# BIBLIOGRAFIA

ENVIROMENTAL IMPACT ANALYSIS
JOHN RAU, DAVID WOOTEN
MC GRAW HILL BOOK COMPANY, USA.

LA INDUSTRIA PETROLERA ANTE LA REGULACION JURIDICO-ECOLOGICA EN MEXICO.
PETROLEOS MEXICANOS-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

TRATADO DE ECOLOGIA
TURK, TURK, HITTES.
EDITORIAL INTERAMERICANA, MEXICO.

IMPACTO AMBIENTAL.
FACULTAD DE INGENIERIA-UNAM.
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA.

INTRODUCTION TO ENVIROMENTAL ENGINNERING.
MACKENZIE L. DAVIS, DAVID A. CORNWELL.
MC GRAW HILL INTERNATIONAL EDITIONS, USA.

EL IMPACTO BIOLOGICO
EL PROBLEMA AMBIENTAL CONTEMPORANEO
INSTITUTO DE BIOLOGIA-UNAM.

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL Y LA SALUD.
INGENIERO HENYK WEITZENFELD.
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, METEPEC.
METEPEC, ESTADO DE MEXICO.

DERECHO ECOLOGICO.
DRA. MARIA DEL CARMEN CARMONA LARA.
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURIDICAS-UNAM.

ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO.
DOCTOR ANGEL BASSOLS BATALLA.
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS-UNAM.

DERECHO AMBIENTAL.
DR. JOSE JUAN GONZALEZ MARQUEZ
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA, MEXICO.

CULTURA Y MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES.
DRA. JULIA CARABIAS, DR. ENRIQUE LEFF.
CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS-UNAM.

ECOLOGIA.
RAMON MARGALEF
EDITORIAL OMEGA. BARCELONA, ESPAÑA.

GEOLOGIA AMBIENTAL.
CURSO DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA.
FACULTAD DE INGENIERIA-UNAM.

TRES CASOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
CUADERNOS DEL CENTRO INTERNACIONAL DE
FORMACION EN CIENCIAS AMBIENTALES, MADRID.
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEJORAMIENTO
DEL AMBIENTE. PNUMA.

FUNDAMENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.
T.H. TEBBUTT
EDITORIAL LIMUSA. MEXICO.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.
MIRYORSSEFF NOROUZIAN.
INSTITUTO DE INGENIERIA. UNAM.

QUIMICA SANITARIA Y AMBIENTAL.
GEORGINA FERNANDEZ VILLAGOMEZ
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM.

LA ECOLOGIA Y LA ECONOMIA.
JOAN MARTINEZ ALIER
KLAUS SCHLUPMANN
FONDO DE CULTURA ECONOMICA. MEXICO.

CONTAMINACION ATMOSFERICO
Y ENFERMEDAD RESPIRATORIA.
OCTAVIO RIVERO SERRANO
GUADALUPE PONCIANO RODRIGUEZ
FONDO DE CULTURA ECONOMICA. MEXICO

LOS LIMITES DEL CRECIMIENTO.
DENNIS L. MEADOWS
FONDO DE CULTURA ECONOMICA. MEXICO.

HACIA UN TRANSPORTE LIMPIO.
ORGANIZACION DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONOMICO
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.
MEXICO. 1994.

DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE.
BANCO MUNDIAL.
WASHINGTON, D.C. 1992

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Ingeniería, Medio Ambiente y Desarrollo*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO. Postal M-2285
Telefonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## INGENIERÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

PARTIENDO DE UNA DEFINICIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, QUE LO UBICA COMO UN EFECTO MODIFICADOR DEL AMBIENTE, SEA POR ACCIÓN DIRECTA DEL HOMBRE MEDIANTE OBRAS Y ACCIONES PLANEADAS O NO, ASÍ COMO POR EFECTOS RESULTANTES DE FENÓMENOS NATURALES; PUEDE LOGRARSE MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN ESTABLECIDO POR LEGISLACIÓN, LLEGAR A DETERMINAR LAS MEDIDAS QUE ANULEN, COMPENSEN O MITIGUEN LOS EFECTOS NEGATIVOS QUE PROVOQUEN EN EL AMBIENTE LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA.

PARA APLICAR DICHO PROCEDIMIENTO, DEBE ENTENDERSE QUE ENTRE LAS NECESIDADES DEL HOMBRE Y LA NATURALEZA EXISTE UNA DELICADA RELACION, TAL COMO HA PODIDO OBSERVARSE A TRAVÉS DE LA HISTORIA.

LAS ACCIONES Y ACTIVIDADES HUMANAS HAN OCASIONADO MÚLTIPLES EFECTOS Y TRANSFORMACIONES EN LOS ELEMENTOS AMBIENTALES, AL GRADO QUE HAN PROVOCADO EN NUESTROS DÍAS CONDICIONES DE VIDA MUY SEVERAS E INCLUSO EN ALGUNOS CASOS IRREVERSIBLES EN EL ECOSISTEMA TERRESTRE.

LA ACCIÓN HUMANA CONTEMPORÁNEA, QUE ALTERA Ó MODIFICA LAS CONDICIONES NATURALES, ES EN BUENA PARTE CONSECUENCIA DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS ESPECÍFICOS DE INGENIERÍA; TAL ES EL CASO DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, COMUNICACIONES, HIDRÁULICAS, DESARROLLOS URBANOS, INDUSTRIALES, RURALES, MARINOS Y TURÍSTICOS ENTRE OTROS.

ANTE TODO ESTO, LA PREVISIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS EN EL AMBIENTE, POR LA REALIZACIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES HUMANAS, BUSCA IDENTIFICAR DESDE LA ETAPA DE PLANEACIÓN AQUELLOS, PARA ESTABLECER LAS MEDIDAS QUE ANULEN, ATENÚEN O AL MENOS COMPENSEN LOS DAÑOS.

TALES DAÑOS, COMO HA PODIDO OBSERVARSE SON RESULTADO DEL INCREMENTO ACELERADO EN LA DEMANDA DE ALIMENTOS Y SATISFACTORES REQUERIDOS POR LA SOCIEDAD HUMANA.

PARA ATENDER ESTA PROBLEMÁTICA, EL HOMBRE HA ESTABLECIDO MEDIANTE LA CONJUNCIÓN DE DIVERSAS CIENCIAS COMO LA FÍSICA, QUÍMICA, BIOLÓGICA, ECOLÓGICA, INGENIERÍA, SOCIOLOGÍA, ECONOMÍA Y DERECHO ENTRE OTRAS OBTENER LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE UN PROYECTO, CONSIDERANDO ADEMÁS EN TODO ESTO, UN FACTOR VITAL COMO ES EL TIEMPO.

EL ANÁLISIS QUE SE REALICE DEBERÁ INCLUIR UNA DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL MEDIO AMBIENTE ORIGINAL, ES DECIR PREVIO A CUALQUIER ACCIÓN FÍSICA E INCLUSO ADMINISTRATIVA CONCERNIENTE AL PROYECTO.

ADEMÁS DEBERÁ CONTEMPLAR UNA DESCRIPCIÓN COMPLETA DEL PROYECTO PROGRAMA O PLAN QUE PRETENDA REALIZARSE INCLUYENDO TODAS SUS CARACTERÍSTICAS Y NECESIDADES PROPIAS.

A PARTIR DE ESTOS ELEMENTOS, PODRÁ ESTABLECERSE UN JUICIO RELATIVO A LOS POSIBLES EFECTOS O CONSECUENCIAS QUE PUDIERA PROVOCAR DIRECTAMENTE O INDUCIR EL PROYECTO. TODO ESTO SE REALIZA MEDIANTE ANÁLISIS COLEGIADOS Y MÉTODOS DESCRIPTIVO-ANALÍTICOS QUE PERMITAN ESTABLECER JUICIOS Y DICTÁMENES RESOLUTIVOS.

EL ANÁLISIS Y PRONÓSTICO DE LOS ELEMENTOS, POSIBLES EFECTOS Y SOLUCIONES FACTIBLES, SE SUSTENTAN EN ESTUDIOS ESPECÍFICOS EN LAS AGUAS CORRESPONDIENTES, DEPENDIENDO DEL TIPO DE PROYECTO Y CIRCUNSTANCIAS EXISTENTES EN EL MEDIO QUE SE EVALÚE.

DE ESTA MANERA, PARA CALIFICAR POR SU IMPACTO AMBIENTAL UN PROYECTO AEROPORTUARIO, DEBERÁN INCLUIRSE ESTUDIOS TAN VARIADOS COMO LOS DE SUELOS, FLORA, FAUNA, HIDROLOGÍA, SOCIEDAD, ECONOMÍA, MERCADOTECNIA, CLIMA, VIENTO, RUIDO, ADEMÁS DE OTROS MÁS ESPECÍFICOS COMO ANTROPOLOGÍA, ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, VIALIDAD URBANA, MANTOS ACUÍFEROS, DEPOSITO PARA DESECHOS, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, TURISMO Y LOS QUE SEAN NECESARIOS.

EN OTROS TÉRMINOS UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, TIENE COMO UNO DE SUS PROPÓSITOS FUNDAMENTALES, PREVER LOS POSIBLES EFECTOS DEGRADANTES DE ELEMENTOS NATURALES, ADEMÁS DE LOS SOCIOECONÓMICOS.

EN EL CASO DEL PROYECTO AEROPORTUARIO, SU EFECTO EN SOCIEDAD Y ECONOMÍA REGIONAL, PUDIERA PROVOCAR SU RECHAZO O ACEPTACIÓN INMEDIATA, INCLUSO ANTES DE QUE SE DESLINDE EL TERRENO O SE APRUEBE EL PROYECTO.
LA ESPECULACIÓN EN PRECIOS DE TERRENOS OCURRE MUCHO ANTES QUE SE INICIE LA OBRA, RESULTANDO ESTO EL PRIMER IMPACTO, QUE PUEDE RESULTAR BENÉFICO O ADVERSO DEPENDIENDO DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE INVOLUCREN AL PROYECTO COMO PUDIERA SER SU LOCALIZACIÓN.

OTRO CASO MUY IMPORTANTE CON REQUERIMIENTO DE ANÁLISIS Y DICTAMEN RELATIVO AL IMPACTO AMBIENTAL, ES EL CORRESPONDIENTE AL DE LOS DESARROLLOS TURÍSTICOS.
UN PROYECTO DE ESTA NATURALEZA, RESULTA SER ENTRE OTROS ASPECTOS, UN PROGRAMA DE INVERSIÓN Y FOMENTO AL DESARROLLO DE TODA UNA REGIÓN, DICHO PROYECTO PRETENDE IGUALMENTE BRINDAR UNA OPORTUNIDAD A LA SOCIEDAD PARA QUE CONOZCA Y DISFRUTE ESCENARIOS NATURALES CON ATRACTIVOS ESPECIALES.
SIMULTÁNEAMENTE UN DESARROLLO TURÍSTICO SIGNIFICA DESDE SU ETAPA DE PLANEACIÓN Y MÁS AÚN DURANTE SU CONSTRUCCIÓN, APERTURA Y OPERACIÓN UN IMPACTO MUY IMPORTANTE PARA EL MEDIO, MOTIVO POR LO QUE DEBEN PREVERSE SUS EFECTOS NEGATIVOS TANTO EN EL MEDIO TERRESTRE COMO EN EL MARINO, FLORA Y FAUNA, MANTOS FREÁTICOS DULCES, SOCIEDAD Y ECONOMÍA.

EN UN PROYECTO TURÍSTICO DEBEN EVITARSE EFECTOS NEGATIVOS TAN IMPORTANTES COMO LAS DESCARGAS DIRECTAS DE AGUAS RESIDUALES Y BASURAS AL MAR; EFECTOS SOBRE BANCOS DE PECES Y CORALES, FLORA Y FAUNA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O NO.

OTRO EJEMPLO DE IMPACTO AMBIENTAL MUY IMPORTANTE ES EL GENERADO POR DESARROLLOS INDUSTRIALES, LOS CUALES ADEMÁS DE REQUERIR INSUMOS NATURALES EN GRANDES VOLÚMENES COMO EL AGUA, PRODUCEN DESECHOS QUE PUEDEN CONTAMINAR DE MANERA MUY IMPORTANTE AL MEDIO AMBIENTE, DEPENDIENDO DEL GRADO DE TOXICIDAD QUE INVOLUCREN SUS RESIDUOS.

EN ESTE ÚLTIMO ASPECTO ADEMÁS INCLUYEN OTROS FACTORES MUY IMPORTANTES COMO EL TIEMPO DURANTE EL CUAL PUDIERAN RESULTAR PELIGROSOS LOS CONTAMINANTES EXISTENTES, ASÍ COMO LA POSIBILIDAD DE INTRODUCIRSE EN LAS CADENAS ALIMENTICIAS Y TRASLADARSE A OTROS SITIOS AGRAVANDO EL PROBLEMA. A ESTOS EFECTOS DEBE ADICIONARSE LA POSIBILIDAD DE LLEGAR A DAÑAR EL AMBIENTE

CON EL PRODUCTO OBJETO MISMO DE LA INDUSTRIA, COMO ES EL CASO DE LOS INSECTICIDAS, QUE POR INCLUIR SUSTANCIAS COMO EL D.D.T., SE MANTIENEN EN EL MEDIO AMBIENTE HASTA POR 10 AÑOS. EN CUANTO A LA LOCALIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS DEBE RECONOCERSE QUE EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, ESTA SE REALIZA POR RAZONES MERAMENTE ECONÓMICAS.
CABE AQUÍ UNA OBSERVACIÓN: EN UN PLAZO INMEDIATO PUEDE SER QUE EFECTIVAMENTE LA INDUSTRIA OBTENGA GRANDES BENEFICIOS, PERO A LARGO PLAZO, EL NO INCLUIR EL FACTOR AMBIENTAL EN SU PLANEACIÓN Y OPERACIÓN LE SIGNIFICARÁ POSIBLEMENTE MAYOR COSTO LA RECUPERACIÓN DEL SITIO Y SALUD PÚBLICA QUE LOS BENEFICIOS INMEDIATOS OBTENIDOS.

LOS PROYECTOS DE VÍAS DE COMUNICACIÓN TERRESTRE, SI BIEN OBEDECEN EN SU REALIZACIÓN A RAZONES IMPERIOSAS, COMO SON PERMITIR EL DESARROLLO DE REGIONES DISTANTES ADEMÁS DE LA COMUNICACIÓN PROPIAMENTE DICHA; TAMBIÉN SIGNIFICAN IMPORTANTES EFECTOS NEGATIVOS COMO LA DEGRADACIÓN DE SUELOS, AFECTACIÓN A FLORA Y FAUNA, DAÑOS O MODIFICACIONES A PATRONES DE ESCURRIMIENTO, CAUCES Y VASOS HIDROLÓGICOS, MODIFICACIONES AL MICROCLIMA, CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO. OTRO FACTOR QUE INFLUYE ADEMÁS, ES QUE EL EFECTO SE OBSERVA A TODO LO LARGO DE LA TRAYECTORIA Y CON UN ANCHO QUE DEPENDE ENTRE OTRAS CAUSAS A LA IMPORTANCIA DE LA VÍA DE COMUNICACIÓN.
ADEMÁS SE AFECTARÁN LOS SITIOS DONDE SE EXTRAIGAN MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA DE COMUNICACIÓN.

LA CONTRAPARTE DEL EFECTO NEGATIVO DE UN PROYECTO COMO ESTE ES EL DE LA GRAN DERRAMA ECONÓMICA QUE PUEDE SIGNIFICAR, LO MISMO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN COMO DURANTE LA OPERACIÓN, POR CONVERTIRSE EN UNA VÍA PARA EL DESARROLLO DE REGIONES MUCHO MÁS AMPLIAS QUE LAS ORIGINALES, FORTALECIENDO GIROS COMERCIALES, INDUSTRIALES, TURÍSTICOS, CULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS EN GENERAL.

OTRO EJEMPLO DE PROYECTO GENERADOR DE IMPORTANTES EFECTOS NEGATIVOS ES EL PROVOCADO POR UNA PRESA, LA CUAL TIENE COMO OBJETIVOS Y RAZÓN DE SER EL ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONTROL DE AVENIDAS, GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y/O PARA LA AGRICULTURA, LA PESCA Y LA PRÁCTICA DEPORTIVA.

SIN EMBARGO UNA OBRA DE ESTA NATURALEZA PUEDE SIGNIFICAR IMPORTANTES EFECTOS NEGATIVOS EN UNA AMPLIA REGIÓN, INCLUSIVE ANTES DE SU CONSTRUCCIÓN POR LA VENTA DE TERRENOS.

AGUAS ABAJO DEL EMBALSE SE RESENTIRÁ EN TIERRAS DE CULTIVO, LA FALTA DE LIMO QUE FERTILICE LAS TIERRAS, ADEMÁS POR LA DISMINUCIÓN DEL CAUDAL SE AFECTARÁ A LA FLORA Y FAUNA DE LA REGIÓN. LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE AHÍ SE LOCALICEN ORIGINALMENTE, DEBERÁN REUBICARSE, Y EL MONTO ECONÓMICO PARA REALIZAR ESTO, DEBERÁ ADICIONARSE AL QUE SIGNIFIQUEN LAS PERDIDAS EN CUANTO A ÁREAS DE CULTIVO, BOSQUES O RESERVA Y AL DE ATENCIÓN A LAS ENFERMEDADES HÍDRICAS QUE SURJAN EN LA REGIÓN POSTERIORMENTE.

EN UN PROYECTO DE ESTA NATURALEZA, LOS PRIMEROS EFECTOS SE RESENTIRÁN EN EL ÁREA SOCIOECONÓMICA DE INFLUENCIA, COMO UNA CONSECUENCIA A LA ACEPTACIÓN O RECHAZO DE CIUDADANOS Y LA ESPECULACIÓN O VENTA SIMPLE DE TERRENOS Y PROPIEDADES.
TAMBIÉN EL CLIMA DEL LUGAR Y SUS ALREDEDORES RESULTARÁ MODIFICADO EN RAZÓN A LAS DIMENSIONES DEL VASO.

TODOS ESTOS EFECTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS QUE SON UNA CONSECUENCIA DEL PROYECTO SIGNIFICAN UN IMPACTO ADVERSO PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL BIENESTAR HUMANO; CONSTITUYEN DE NO PREVERSE EN LA PLANEACIÓN ORIGINAL, UN COSTOSO Y DIFÍCIL RETO POR RESOLVER DENTRO DEL BALANCE DE EFECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS QUE PUEDA SIGNIFICAR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA PRESA.

OTROS IMPACTOS ORIGINADOS PUEDEN SER PROVOCADOS POR EL DESPLAZAMIENTO DE HABITANTES HACIA LAS CIUDADES CON EL CONSECUENTE INCREMENTO EN LA DEMANDA DE SERVICIOS, MUNICIPALES, LA REDUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, DEFORESTACIÓN Y LA FRANCA MODIFICACIÓN DEL ECOSISTEMA EXISTENTE.

LOS EJEMPLOS PLANTEADOS ILUSTRAN LA NECESIDAD DE BUSCAR ALTERNATIVAS PARA ALCANZAR UN DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIDO QUE INCLUYE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

EN OTROS TÉRMINOS DEBE EVITARSE SOBREPASAR LOS LÍMITES ESTABLECIDOS POR LA PROPIA NATURALEZA AL BUSCAR RESOLVER EL IMPERATIVO DE SATISFACER NECESIDADES SOCIALES.

TODO LO ANTERIOR NO SIGNIFICA CANCELAR O PROHIBIR LOS PROYECTOS DE ESTA NATURALEZA; LO QUE SE PRETENDE AQUÍ ES DESTACAR LA NECESIDAD DE UTILIZAR LA EVALUACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL PARA ADOPTAR DECISIONES CONVENIENTES MEDIANTE EL BALANCE DE EFECTOS NEGATIVOS Y POSITIVOS.
ADEMÁS PERMITE LLEGAR A ESTABLECER LAS MEDIDAS Y ACCIONES QUE ELIMINEN O AL MENOS ATENÚEN SIGNIFICATIVAMENTE LOS EFECTOS ADVERSOS AL MEDIO AMBIENTE NATURAL Y SOCIOECONÓMICO, INVOLUCARADO EN ESPACIO Y TIEMPO.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Obras de Sistemas de Transporte y su Relación con el Ambiente*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-6955 512-5121 521-7335 521-1567 Fax 510-3673 521-4020 AL 26

# CAPITULO 3

## OBRAS DE SISTEMAS DE TRANSPORTE Y SU RELACION CON EL AMBIENTE

El objetivo de un sistema de transporte es el de comunicar los centros de producción con los de consumo, facilitando la rápida distribución de pasajeros, un constante y adecuado abasto de insumos y una apropiada distribución de los productos. Además, pretende lograr mayor integración en la población y eliminar el aislamiento, facilitando el desarrollo económico, político y cultural del país. Los elementos constitutivos de un sistema de transporte son el medio, el vehículo y terminales o estaciones.

En general, los sistemas de transporte se clasifican en los siguientes grupos:

Terrestres:
- Ferrocarriles
- Caminos

Aéreos:
- Aeropuertos

Acuáticos:
- Puertos
- Marinos
- Fluviales
- Lacustres
- Canales

En general, los impactos benéficos de los sistemas de transporte son sobre el ambiente socioeconómico. La influencia del transporte en la economía es muy grande, pues interviene en forma importante en la composición de los costos finales de los productos y el valor agregado de bienes y servicios, así como la apertura de mercados y su incorporación al resto de las actividades. De igual forma, el transporte interviene en el desarrollo político de un país, ya que es un elemento estratégico para fortalecer la independencia nacional y ejercer la soberanía sobre el territorio.

Los impactos benéficos de los sistemas de transporte en el desarrollo social se manifiestan a través de la distribución de pasajeros, ayudando con esto a una mayor integración de la población. Por otro lado, el transporte permite un incremento en la generación de empleos. El transporte es a su vez difusor de información, permite la comunicación y genera intercambios de ideas entre los pueblos. Estos comparten su cultura, costumbres, forma de pensar, forma de vivir, etcétera.

Junto a la construcción de asentamientos el hombre desarrolla también nuevos sistemas de transporte adecuados a la reorganización que lleva a cabo de los ecosistemas: caminos, carreteras, líneas de ferrocarril, líneas aéreas, etcétera. La red construida por el hombre se sobreimpone a las redes de transporte preexistentes, respetando las principales (por ejemplo, la circulación de las aguas superficiales), pero pudiendo alterar otras, por inadvertencia o con conocimiento de causa, como sucede cuando las carreteras crean barreras a los desplazamientos de la fauna, aislando poblaciones o dificultando las migraciones y, así, el uso rítmico estacional de los recursos. Otras veces, el resultado es el opuesto, así, muchas especies se expanden siguiendo canales o vías de comunicación, lo que les permite introducirse en nuevos ambientes, en los que a veces se producen graves desestabilizaciones. En este capítulo se estudiarán los efectos en el ambiente de tres obras típicas del sistema de transporte: carreteras, aeropuertos y obras para la navegación fluvial y marítima.

## 3.1 Carreteras

La carretera se puede definir como el conjunto de elementos que conforman una vía terrestre acondicionada para el tránsito de vehículos automotores con neumáticos. Los elementos que la componen se presentan en la Figura 3.1, que representa el corte de una sección en balcón.

Se debe tener conciencia de las modificaciones resultantes de la construcción y operación de una carretera que afectan el equilibrio natural en la zona. Los proyectos de carreteras tienen efectos sobre el ambiente físico (hidrología, edafología y microclima), biológico (vegetación y fauna) y socioeconómico. A continuación se describen los principales impactos de los caminos y carreteras sobre los componentes ambientales mencionados.

### 3.1.1 Identificación de los impactos ambientales adversos de las carreteras

Impacto en el medio físico

Hidrología

La magnitud del impacto de los proyectos de carreteras sobre las aguas superficiales y subterráneas puede valorarse mediante la ecuación del balance hidrológico:

Precipitación = Evaporación + Escurrimiento + Infiltración

Esto es debido a que entre los efectos más evidentes sobre la hidrología, se tiene la pérdida de superficies filtrantes por la ocupación de las obras, que se traduce en una disminución del volumen infiltrado al acuífero.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el efecto de la infiltración de contaminantes o su presencia en las aguas superficiales al ser transportados por el escurrimiento pluvial, puede ser más significativo que durante la etapa de operación. Los residuos de petróleo, metales pesados, polvo y herbicidas, que pueden ser accidentalmente derramados o deliberadamente aplicados, tienen un efecto adverso directo sobre la calidad del agua e indirecto sobre los usos potable y agrícola, los cuales están estrechamente vinculados con la flora y la fauna, y como último eslabón de la cadena alimenticia, con el hombre.

Por otra parte, los desmontes, cortes y rellenos modifican el nivel freático.

Algunas medidas de mitigación del impacto en la hidrología que pueden proponerse, son: modificación del trazo de la carretera, desvío del agua de escurrimiento superficial, construcción de sistemas de retención del agua, separadores de grasas, filtros, intercambio de suelos y plantaciones de protección. Son imprescindibles las construcciones en la estructura de la carretera como alcantarillas, cunetas, contracunetas y, en algunos casos, sifones, con el fin de permitir el flujo del agua (Figura 3.1).

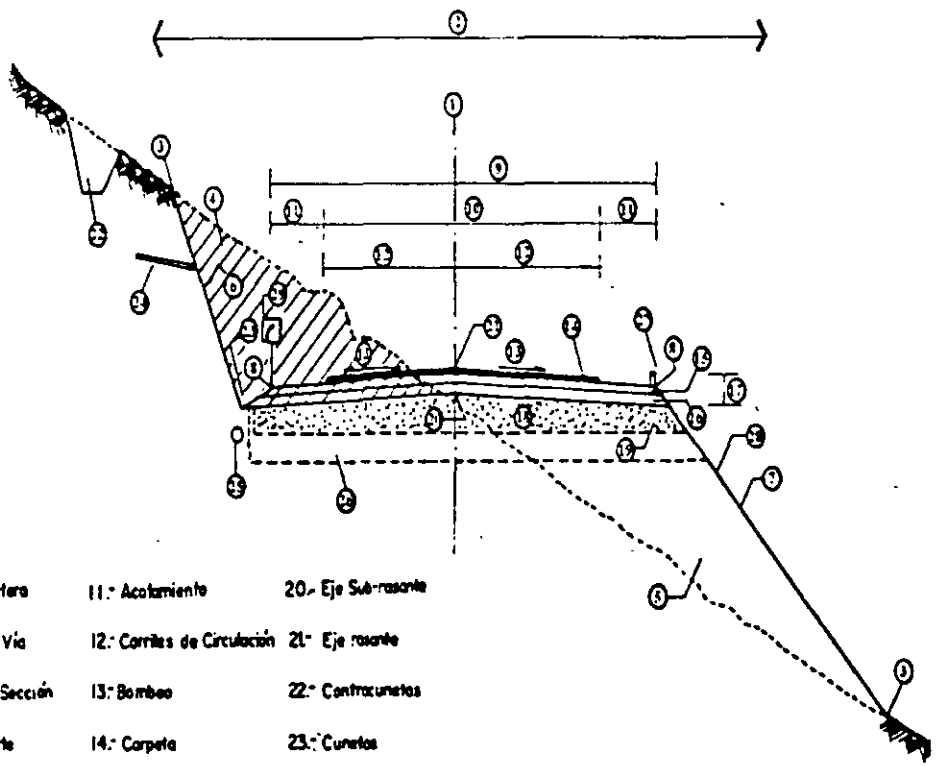
Edafología

Junto con el agua, el aire y los seres vivos, el suelo es el producto de transformación generado bajo la influencia de los factores ambientales, que evoluciona con el tiempo, y que está compuesto de sustancias orgánicas y minerales que le dan la capacidad para servir de soporte a la vegetación y, en consecuencia, a la fauna.

Como recurso natural, el suelo no puede separarse de su utilización agrícola o forestal. En consecuencia, el trazo de la carretera debe considerar la magnitud del posible impacto económico irreversible al utilizar suelos de gran calidad agrícola para los proyectos de carreteras, lo que constituye una disminución de rentabilidades.

Según las investigaciones documentadas, se estima que en una franja de cien metros de ancho a lo largo del trazo de una carretera, tienen influencia los materiales contaminantes, lo cual está en función del tráfico, proporción de vehículos pesados, pendientes, velocidades medias y dirección del viento. Con el aumento de los contaminantes en las proximidades de la carretera es posible que se modifiquen las características edafológicas del entorno; además, no puede excluirse que una parte de los contaminantes se introduzca en la cadena trófica.

FIGURA 3.1
CORTE TRANSVERSAL DE UNA CARRETERA, SECCION EN BALCON.



| | | |
|---|---|---|
| 1.- Eje de Carretera | 11.- Acotamiento | 20.- Eje Sub-rasante |
| 2.- Derecho de Vía | 12.- Carriles de Circulación | 21.- Eje rasante |
| 3.- Cerros de la Sección | 13.- Bombeo | 22.- Contracunetas |
| 4.- Area de Corte | 14.- Carpeta | 23.- Cunetas |
| 5.- Area de Terraplén | 15.- Base | 24.- Drenes |
| 6.- Talud de Corte | 16.- Sub-base | 25.- Sub-drenes |
| 7.- Talud de Terraplén | 17.- Pavimento | 26.- Alcantarillas |
| 8.- Hombros | 18.- Terracerías | 27.- Bordillos |
| 9.- Corona | 19.- Cape Sub-rasante | 28.- Lavaderos |

Algunas medidas de mitigación son: modificación del trazo, plantaciones para la protección contra emisiones e intercambio de suelos.

Microclima

En este concepto se incluye la calidad del aire. No debe entenderse que se presentará una modificación general del clima, sino más bien un cambio en el microclima o clima local.

En zonas de topografía movida, con grandes terraplenes, pueden esperarse efectos negativos debido a que los terraplenes elevados impiden el proceso de intercambio horizontal del aire o producen zonas de grandes sombras.

En trazos que atraviesan un bosque, el desmonte puede producir daños a la vegetación debido a las ráfagas de viento que se producen sobre la carretera, o mediante una fuerte irradiación solar.

En las noches claras y sin viento el suelo y las plantas emiten calor. Esta pérdida energética origina un enfriamiento de las superficies formándose una capa de aire frío próxima al suelo. En zonas con pendiente comienza a fluir el aire frío que se ha formado debido a su situación inestable. La velocidad de fluencia es función de la rugosidad del suelo y de las pendientes.

El flujo de aire frío se interrumpe en los puntos más bajos del terreno, de manera que se "embalsa", apareciendo un frente de aire frío, lo que puede ocasionar heladas. Este efecto es más acentuado en zonas sin árboles a ambos lados de la carretera que generan aire frío. La flora y fauna existentes pueden ser afectadas en su composición por la acumulación de aire frío.

Igualmente debe considerarse el impacto en la calidad del aire que depende de las emisiones de gases y el aumento en el nivel de ruido como consecuencia del tráfico en la etapa de operación de la carretera.

**Impacto en el medio biológico**

Flora y Fauna

Los efectos sobre la flora y la fauna dependen notablemente del trazo de la carretera. Entre los efectos directos, se tienen los siguientes:

- Pérdida de superficies por las construcciones, terraplenes, rellenos y excavaciones.
- Separación de zonas ecológicas homogéneas (bosques, zonas húmedas).
- Separación de zonas de fauna homogénea (intercambio y zonificación de ciertas especies).
- Pérdida de función o su afectación (enturbamiento de cauces, desplazamiento o separación de zonas de funciones determinadas).

Entre los efectos indirectos pueden incluirse:

- Afectación del nivel freático (descenso y modificación de poblaciones faunísticas y vegetales).
- Influencia sobre el microclima (aire frío, rafagas de aire, radiación solar, sombras).
- Emisión de sólidos, líquidos y gases contaminantes que inciden en los suelos y aguas superficiales.
- Modificación o pérdida de fauna por emigración.
- Efectos sobre la pérdida de superficies y efectos separativos.
- Obstáculo para las migraciones.
- Modificación de la capacidad de los cauces.
- Minimización de la capacidad de regeneración de las superficies.

Las obras que se construyen para atravesar los cauces, tales como alcantarillas o puentes, pueden originar también un efecto separativo en la población piscícola, ya que puede impedir o reducir las posibilidades migratorias debido al aumento de la velocidad del agua, insuperable p algunas especies.

**Impacto en el medio socioeconómico**

Los impactos adversos del proyecto de una carretera sobre el medio socioeconómico son, en general, los siguientes:

- Cambio en el uso del suelo
- Expropiación de terrenos
- Alteración del paisaje
- Alteración en la calidad de vida existente, en cuanto a los aspectos culturales, históricos, etcétera
- Aumento de la migración

## 3.1.2 CASO ESTUDIO 3.1

Carretera Morelia-Salamanca

### I. Descripción general del proyecto

La carretera Morelia-Salamanca, que une dos ciudades de relevancia socioeconómica, es un eje troncal de importancia para el desarrollo de la región, la cual cuenta con una intensa actividad agrícola y ganadera así como un gran valor turístico e industrial. Para sostener el desarrollo socioeconómico de esa región se requiere contar con la infraestructura adecuada a las necesidades actuales y futuras.

Para el proyecto se determinó una carretera de cuatro carriles de 109.5 km de longitud, para una velocidad máxima de 110 km/h. Se consideraron tres alternativas para el trazo.

La primera alternativa proponía aprovechar el trazo de la carretera No. 120 existente, ampliándola a cuatro carriles desde su origen en Morelia, hasta el km 20+000, de donde se continuaría con dos carriles de circulación hasta Salamanca.

La segunda alternativa consideró el aprovechamiento íntegro de la carretera No. 120 para la ampliación a cuatro carriles de circulación, con modificaciones en el cruce de la Laguna de Cuitzeo (km 25+500), y en el km 67+200, donde cruzaría la Laguna de Yuriria.

La tercera alternativa es una combinación de las dos anteriores, y consideró el aprovechamiento del trazo existente desde el origen hasta el km 20+000, para la ampliación del cuerpo a cuatro carriles, a partir de donde se combinaría con el trazo de la alternativa dos para hacer el trazo lo más recto posible sin dejar de considerar la construcción de libramientos, así como la protección y conservación de las Lagunas de Yuriria y Cuitzeo, aprovechando para ello los trazos existentes.

### II. Aspectos generales del medio natural y socioeconómico

#### Medio físico

La región pertenece a la subprovincia de Sierras y Bajíos Michoacanos y a la del Bajío Guanajuatense. La mayoría del área está conformada por rocas ígneas del terciario superior y en menor extensión existen rocas sedimentarias del cuaternario.

En cuanto a la hidrología se localizan dos lagunas: la de Yuriria, que pertenece al estado de Guanajuato, destinada para riego, y la de Cuitzeo en el Estado de Michoacán.

A lo largo del trazo de la carretera, se presentan dos tipos de clima: de Salamanca a Uriangato es semicálido, subhúmedo con lluvias en verano. En el resto del área el clima es templado, subhúmedo con lluvias en verano.

El tipo de suelo es vertisol y sólo en dos pequeñas zonas, al oeste del Valle de Santiago y Morelia, existe feozem.

**Medio Biótico**

Flora

A lo largo del trazo se tienen diferentes tipos de vegetación: matorral xerófilo, pastizales halófilos y bosques de encino y de oyamel.

Fauna

La fauna es escasa debido a la caza excesiva y a la destrucción de su hábitat. No obstante, se han reportado las siguientes especies:

Mamíferos: tlacuaches, armadillo, conejo, ardillas, mapaches y venados.

Aves: diversas especies de patos migratorios, garzas y cercetas.

Peces: charales, chegua, carpa y pez blanco.

**Medio socioeconómico**

El área de influencia del proyecto incluye parte de los estados de Guanajuato y Michoacán. En Guanajuato, los municipios beneficiados son Salamanca y Yuriria, y en Michoacán son: Alvaro Obregón, Copándaro de Galeana y Cuitzeo. Estos municipios, a semejanza con los de la zona central del país, presentan una pirámide de edades engrosada en las edades juveniles, estando más representada en la etapa de los cinco a los nueve años.

Con relación a los servicios, la mayoría de las viviendas de los municipios cuentan con energía eléctrica. En cuanto al alcantarillado, es muy deficiente y en el mejor de los casos, la mitad de las viviendas en el municipio de Salamanca cuenta con el servicio. Los municipios restantes presentan menos del 30% de cobertura del servicio, siendo el más bajo Copándaro de Galeana, con 4%.

La población económicamente activa en los cinco municipios está constituida aproximadamente por la mitad de los habitantes de doce años y más, siendo la principal rama de desarrollo la agricultura.

En el aspecto cultural, la zona es rica en monumentos históricos como por ejemplo la catedral de San Nicolás en Morelia; también, rumbo a Cuitzeo se cruza la Laguna del mismo nombre cuyos accesos están enmarcados por cuatro obeliscos coloniales. Además, se tiene conocimiento sobre restos fósiles de grandes mamíferos y reptiles sepultados en el vaso de la Laguna de Cuitzeo y en sus márgenes.

## III. Identificación de impactos ambientales

Análisis de alternativas

Al aprovechar la primera alternativa, el trazo de la carretera No. 120 y su derecho de vía, los impactos adversos a los medios biótico y físico no serían significativos. En el medio humano, las condiciones socioeconómicas se verían mínimamente beneficiadas, pero el nivel de servicio de la carretera sólo se mejoraría parcialmente dentro de los primeros veinte kilómetros.

Con las modificaciones y rectificaciones propuestas en la segunda alternativa, los impactos que podrían darse al ambiente, serían adversos significativos, como por ejemplo: en el cruce de las Lagunas de Cuitzeo y Yuriria, cuya calidad del agua se vería alterada desfavorablemente; por consiguiente, la flora y fauna que en ellas se encuentran serían también impactadas adversamente.

En cuanto al medio socioeconómico, la calidad de vida en poblados como Moroleón, Cuitzeo y Valle de Santiago, se verá disminuida al ampliarse el cuerpo a cuatro carriles.

En el caso de la tercera alternativa, al aprovecharse el trazo de la carretera existente y su derecho de vía en la Laguna de Cuitzeo y al librarse con un nuevo trazo la de Yuriria, los impactos al medio biótico y físico que se generasen no serían significativos. De igual manera, al considerarse la construcción de libramientos en las poblaciones Moroleón, Cuitzeo, Uriangato, Magdalena de Arceo y Valle de Santiago, se evitaría su afectación, mejorándose su calidad de vida.

La conclusión a que se llegó en el análisis de las alternativas, basándose en la posibilidad de mitigar los impactos ambientales potenciales de cada una de ellas, dió como resultado la elección de la tercera alternativa, considerándose los siguientes aspectos:

1) Aprovecha el trazo del camino existente y su derecho de vía ampliando la capacidad de la carretera a cuatro carriles en setenta kilómetros.

2) Evita impactos adversos significativos a las Lagunas de Cuitzeo y Yuriria.

3) Se proporciona comunicación a las poblaciones de Puerto de Andaracua, Cuadrilla de Andaracua, Manga de Buenavista y Jerónimo de Arceo.

4) Mejora la calidad de vida en las poblaciones de Magdalena de Arceo, Cuitzeo, Moroleón, Uriangato y Valle de Santiago.

5) Se mejoran curvas no adecuadas para alta velocidad y por consiguiente, los tiempos de recorrido se disminuyen.

Identificación de impactos

A continuación se describen los impactos que pueden presentarse en las actividades para la implantación del proyecto.

Disposición del derecho de vía

Considerando el aprovechamiento de la mayor parte del trazo, así como su derecho de vía, y que para alojar los nuevos tramos se eligieron los terrenos menos productivos, los impactos que se producirán a la tenencia de la tierra y al uso potencial del suelo, serían poco significativos y mitigables.

Desmonte y despalme

Los impactos derivados de esta actividad, serán poco significativos y mitigables, debido a que se efectuará dentro del derecho de vía de la carretera existente, en zonas reducidas.

Explotación de bancos de material

Al uso potencial del suelo, a las características geomorfológicas y a la calidad del aire, se producirán efectos adversos no significativos por no requerirse de la construcción de caminos de acceso, al tipo de material a extraer y a que la extracción se realizará por medios mecánicos.

Excavación y cortes

Dado que esta actividad se realizará en gran parte dentro del derecho de vía, el impacto al uso potencial del suelo será adverso no significativo. En cuanto a las características geomorfológicas, los efectos serán adversos no significativos, ya que las características del terreno no cambiarán de manera significativa.

Terraplenes y rellenos

A los bordes de la Lagunas de Cuitzeo, así como sus características de drenaje y flujo no se les ocasionarán efectos adversos significativos, ya que se aprovechará la carretera existente.

A la apariencia del agua en la laguna no se le producirán efectos adversos significativos, debido a que este cuerpo de agua se encuentra en proceso de eutroficación.

Al relieve y características topográficas se le producirán efectos adversos poco significativos, debido a que las ampliaciones se realizarán aprovechando el cuerpo de la carretera existente.

Alcantarillas y subdrenes

Las alteraciones al fondo o bordes, las características del drenaje y las variaciones de flujo en la Laguna de Cuitzeo, tendrán un efecto benéfico significativo, debido a que las alcantarillas y subdrenes tendrán las características necesarias para no variar las condiciones de flujo y drenaje, con lo cual también se evitará la formación de zonas inundables a lo largo del trazo.

Colocación de la carpeta asfáltica

A la calidad del aire se le ocasionará un efecto adverso no significativo y mitigable. La intensidad y duración del ruido producidos tendrán un efecto adverso no significativo y mitigable, debido al carácter temporal de esta actividad.

Tránsito normal y tránsito en horas y días pico

La calidad del aire tendrá un efecto adverso no significativo y mitigable. En cuanto a la intensidad y duración del ruido, se tendrán efectos adversos poco significativos.

Conservación

Esta actividad en cada una de sus modalidades producirá efectos benéficos significativos a la infraestructura, los servicios regionales, la salud pública y el estilo y calidad de vida. En cuanto a la economía regional, el efecto de la generación de empleo será no significativo.

Generación de empleos

En el empleo y mano de obra se producirán efectos benéficos significativos durante la primera parte del proyecto, para después disminuir dicho efecto a medida que avance la construcción.

### IV. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados

1. Para minimizar los impactos potenciales del proyecto al ambiente, se manejó el criterio de aprovechar en lo posible el trazo y derecho de vía de la carretera existente.

2. Considerando las condiciones particulares de la Laguna de Cuitzeo y las informaciones sobre la existencia de fósiles en sus márgenes, se optó por cruzar por el mismo sitio en que lo hace la carretera existente mediante la construcción de una estructura paralela dentro del derecho de vía.

3. Para evitar alteraciones al flujo en la laguna se proyectaron las obras de drenaje adecuadas.

4. Para garantizar la protección al estilo y calidad de vida de aquellas poblaciones por las que cruza la carretera actual, se determinó la construcción de libramientos en: Cuitzeo, Cuitzeo del Porvenir, Magdalena de Arceo, Moroleón, Uriangato y Valle de Santiago.

5. Con objeto de evitar cruzar la Laguna de Yuriria, se optó por la ampliación de la carretera existente, en este tramo en donde con una curva de transición se seguirá por el trazo nuevo de la carretera.

6. Considerando la topografía como un factor determinante, se evita la desproporción de ...tes y terraplenes, lo que se hace evidente al alejar deliberadamente el proyecto en el ...nto ubicado en el kilómetro 23+500, en las faldas del cerro El Aguaje.

7. Los bancos de material se seleccionaron en terrenos alejados de cualquier población, con acceso inmediato desde la carretera existente, desde la fuente de trabajo o aprovechando un camino de terracería en operación.

8. Al ampliar la carretera aprovechando el derecho de vía, se evita la afectación de terrenos agrícolas, y en los nuevos tramos, el proyecto se localiza estratégicamente bordeando dichos terrenos con objeto de afectarlos en mínima proporción.

Conclusiones

Como puede observarse en el proyecto ... modernización de la carretera Morelia-Salamanca la importancia de los aspectos ambientales ...yó directamente en las decisiones. De las tres alternativas propuestas se seleccionó la que corresponde ventajosamente al criterio de minimizar los efectos adversos al ambiente.

En la primera alternativa se aprovecha la carretera existente sin ninguna modificación, mientras que en la segunda se amplia la carretera a cuatro carriles de circulación aprovechando su trazo y derecho de vía, corrigiendo pendientes y curvas que deban ajustarse a las nuevas especificaciones de proyecto y alternando tramos de trazo nuevo, principalmente, debido a la creación de libramientos en algunas poblaciones.

La tercera es la alternativa relevante, en ella se procede en forma similar a la anterior ya que se amplia la carretera existente y se alternan tramos de trazo nuevo, pero profundizando en el análisis ambiental, principalmente en la zona de las lagunas de Cuitzeo y Yuriria, en que se determina la optimización del trazo.

Considerando los antecedentes ambientales, el deterioro y el interés paleontológico y arqueológico de la Laguna de Cuitzeo, se decidió cruzarla por el sitio donde los efectos resultaran mínimos, mediante una estructura paralela dentro del derecho de vía, respetando el valor arquitectónico de la carretera existente.

Dadas las características culturales e influencia regional de la población de Cuitzeo del Porvenir, se decidió preservar sus formas de vida tradicionales, creando un libramiento que evite el paso a través del poblado.

En el caso de la Laguna de Yuriria, se decidió que el trazo no cruzara por ella para evitar afectarla, decidiéndose pasar por la margen exterior mediante un trazo nuevo que la librará.

Referencias

Subsecretaría de Infraestructura, Asesoría Técnica.
Manifestación Preliminar de Impacto Ambiental de la
Carretera Morelia Salamanca
SCT, 1986

Subsecretaría de Infraestructura, Asesoría Técnica.
Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental
de carreteras
SCT, 1983

## 3.2 Aeropuertos

Para la planeación de un aeropuerto se requiere de un plan rector del futuro desarrollo, denominado Plan Maestro. El primer factor considerado para la elaboración del Plan Maestro, es la tendencia de la demanda futura, la cual se estudia a través de procedimientos y técnicas específicas, que además de tomar en cuenta las estadísticas del tráfico del aeropuerto, considera todos los factores que pudieran modificar las tendencias del crecimiento; de esta manera se estudia el crecimiento del producto interno bruto regional y nacional, tipo de economía y desarrollos futuros de la zona considerados en otros planes, desarrollo de otros modos de transporte y turismo.

Los elementos que integran un aeropuerto son los siguientes:

- Aeronáutica
- Terminal de pasajeros
- Terminal de carga
- Servicio de apoyo
- Mantenimiento de aerolíneas
- Areas concesionadas
- Aviación general
- Zona presidencial u oficial
- Vialidad

Para fijar los horizontes de inversión se determinan velocidades de la inversión que no produzcan impacto grave en la comunidad.

En general, para cada elemento el horizonte de cada etapa no conviene que sea mayor de 6 años. Esta información sirve para determinar las configuraciones y dimensiones de estos elementos, así como su colocación dentro del contexto general. Para la localización de las pistas se requieren estudios meteorológicos y del espacio aéreo que determinen su orientación. Su longitud está dada por el tipo de avión y alcance de los vuelos que operarán en el aeropuerto. De esta manera se llega a definir una configuración del aeropuerto que toma en cuenta su futuro crecimiento.

Entre los principales estudios para la elaboración de un Plan Maestro se tienen los siguientes:

- Estudios meteorológicos
- Estudios de espacio aéreo
- Estudios de ruido
- Estudios de Impacto Ambiental

1. Estudios meteorológicos

Consisten en analizar los datos estadísticos de los fenómenos atmosféricos ocurridos en el lugar de estudio, siendo los más importantes para el caso de los aeropuertos: viento, techos, visibilidad, temperatura, lluvia y humedad, los cuales son registrados en aparatos instalados en las estaciones meteorológicas localizadas en los sitios más elevados del área en estudio, lo más cercanas a la pista o pistas propuestas. Los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas se clasifican, analizan y procesan para conocer su magnitud y variación. Su utilización es primordial en el cálculo de longitudes y orientación de pistas, proyecto de estructuras, selección de materiales, drenaje, selección de ayudas visuales y orientación de edificios.

2. Estudios de espacio aéreo

La suficiencia del espacio aéreo en la zona escogida para la ubicación de un aeropuerto, es motivo de un estudio especial para determinar si se puede satisfacer la demanda pronosticada de operaciones horarias en la planeación de un sistema aeroportuario, cualquiera que sea la categoría de sus pistas, para operaciones visuales o por instrumentos de precisión. Este estudio es muy importante para el funcionamiento eficaz de un aeropuerto, y se realiza en función de las diversas operaciones que se efectúan de acuerdo con las condiciones topográficas existentes y la aplicación de superficies imaginarias de protección de obstáculos cuyas dimensiones y pendientes longitudinales varían de acuerdo con la clasificación de las pistas, en función de su longitud básica en condiciones de atmósfera tipo, al nivel del mar y temperatura de 15 grados centígrados. No solamente el cumplimiento de estas reglas debe considerarse al estudiar la capacidad de los espacios aéreos de un aeropuerto, ya que estos también están relacionados con el proyecto del plan maestro, cuya

geometría tiene que estar acorde con los tipos de operaciones aeronáuticas que se realicen. Una mala disposición de las calles de rodaje o un recorrido demasiado largo hacia las plataformas, indudablemente influirá negativamente reduciendo el número de operaciones horarias que puede atender el sistema.

3. Estudio de ruido

Con la aparición de los aviones de reacción la intensidad del ruido en los alrededores de los aeropuertos se incrementó notablemente. La población en la vecindad de las terminales aéreas no sólo resintió molestias ocasionales, sino que en exposición severa y prolongada de los altos niveles de ruido, llegó a experimentar daño físico. Las quejas y protestas de los moradores motivó que varias naciones con tecnología avanzada, se propusieran desarrollar métodos propios de modelación del ruido y lineamientos, tanto para reducir sus efectos nocivos, como para la utilización compatible de los terrenos.

En México se han venido realizando estudios en los aeropuertos de mayor importancia desde la década de los setentas, aprovechando para ello la experiencia adquirida por otros países. Los métodos empleados en los estudios de ruido han sido los siguientes:

- Clasificación de ruido compuesto, (CNR, Composite Noise Raiting).
- Pronósticos de exposición al ruido, (NEF, Noise Exposure Forecast).
- Nivel de sonidos diurnos-nocturnos, (LDN, Day-Night Average Sound Level).

El método CNR fue utilizado en los primeros estudios de ruido con el objeto de tener una idea actual de los niveles de exposición del ruido en los aeropuertos; pero este método a pesar de tener la ventaja de ser fácil de usar, es poco preciso y no tiene aplicabilidad a futuro, por lo que ha caído en desuso, evolucionando los métodos NEF y LDN.

Desde 1978 se emplea en México el método LDN en los estudios de ruido, debido a que puede ser relacionado en forma directa con otras mediciones de ruido ambiental. Los valores LDN se obtienen mediante modelos de predicción para computadora. El programa calcula los puntos de las trayectorias de vuelo en condiciones de operación específicas, a fin de definir la localización de las fuentes de ruido en el espacio, en cualquier tiempo, y posteriormente analiza los archivos de datos almacenados que describen las características de emisión de ruido de cada tipo de avión. La propagación del sonido en la distancia especificada se calcula con la suma de todos los diferentes tipos de avión. La exposición al ruido en forma de isolíneas se computa con valores LDN 65, 70, 75 y 80; estos valores compuestos se basan en operaciones durante un periodo representativo de 24 horas del aeropuerto en estudio. El trazo permite definir las áreas de exposición al ruido en tierra, que asociadas a una clasificación del uso de terrenos en las inmediaciones del aeropuerto adoptada por el método LDN, proporciona los lineamientos generales de gran utilidad en la planeación de esas áreas circundantes.

4. Estudios de impacto ambiental

Los proyectos de aeropuertos tienen impactos potenciales en cinco grandes áreas: ruido, calidad del aire, calidad del agua, impactos sociales e impactos socioeconómicos inducidos.

Ruido

El impacto por ruido debe ser examinado cuando el proyecto involucra la localización del aeropuerto, localización de la pista y su extensión. El nivel de detalle necesario para la evaluación del impacto por ruido varía dependiendo de la situación. Sin embargo, deben considerarse las necesidades y deseos de la comunidad a que sirve o servirá el aeropuerto, estilos de vida locales y usos del suelo. Un propósito muy importante de la evaluación del impacto por ruido será el proporcionar información para asegurar que sea llevada a cabo la apropiada acción restrictiva, incluyendo la adopción de reglamentos locales. En una extensión razonable, esta acción debe restringir el uso del suelo en la vecindad inmediata de las actividades del aeropuerto.

Calidad del aire

Parece ser hasta ahora que la contaminación atmosférica procedente de los aviones en zonas alejadas de los aeropuertos es de carácter casi imperceptible, dadas las características de las emisiones de los aviones que vuelan a alturas de crucero y al proceso de dispersión en los grandes espacios. Sin embargo, en los aeropuertos y sus cercanías, este asunto reviste condiciones que merecen especial atención

Las condiciones climatológicas del aeropuero determinan el grado de contaminación en las proximidades. Cuando existen condiciones turbulentas en las capas inferiores de la atmósfera no es probable que las emisiones afecten perceptiblemente a la población. En cambio, cuando prevalecen condiciones atmosféricas estables durante largos periodos, las acumulaciones de agentes contaminantes pueden en ocasiones afectar al bienestar de los vecinos a sotavento del aeropuerto.

En el Cuadro 3.1 se muestran los productos de emisión normales de un motor de combustión y los efectos que produce.

La introducción de los turborreactores ha sido un gran paso hacia la reducción de emisiones contaminantes. Los aviones dotados de motores de reacción - la mayor parte de los comerciales en la actualidad - contribuyen muy poco a la contaminación del aire.

Si se comparan los productos de emisión procedentes de motores de distinto tipo, se observa en el Cuadro 3.2 la ventaja del turborreactor.

Para tener un orden de ideas respecto al alcance de la contaminación, en el Cuadro 3.3 se muestran los kilogramos de contaminante de los aviones comerciales actualmente más usuales en cada ciclo de operación.

Se denomina ciclo de operación al compuesto por las siguientes maniobras de la aeronave:

1) El avión arranca y marcha lentamente a la cabecera de la pista: 15 minutos.

2) El avión despega: 0.7 minutos.

3) El avión sube, alejándose: 2.2 minutos.

4) El avión baja, aproximándose: 4 minutos

5) El avión aterriza y se acerca lentamente al estacionamiento: 7 minutos.

Cuadro 3.1

PRODUCTOS DE EMISION NORMALES EN UN MOTOR DE COMBUSTION
Y SUS EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE

| Productos de emisión | | Efectos en el ambiente |
|---|---|---|
| No contaminantes | $CO_2$<br>$H_2O$ | -Ligeras modificaciones |
| Contaminantes | -NOx<br>-Hidrocarburos sin quemar<br>-Humos<br>-Oxidos de azufre<br>-CO<br>-Residuos de aditivos | -Neblinas smog<br>-Restricción de visibilidad<br>-Acciones fotoquímicas<br>-Acciones sobre la salud del hombre, la fauna y la flora<br>-Toxicidad<br>-Olores<br>-Acción destructiva sobre materiales (pinturas, etc.) |

Supóngase un aeropuerto con 300 operaciones diarias (150 salidas y 150 llegadas), con aviones tipo BO-727. En la parte del ciclo que se realiza dentro del propio recinto aeroportuario, se tendrían 8.316 kg de contaminantes que deben dispersarse en un espacio aproximado de 200,000,000 de metros cúbicos por ejemplo, si la atmósfera fuera estable y se acumulasen dichos productos. Esto produciría una concentración de 0.000041 gramos de contaminante por metro cúbico.

Cuadro 3.2

COMPARACION DE LOS PRODUCTOS DE EMISION DE DISTINTOS TIPOS DE MOTOR

| TIPOS DE MOTOR | PRODUCTOS DE EMISION | | |
|---|---|---|---|
| | % CONTAMINANTES | $\%CO_2$ | $\%H_2O$ |
| Alternativo ciclo Otto | 34 | 36 | 30 |
| Alternativo Diesel | 5 | 6[illegible] | 30 |
| Turborreactor | 1 | 70 | 29 |

Por supuesto se trata de una simplificación ya que por ejemplo en las capas bajas la concentración es mucho mayor que en las altas, y en el estacionamiento de aviones al arrancar los motores se producen concentraciones instantáneas que pueden ser molestas para los operarios que trabajan en el despacho de aeronaves. Pero lo que se pretende es dar una idea para enmarcar la magnitud del problema, especialmente desde el punto de vista de las comunidades vecinas al aeropuerto.

En cuanto a las medidas de mitigación, la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) y la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), impusieron estrictas normas a los fabricantes de motores de aviones y al mantenimiento de las compañías aéreas estableciendo un programa escalonado que terminó en 1980 para reducir a niveles muy bajos la emisión específica de cada uno de los contaminantes. En caso de no cumplir las restricciones se les cancelarían los certificados de homologación y en consecuencia la posibilidad de operar.

Otras medidas de mitigación son: a) Reducir las emisiones cuando los motores van a marcha lenta, mejorando el rendimiento de la combustión, cosa que podría lograrse haciendo que los inyectores de combustible descarguen parcialmente durante la marcha lenta, o dejando inoperativos parte de los inyectores, y b) la reducción de las esperas en los aeropuertos, solución que depende de la capacidad del aeropuerto y el control del tráfico aéreo.

Calidad del agua

Los impactos en la calidad del agua son causados por el escurrimiento superficial de las extensas áreas pavimentadas debido a las nuevas pistas, plataforma de operaciones, edificio terminal y estacionamiento de pasajeros y visitantes. Adicionalmente los proyectos de aeropuertos generan requerimientos de agua potable y de descarga de aguas residuales.

La construcción de aeropuertos puede contribuir a la disminución de la calidad de las aguas

superficiales. La calidad del agua puede ser afectada por la adición de materiales orgánicos e inorgánicos, solubles o insolubles en ríos y manantiales, volviendo inadecuadas las fuentes de agua para el soporte de la vida acuática y otros usos. Los cambios en la topografía, cobertura y composición del suelo en la vecindad de un sitio aeroportuario, pueden causar efectos en las corrientes y disminución de la recarga de acuíferos.

La explotación de bancos de materiales de construcción puede alterar la filtración natural, la retención de suelo y su capacidad de almacenamiento de agua. Un estudio de calidad del agua debe identificar la fuente y receptores de los materiales contaminantes y el grado de degradación que pueda causar la introducción de contaminantes en aguas superficiales y subterráneas. También debe considerarse el impacto en la calidad de los recursos de agua a través de una determinación de la capacidad de recarga y permeabilidad.

Las medidas de mitigación del impacto en la calidad del agua necesarias durante la etapa de construcción, incluyen la construcción de estructuras de retención, trampas de sedimentos, canales y taludes, barreras y recubrimientos.

La evaluación del impacto en la calidad del agua en la etapa de operación de las instalaciones aeroportuarias, debe incluir la erosión del suelo, disminución de la infiltración, derrames de aceites y combustibles y cantidades de agua potable y residual producidas.

Impactos sociales

Las comunidades vecinas al aeropuerto sienten miedo a un desastre aéreo, temor originado por el continuo paso de aviones, reforzado por los accidentes ampliamente difundidos por los medios informativos, con el sensasionalismo que aporta el hecho de ocasionar muchas muertes en forma simultánea.

Cualquier estudio estadístico sobre riesgo de muerte por avión en comparación con los otros modos de transporte muestra que dicha preocupación debería ser mucho menor que la de morir, por ejemplo, en accidentes de circulación en superficie y, sin embargo, este último no parece impresionar tanto a las comunidades.

En caso de accidente es un hecho que las zonas próximas a las cabeceras de las pistas poseen por simple estadística de paso de aviones un mayor riesgo. Sin embargo, las alturas a que vuelan fuera del recinto aeroportuario, son suficientes para las maniobras de aterrizaje forzoso en caso de fallas de motor, si disponen de un sitio en que posarse, o sea la pista y su zona de seguridad, situación que probablemente no ocurra en áreas muy lejanas a un aeropuerto.

El aeropuerto es un vecino molesto, que amenaza constantemente con expropiaciones, lo cual es un elemento desestabilizador de la propiedad y erosionante de su valor. Cuando ocurren este tipo de impactos es necesario: 1) estimar el número y características de las familias a ser desplazadas; 2) identificar los efectos de la perturbación del tráfico terrestre, incluyendo los efectos en las avenidas de la ciudad, áreas recreativas, y zonas residenciales y comerciales; 3) identificar el impacto en el vecindario cuyos hogares tengan que ser reubicados y 4) describir los negocios que serán desplazados y las consecuencias generales sobre la economía de la zona.

CUADRO 3.3
KILOGRAMOS DE CONTAMINANTE POR CICLO DE OPERACION

| AVION | | Marcha lenta salida (15 m) | Despegue (0.7 m) | Subida (2.2 m) | Aproximación (4m) | Marcha [illegible] (1 m) | Total parcial (28.9 m) | Total global |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BO-747 | CO | 89 | 0.36 | 13.4 | 39.3 | 41.5 | 183.6 | 219.64 |
| | HC | 17.1 | 0.02 | 2.48 | 7.5 | 0.042 | 27.1 | |
| | $NO_x$ | 1.15 | 1.43 | 3.28 | 0.9 | 0.537 | 7.3 | |
| | Humos | 0.5 | 0.18 | 0.46 | 0.27 | 0.23 | 1.64 | |
| DC-10 | CO | 79.26 | 0.32 | 11.93 | 35 | 37 | 163.47 | 195.46 |
| | HC | 15.23 | 0.017 | 2.20 | 6.68 | 0.037 | 24.16 | |
| | $NO_x$ | 1.02 | 1.27 | 2.92 | 0.8 | 0.478 | 6.48 | |
| | Humos | 0.445 | 0.16 | 0.41 | 0.24 | 0.20 | 1.46 | |
| BO-727 | CO | 32.5 | 0.13 | 4.9 | 14.36 | 15.17 | 67 | 80.1 |
| | HC | 6.26 | 0.0073 | 0.9 | 2.74 | 0.015 | 9.92 | |
| | $NO_x$ | 0.42 | 0.52 | 1.2 | 0.33 | 0.2 | 2.66 | |
| | Humos | 0.18 | 0.065 | 0.168 | 0.098 | 0.084 | 0.6 | |
| DC-9 | CO | 21.7 | 0.08 | 3.27 | 9.6 | 10.13 | 44.78 | 53.57 |
| | HC | 4.17 | 0.0048 | 0.6 | 1.83 | 0.010 | 6.61 | |
| | $NO_x$ | 0.28 | 0.35 | 0.8 | 0.22 | 0.13 | 1.78 | |
| | Humos | 0.122 | 0.044 | 0.112 | 0.066 | [illegible] | 0.4 | |

Desde el punto de vista de los residentes, no hay institución alguna que sea capaz de protegerlas del inexorable avance del aeropuerto y del deterioro del ambiente que viene aparejado. No obstante, existen pocas obras públicas en que la tecnología haya trabajado tanto para conocer y remediar sus efectos ambientales.

Impactos socioeconómicos

Algunos de los impactos socioeconómicos incluyen cambios en los patrones de migración y crecimiento de la población, demanda de servicios públicos y cambios en la actividad económica.

En los proyectos más recientes de nuevos aeropuertos en Puebla, Aguascalientes, Bahías de Huatulco, Lázaro Cárdenas, Monclova y Nogales, se han efectuado los estudios de impacto ambiental y se han propuesto las medidas de mitigación correspondientes; se localizan y orientan en función de los niveles de ruido y su dispersión; se aprovechan caminos y bancos de materiales ya existentes para conservar la cubierta vegetal; se usan fosas de sedimentación y decantación para control de la emisión de polvos a la atmósfera; se prevén reservas territoriales, tanto para crecimiento del mismo aeropuerto, como para mantener la separación adecuada hacia ciertas zonas de otros usos, etcétera.

## 3.3 Medida y análisis del sonido

Los sistemas de transporte son de las actividades humanas más importantes en la generación de ruido. Ya sea dentro de las ciudades, en las zonas aledañas, o en el campo, el ruido producido principalmente por los vehículos terrestres y aéreos se genera constantemente. Por supuesto que las obras en sí no son las generadoras del ruido, pero sí son el medio de desarrollo de actividades humanas, en este caso la transportación por medio de vehículos automotores que producen el ruido. Debe recordarse que en algunos casos las obras de ingeniería civil afectan directamente la calidad del medio o forman parte de un conjunto de factores que influyen en la calidad del ambiente. Desde este punto de vista serán analizadas las obras de sistemas de transporte.

El sonido es nuestra forma de comunicación más antigua e importante. En la actualidad se introduce en nuestras vidas en forma constantemente creciente. Nos presta grandes servicios: nos ofrece el remanso de la música y del canto, nos alerta y previene contra los peligros. Pero sus contraindicaciones son también importantes, con el avance de la moderna tecnología aumentan los niveles del sonido y los problemas derivados de tener que convivir con él.

Mientras la palabra "sonido" constituye una descripción objetiva de un fenómeno físico, la palabra "ruido" añade implicaciones subjetivas al sonido al que corresponde.

Cada vez es más evidente y aceptado que los sonidos superiores a ciertos niveles pueden destruir ambientes en otro caso agradables, hacer insoportables las zonas de residencia, reducir la eficiencia del trabajo y, a niveles superiores, producir lesiones auditivas y daños psicológicos sobre los individuos. Se puede establecer que el ruido es el sonido que no se puede tolerar y, por tanto, es algo que hay que eliminar o reducir a niveles aceptables.

### 3.3.1 Sonido

El sonido es una forma de energía mecánica, generada por la vibración de un objeto sólido y transmitida desde su fuente al oído por una compresión y expansión periódica del medio transmisor, como el aire o el agua. En el aire, a nivel del mar, el sonido viaja aproximadamente a 340 m/s.

La compresión y expansión periódica del aire, provoca fluctuaciones de presión cíclicas y aproximadas a la presión atmosférica media. Si una onda sonora es visualizada como una función trigonométrica seno, son de importancia dos parámetros: la frecuencia y la amplitud.

La **frecuencia** de un sonido señala el número de veces por segundo que se producen las variaciones de presión. El estampido de un trueno es de baja frecuencia y el silbido agudo de una flauta. es alta.

La **amplitud** es una medida de la fuerza de las variaciones de presión que dan lugar al sonido. El zumbido de una abeja es de pequeña amplitud y el rugido de la sirena de un barco es de gran amplitud.

La presión instantánea debida al sonido es una función del tiempo, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$P(t) = P_A + p(t) \qquad (3.1)$$

donde:

$P(t)$ es la presión instantánea

$P_A$ es la presión atmosférica

$p(t)$ es la presión disturbada debido al sonido

El nivel de presión promedio de este tipo de función cíclica se define frecuentemente con un tipo de promediación de raíz media cuadrática (rmc). De la física básica, la relación entre la rmc y valores pico de una función sinusoidal es:

$$P = P_{rmc} = \frac{P_{max}}{2} \qquad (3.2)$$

así

$$P_T = P_A + P \qquad (3.3)$$

donde

$P_T$ = presión total promedio

$P$ = presión sonora rmc

En adelante, el término presión sonora se refiere al valor rmc.

Las presiones sonoras son muy pequeñas comparadas con la presión atmosférica. De acuerdo con Mestre y Wooten (1980), para dos personas apartadas aproximadamente un metro, la conversación normal provoca presiones sonoras recibidas por el oído de aproximadamente una millonésima de un bar (1 bar = 100 kPa; 1.013 bar = 1 atm). La presión sonora proveniente de varias fuentes puede ser recibida simultáneamente. Cuando se añaden presiones sonoras rmc, el método es elevar al cuadrado los valores de presión, luego se suman y entonces se obtiene la raíz cuadrada como lo muestra el siguiente ejemplo:

---

Problema ejemplo 3.1

Dos sonidos individuales provocan una presión sonora al mismo receptor de 2.0 y 3.0 microbares.¿Cuál es la presión sonora recibida cuando ambos sonidos se combinan?

Solución:

$$P = \sqrt{(2.0)^2+(3.0)^2} = 3.6 \ \textit{microbares}$$

---

### 3.3.2 Ruido

El ruido se define comúnmente como un sonido no deseado o desagradable. Esto implica que el ruido causa disturbios o que tiene efectos adversos a los humanos, animales domésticos, o vida salvaje. El ruido es casi siempre una mezcla de una multitud de sonidos, compuesto de muchas frecuencias a diferentes niveles de sonoridad (Mestre y Wooten, 1980). La sensitividad de las personas difiere, y la distinción entre ruido y sonido es subjetivo y algunas veces muy difícil de hacer (como en el caso del rock). En cuanto a la molestia con que el ruido es percibido, son factores importantes la variación en el tiempo (estático o intermitente), su duración (corto o largo), su localización (en la ciudad o en los alrededores), y la hora del día en la que ocurre. Debido a que la percepción del ruido es bastante subjetiva, a continuación se discute acerca del oído humano.

Aunque no es tan bueno como el de muchos animales, el oído humano es verdaderamente notable; podemos escuchar sonidos con frecuencias desde aproximadamente 15 Hertz (Hz), hasta aproximadamente 20,000 Hz (Hz es igual que ciclos por segundo). El oído humano puede escuchar sonidos sobre un ámbito muy amplio de presión sonora, desde aproximadamente 0.0002 microbares hasta aproximadamente 10,000 microbares. Sin embargo la respuesta auditiva no es lineal con

respecto a presiones y frecuencias, debido a la no linealidad de la respuesta auditiva humana se ha desarrollado una escala logarítmica para medir presiones sonoras. Ruido o sonido se reporta como "nivel de presión acústica" definida como la relación logarítmica de la presión acústica con respecto a la presión de referencia. La presión de referencia es la frontera de la audición humana 0.0002 microbares. La ecuación que la define es:

$$NPA = 10\log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 \qquad (3.4)$$

donde

*NPA* es el nivel de presión acústica

*P* presión sonora en microbares

$P_0$ presión de referencia, 0.0002 microbares

Las unidades del *NPA* son los decibeles (dB). La medición del NPA se hace mediante un filtro o sistema de filtros que representan la respuesta de frecuencia del oído. Si bien existen otras técnicas algo más precisas, pero más complicadas, se está difundiendo la escala de niveles de presión acústica con ponderación A correspondiente a la respuesta auditiva humana, procedimiento que se recomienda para uso general. Los medidores del sonido se llaman sonómetros.

El sonómetro es un aparato para medidas acústicas, que responde al sonido de forma parecida a como lo hace el oído humano, que da una indicación objetiva y reproducible del nivel sonoro y que está básicamente constituido como se muestra en la Figura 3.2

Los sonómetros tienen una malla electrónica calibrada para simular automáticamente la respuesta auditiva humana cuando miden niveles de presión sonora en unidades *dBA*.

En el Cuadro 3.4 se listan algunos sonidos comunes y sus correspondientes presiones acústicas y *NPA*.

Cuando se tienen varios sonidos independientes, debido a la definición de NPA, no se pueden simplemente sumar los valores de *dBA*. Primero se deben convertir los *dBA* a presiones acústicas (en microbares) usando la ecuación 3.4. Entonces, debido a que las presiones acústicas representan promedios de raíz media cuadrática (rmc), se deben sumar sus cuadrados para obtener el cuadrado de la presión sonora combinada. Después se convierte el cuadrado de la presión acústica combinada a *dBA*.

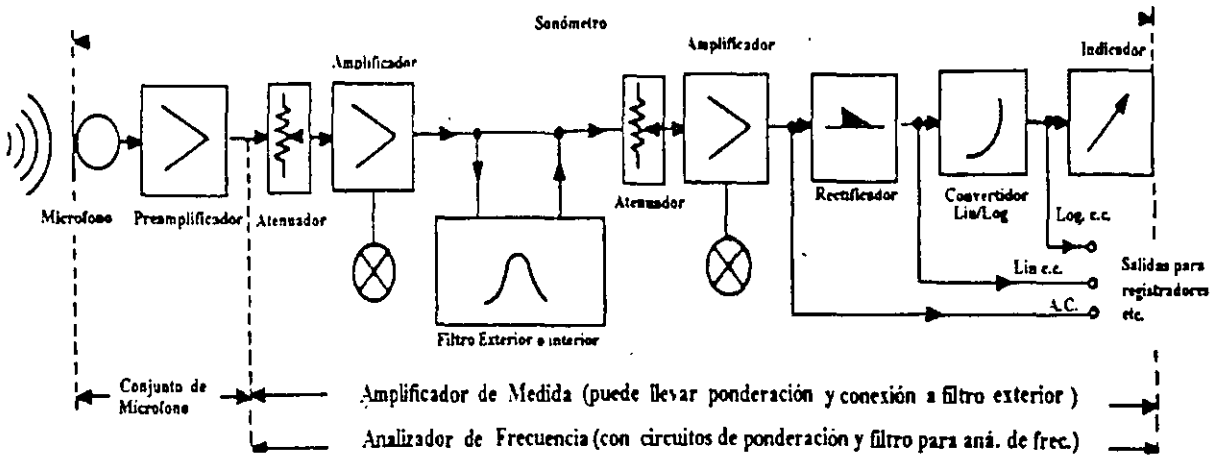



Figura 3.2 Constitución básica de un sonómetro

CUADRO 3.4

ALGUNOS SONIDOS COMUNES, SUS PRESIONES ACUSTICAS Y NPA

| Sonido | Presión (microbar) | NPA dBA |
|---|---|---|
| Frontera de audición humana | 0.0002 | 0.0 |
| Respiración humana | 0.00063 | 10.0 |
| Conversación normal | 0.20 | 60.0 |
| Automóvil a 6 metros | 1.0 | 74.0 |
| Crucero transitado | 6.3 | 90.0 |
| Podadora y camión recolector de basura | 20.0 | 100.0 |
| Motocicleta a 6 metros | 63.0 | 110.0 |
| Nivel pico de un grupo de rock | 200.0 | 120.0 |
| Aeronave Jet a 60 metros | 200.0 | 120.0 |
| Aeronave Jet a 6 metros | 2000.0 | 140.0 |
| Perforadora neumática a 1 metro | | 108.0 |
| Bulldozer a 15 metros | | 94.0 |
| Motoescrepa y camión pesado a 15 metros | | 93.0 |
| Camión de volteo y mezcladora de concreto a 15 metros | | 76.0 |
| Vibrador de concreto a 15 metros | | 64.0 |

Problema ejemplo 3.2

¿ Cuál es el nivel de presión acústica de dos sonidos combinados de 80 dBA y 70 dBA ? Recalcule el problema para dos sonidos de 80 dBA cada uno.

Solución

Para el primer caso :

$$NPA_1 = 80 \text{ dBA}$$

$$\left(\frac{P_1}{P_o}\right) = inv \log \frac{80}{10} = 1.0 \times 10^{8} \ \mu \ bares$$

$$NPA_2 = 70 \text{ dBA}$$

$$\left(\frac{P_2}{P_o}\right)^2 = 1.0 \times 10^{7} \ \mu \ bares$$

$$\left(\frac{P_3}{P_o}\right)^2 = 1.0 \times 10^{8} + 1.0 \times 10^{7} = 1.1 \times 10^{8}$$

$$NPA_3 = 10\log\left(\frac{P_3}{P_o}\right)^2 = 80.4 \ dBA$$

En el segundo caso

$$NPA_1 = NPA_2 = 80 \text{ dBA}$$

$$\left(\frac{P_3}{P_o}\right)^2 = 1.0 \times 10^{8} + 1.0 \times 10^{8} = 2.0 \times 10^{8}$$

$$NPA_3 = 10 \log \left(\frac{P_3}{P_o}\right)^2 = 83.0 \ dBA$$

### 3.3.3 Efectos del ruido en la salud humana

Se han observado los siguientes efectos del ruido en la población:

1. Interferencia en la comunicación humana;
2. Pérdida de audición;
3. Perturbación del sueño;

4. Estrés;

5. Molestias: y

6. Disminución de la eficiencia laboral

A continuación se describen estos efectos.

Interferencia en la comunicación humana

Aunque no se cuenta con pruebas que lo confirmen, se cree que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones. Tanto en oficinas como en escuelas y hogares, la interferencia en la conversación constituye una fuente importante de molestias.

El nivel acústico con ponderación A es un índice práctico y bastante preciso de la interferencia en la comunicación oral.

Generalmente es posible expresar la relación entre niveles de ruido e inteligibilidad del habla basándose en los supuestos y observaciones empíricas de que, para distancias de alrededor de un metro entre hablante y oyente:

a) Las palabras de la conversación reposada son inteligibles en un 100 % con niveles de ruido de fondo de unos 45 dBA, y pueden entenderse bastante bien con niveles de 55 dBA; y

b) Las palabras articuladas con un esfuerzo ligeramente mayor pueden entenderse bien con un nivel de ruido de 65 dBA.

En los casos en que las señales vocales tienen una importancia fundamental, por ejemplo en clases o conferencias, o cuando se trata de oyentes que han perdido capacidad auditiva, como en hogares para ancianos, es conveniente que sean más bajos los niveles de ruido de fondo.

Pérdida de audición

La pérdida de audición puede ser permanente o temporal. El desplazamiento temporal del umbral inducido por el ruido (DTUIR) representa una pérdida transitoria de agudeza auditiva, sufrida después de una exposición relativamente breve al ruido excesivo. Al cesar éste, se recupera con bastante rapidez la audición que se tenía antes de la exposición. El desplazamiento permanente del umbral inducido por el ruido (DPUIR) constituye una pérdida (sensorioneural) irreversible causada por la exposición prolongada al ruido. Se pueden sufrir sumultáneamente ambos tipos de pérdida y también presbiacusia, que es la reducción permanente de la capacidad auditiva atribuida al proceso natural de envejecimiento. La pérdida de audición inducida por el ruido es gradual, comúnmente en un periodo de años. Cuando la pérdida de audición ha sido por la exposición prolongada a ruido excesivo, por lo general va acompañada de la destrucción de células pilosas del oído interno.

s datos disponibles revelan que varía mucho la susceptibilidad humana al DPUIR. Por lo tanto, riesgo que implica un ambiente ruidoso se describe en función del "riesgo de trastorno auditivo". Este puede expresarse como el porcentaje de personas expuestas a ese ambiente que previsiblemente sufrirán trastornos auditivos inducidos por el ruido, descontando las pérdidas de audición que obedezcan a otras causas. Ahora se acepta que el riesgo es mínimo con la exposición a ruidos de un nivel de presión acústica contínua equivalente con ponderación A (Neq) (8-h), inferior a 75 dBA, pero aumenta cuando se eleva este nivel. Sobre la base de criterios nacionales acerca del "riesgo aceptable", muchos países han adoptado en sus reglamentos y normas recomendables límites de exposición al ruido industrial de 85 dBA ± 5 dBA.

Aún no está claro si las normas sobre el riesgo de trastorno auditivo que se han mencionado pueden aplicarse a los ruidos impulsivos de muy corta duración. Los datos disponibles indican que existe un riesgo considerable cuando los niveles acústicos alcanzan 140-150 dB, según características temporales del impulso sonoro.

Si bien varía mucho la sensibilidad individual, en particular a los estímulos de alta frecuencia, el umbral de dolor en el oído normal corresponde a la escala de niveles de presión acústica de 135-140 dB.

Siempre que sea posible, se deben abordar los problemas de la lucha contra el ruido en la misma fuente, es decir, tratar de disminuir la cantidad de ruido que se produce. Una opción aceptable consiste en librar a las personas del ruido mediante un sistema de aislamiento, como recintos insonorizados, tabiques y barreras acústicas. Si no es posible hacerlo, también se puede reducir el riesgo al mínimo limitando la duración de la exposición. Solamente en los casos en que no sean viables estas medidas contra ruido, se considerará la protección individual del oído. Estos dispositivos brindan protección, pero entrañan algunos problemas como los de colocación y uso adecuado y cierto grado de incomodidad.

Si existe riesgo de trastorno auditivo se practicarán exámenes audiométricos a los trabajadores antes de contratarlos y durante el tiempo que cointinúen en su empleo, con el propósito de detectar alteraciones de la agudeza auditiva que sugieran la posible aparición de DTUIR e iniciar las medidas preventivas.

Perturbación del sueño

El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño y también despertar a quienes están ya dormidos.

Algunos estudios han indicado que la perturbación del sueño se manifiesta cada vez más a medida que los niveles de ruido ambiental sobrepasan los 35 dBA de Neq. Se ha encontrado que existe un 5% de probabilidades de que los sujetos despierten con un nivel acústico máximo de 40 dBA, y esas probabilidades aumentan al 30% con 70 dBA.

Dentro de una población pueden existir diferencias en la sensibilidad al ruido relacionadas, por ejemplo, con la edad y el sexo. Se ha comprobado que sólo se produce adaptación cuando los

estímulos sonoros son de escasa intensidad. Aún cuando el sueño resulta más alterado por ruidos ricos en información, se ha observado habituación a ese tipo de ruidos. De acuerdo con los limitados datos disponibles, se recomienda un Neq inferior a los 35 dBA para preservar el proceso reparador del sueño.

Estrés

Se han producido en el laboratorio efectos sobre la circulación general, como constricción de los vasos sanguíneos, y se ha detectado una incidencia elevada de trastornos circulatorios, incluida la hipertensión, en trabajadores expuestos al ruido. Se ha señalado que la presión sanguínea tiende a ser más alta en las poblaciones que viven en zonas ruidosas contiguas a aeropuertos, pero no se han presentado pruebas concluyentes al respecto.

El ruido afecta el sector simpático del sistema nervioso autónomo. La dilatación pupilar, la bradicardia y el aumento de conductancia cutánea son proporcionales a la intensidad del ruido para NPA superiores a 70dB, sin que exista adaptación al estímulo.

El ruido intenso puede producir otros trastornos del simpático, tales como alteraciones de la motilidad gastrointestinal. Las historias clínicas de trabajadores han mostrado que, además de una mayor incidencia de pérdida de audición, es más elevada la prevalencia de úlceras pépticas en los grupos expuestos al ruido; no obstante, no se ha establecido una relación causal.

Molestias

Las molestias relacionadas con el ruido pueden definirse como sensaciones desagradables que el ruido provoca. La capacidad de causar molestias de un ruido depende de muchas de sus características físicas, entre ellas su intensidad, su espectro y las variaciones de éste a lo largo del tiempo. Sin embargo, en las reacciones de molestia influyen muchos factores no acústicos de carácter social, psicológico o económico, y existen considerables diferencias entre las reacciones individuales ante un mismo ruido.

Cualquiera que sea la escala usada para expresar la exposición al ruido, es preciso reconocer que con cualquier grado de molestia causada por el ruido, las reacciones varían considerablemente como consecuencia de las diferencias psicosociales. Una técnica útil para indicar el posible margen de variación individual consiste en usar una curva patrón que muestre el porcentaje de personas que sufrirán molestias en función del nivel de ruido.

Se han establecido esas curvas para diversos géneros de ruido, pero sobre todo para el ruido provocado por aviones o por el tránsito automotor. Sobre esta base, se puede llegar a la conclusión de que en zonas residenciales donde la exposición diurna al ruido sea inferior a un Neq de 55 dBA, serán pocas las personas que sufrirán molestias graves. Se recomienda ese nivel como límite conveniente de exposición al ruido para la comunidad en general, aunque será difícil mantenerlo en muchas zonas urbanas. Algunos residentes tal vez consideren demasiado alto ese nivel, especialmente porque en muchas zonas suburbanas y rurales, los niveles acústicos son en la actualidad considerablemente inferiores.

Efectos sobre el rendimiento

El efecto del ruido sobre el rendimiento en el trabajo ha sido estudiado fundamentalmente en laboratorio y, en cierta medida, en situaciones laborales; no obstante, se han efectuado muy pocos o ningún estudio de los efectos del ruido sobre la productividad en situaciones reales. Es evidente que cuando una tarea implica señales auditivas de cualquier tipo, un ruido de tal intensidad que enmascare la percepción de esas señales o interfiera en dicha percepción, dificultará la realización de la tarea.

El ruido puede actuar como elemento de distracción, según la significación del estímulo, y puede también afectar el estado psicofisiológico del individuo. Un acontecimiento nuevo como el comienzo de un ruido extraño, causará distracción e interferirá en muchos tipos de tareas. Los ruidos impulsivos (como los estampidos sónicos), pueden producir efectos disociadores como resultado de sobresaltos, a los que es más difícil habituarse.

El ruido puede modificar el estado de alerta del individuo y aumentar o disminuir la eficiencia.

El desempeño de tareas que implican actividades monótonas no siempre resulta afectado por el ruido. En el extremo contrario, las actividades mentales que implican concentración, reunión de información y procesos analíticos, parecen ser particularmente sensibles al ruido. Se ha señalado que en la industria el mejor indicador de los efectos del ruido sobre el desempeño laboral es un aumento de accidentes.

### 3.3.4 Evaluación del impacto por ruido

El primer paso en la evaluación del impacto por ruido es hacer un inventario del ruido ambiental existente. Se usan mediciones presentes y modelos matemáticos. Es importante la consulta de las normas técnicas ecológicas. Enseguida, deben predecirse los niveles de ruido esperados debidos al proyecto propuesto, tanto en la fase de construcción como en la de operación. Finalmente, deben identificarse algunas medidas de mitigación para la reducción del ruido, para su posible implantación.

Como ejemplo de medida de mitigación, se puede incrementar la zona de amortiguamiento entre el proyecto y el vecindario. Los niveles sonoros a partir de la fuente se disipan rápidamente con la distancia, como lo muestra la siguiente ecuación

$$NPA_2 = NPA_1 - 20 \log \frac{D_2}{D_1} \qquad (3.5)$$

donde

$NPA_2$ es el nivel de presión acústica recibida a la distancia $D_2$ a partir de la fuente.

$NPA_i$ es el nivel de presión acústica recibida a la distancia $D_i$, a partir de la fuente.

Otras medidas de mitigación incluyen el uso de equipo silenciador y levantamiento de barreras acústicas.

## 3.4 Obras para la navegación marítima y fluvial

Es obvio que las obras para la navegación marítima y fluvial influyen en la calidad del agua.

En la etapa de construcción de una obra fluvial destinada a la navegación, como muelles, muros de contención y en general, obras para acondicionamiento para la navegación, las perturbaciones del régimen de los ríos y la remoción de material de las márgenes y el fondo de los cauces, produce el desprendimiento de partículas que pasan a formar parte de la corriente en forma de sólidos suspendidos o disueltos en el agua. Lo anterior propicia el aumento de la turbiedad y cambio en el potencial hidrógeno (pH), además de variaciones en el olor del agua. Estas alteraciones normalmente son temporales, pero en condiciones especiales podrían ser permanentes, por ejemplo, un mal diseño de obras para controlar el régimen de una corriente puede erosionar las márgenes del río, o bien, en caso de obras que cuenten con muros de retención que permitan el paso constante de material sólido, la turbiedad del agua será también frecuente. Es posible que durante la construcción se presenten cambios en las características químicas del agua.

Como ejemplo de la influencia que puede tener en el ambiente la construcción de obras destinadas a la navegación fluvial, se presenta a continuación un estracto del artículo publicado en Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering Division.

> " La construcción de un canal navegable entre los ríos St. John e Indian ha sido el interés de la localidad por más de 36 años. Se han preparado numerosos reportes con la intención de justificar el canal con base en análisis de costo-beneficio. La iniciación de la construcción del canal Cruz-Barge, Florida, abrió nuevas esperanzas.
>
> El reconocimiento de posibles daños ambientales causados por la excavación y construcción de estructuras en los ríos, requirió reconsideraciones del alineamiento y el régimen de flujo. Profesionales de las ciencias del ambiente han sido de gran ayuda en la evaluación de los proyectos. Sus recomendaciones han sido orientadas a la construcción causando mínimas perturbaciones en los ríos".

Con respecto a la construcción de obras marítimas para la navegación, como puertos, muelles, escolleras, diques, etcétera, también existen perturbaciones en el régimen marítimo, aunque en menor escala. Los componentes de materiales de construcción y desechos de la misma, como impermeabilizantes o productos derivados del petróleo, pueden alterar temporalmente la calidad de las aguas marítimas en el sitio de la construcción. Fallas en el diseño o construcción de alguna de las obras portuarias podrían propiciar erosión en las costas y por ende un aumento de la turbiedad.

La construcción y operación de los puertos marítimos incide de manera directa en zonas litorales. Su localización afecta en forma variable a los componentes del ecosistema acuático, ya que pueden ser establecidos en zonas con un alto aprovechamiento pesquero o en zonas ecológicamente importantes, como las arrecifales y de manglares. Por estas razones, las descargas continuas de aguas residuales y emisiones atmosféricas que se generan, pueden ocasionar la degradación de los usos del suelo en las zonas aledañas, incluyendo zonas habitacionales y turísticas.

La ubicación de descargas de aguas residuales en puntos específicos que no representen alto valor ecológico, social o económico, protegerán a estas zonas de perturbaciones mayores. El diseño de emisores submarinos para esta finalidad, ha resultado una opción viable en la prevención de impactos a las comunidades acuáticas.

La intrumentación de programas de emergencia para atender a posibles contingencias causadas por el derrame de sustancias contaminantes, debe ser prevista en aquellos puertos con alta actividad industrial.

Durante la operación, fallas en la seguridad de la trayectoria de los buques dentro del puerto pueden provocar accidentes.

FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*La Ingeniería y el Medio Ambiente*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Telefonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## LA INGENIERÍA Y EL MEDIO AMBIENTE

DENTRO DE LOS ASPECTOS BÁSICOS QUE DEBEN INCLUIRSE EN UNA M.I.A., ESTÁ LA DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ORIGINAL Y PARA SUSTENTAR EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE, DEBEN CONSIDERARSE PREVIAMENTE ALGUNOS CONCEPTOS COMO LOS QUE SE MENCIONAN A CONTINUACIÓN:

**ECOLOGÍA:**
EN 1869 EL BIÓLOGO ALEMÁN ERNEST HAECKEL, INTRODUJO EL CONCEPTO ECOLOGÍA DEFINIÉNDOLA COMO EL ESTUDIO DE LA ECONOMÍA DE LA NATURALEZA Y LA INVESTIGACIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE PLANTAS Y ANIMALES CON EL MEDIO ORGÁNICO E INORGÁNICO DONDE HABITAN.

EN 1895 EL DANÉS EUGEN WARMING, DIO A CONOCER UN TRABAJO TITULADO GEOBOTÁNICA ECOLÓGICA, DONDE PLANTEO LA FORMA COMO LAS COMUNIDADES VEGETALES AJUSTAN SUS FORMAS Y COMPONENTES VITALES A LOS FACTORES AMBIENTALES.

LA ECOLOGÍA SEGÚN RAMÓN MARGALEFF, ES UNA CIENCIA DE SÍNTESIS DONDE SE COMBINA ELEMENTOS DE DIFERENTES DISCIPLINAS, CON SUS PROPIOS PUNTOS DE VISTA. LA ECOLOGÍA INCLUYE EL TRABAJO DE LA MEDICINA, SOCIOLOGÍA, INGENIERÍA, AGRONOMÍA, MICROBIOLOGÍA, ECONOMÍA, BIOLOGÍA, ZOOLOGÍA, METEOROLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA ENTRE OTRAS CIENCIAS.

EL ÁMBITO DE LA ECOLOGÍA SE PUEDE APRECIAR EN EL SIGUIENTE CUADRO:

| DISCIPLINA | NIVEL DE ESTUDIO |
|---|---|
| FISICA Y QUIMICA | ATOMOS<br>MOLÉCULAS |
| BIOLOGÍA | MACROMOLÉCULAS |
| CITOLOGÍA | CÉLULA |
| HISTOLOGÍA | TEJIDOS |
| ANATOMÍA | ÓRGANOS<br>ORGANISMOS |
| ECOLOGÍA | POBLACIONES<br>COMUNIDADES<br>ECOSISTEMAS |

**ECOSISTEMAS:**
EN LOS SERES VIVOS SON PARTE DE COMUNIDADES INTEGRADAS POR INDIVIDUOS DE DIFERENTES ESPECIES.

UN BOSQUE, POR EJEMPLO, COMPRENDE UN NUMERO CONSIDERABLE DE ÁRBOLES Y OTROS ELEMENTOS COMO EL SUELO, QUE INCLUYE A SU VEZ UNA CAPA DE DESECHOS VEGETALES Y DE HIERBA.

EN EL BOSQUE TAMBIÉN HABITAN ANIMALES QUE PUEDEN SER GUSANOS, INSECTOS, AVES, ROEDORES, MAMÍFEROS O SERPIENTES ENTRE OTROS.

LA EXISTENCIA Y SUPERVIVENCIA DE TODOS LOS SERES VIVOS, DEPENDE DE DIVERSOS FACTORES, COMO LA HUMEDAD DEL SUELO, QUE A SU VEZ ESTA CONDICIONADA A LAS

PRECIPITACIONES, PERMEABILIDAD Y EVAPOTRANSPIRACIÓN, QUE ES CONSECUENCIA DE LA TEMPERATURA Y CLIMA EN GENERAL. EL CLIMA ESTA EN CONCORDANCIA CON LA TOPOGRAFÍA CON LA TOPOGRAFÍA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA.

TODA LA COMUNIDAD MENCIONADA EN EL EJEMPLO ANTERIOR CONSTITUYE UN ECOSISTEMA, EL CUAL SE DIVIDE EN BIOCENOSIS, QUE COMPRENDE LA COMUNIDAD DE ORGANISMOS Y AL ESCENARIO FÍSICO DENOMINADO BIÓTOPO.

HACIENDO EXTENSIVO EL CONCEPTO, UN LAGO, UN BOSQUE O EL MAR SON ECOSISTEMAS DIFERENTES, PERO CON FRONTERAS COMUNES E INTERCONEXIONES ESTABLECIDAS. TAL ES EL CASO DE UNA ACTIVIDAD DE INTERCAMBIO SUMAMENTE ACTIVO.

A PARTIR DEL ANÁLISIS DE MÚLTIPLES EJEMPLOS DE INTERRELACIONES, SE PUEDE DECIR QUE TODOS LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES INTEGRAN UN AMPLIO CONJUNTO DENOMINADO BIOSFERA.

**BIÓSFERA.**
SE DENOMINA ASÍ AL SUPERCONJUNTO DE SERES VIVOS QUE HABITAN LA TIERRA; ESTIMÁNDOSE QUE ESTÁ INCLUYE UN NÚMERO APROXIMADO DE ESPECIES DISTINTAS QUE EN LA ACTUALIDAD ALCANZA LOS DOS MILLONES APROXIMADAMENTE.

LOS SERES VIVOS EXISTEN EN UNA PORCIÓN RESTRINGIDA AL SUELO DEL PLANETA, CAPAS DE AIRE Y AGUA

EL AGUA EN PARTICULAR SE LOCALIZA EN TODA LA SUPERFICIE TERRESTRE, ADEMÁS DE LA ATMÓSFERA Y EN EL INTERIOR DE LA PROPIA MATERIA VIVA DONDE OCURREN MÚLTIPLES REACCIONES METABÓLICAS ENTRE LAS SUSTANCIAS DISUELTAS EN UN MEDIO FUNDAMENTALMENTE ACUOSO.

EL AGUA POSEE PROPIEDADES DE SUMA IMPORTANCIA QUE LE PERMITEN TOMAR UN PAPEL REGULADOR TERMOSTÁTICO DEL CLIMA TERRESTRE, DADAS SUS CAPACIDADES CALORÍFICAS, DE FUSIÓN Y DE EVAPOTRANSPIRACIÓN.

EL SUELO ES UN MEDIO COMPLEJO INTEGRADO POR MATERIALES SUPERFICIALES PRODUCTO DE LA DESINTEGRACIÓN DE LA ROCA MADRE, AGUA, DESECHOS ORGÁNICOS Y ORGANISMOS VIVOS COMO BACTERIAS Y HONGOS CUYOS HABITANTES SON PRECISAMENTE LAS CAVIDADES DEL SUELO. EN ESTE MEDIO INTERVIENEN ADEMÁS LOS AGENTES ATMOSFERICÓS QUE PROVOCAN LA EROSIÓN DEGENERATIVA DEL SUELO.

LA ATMÓSFERA CONTIENE UNA MEZCLA DE GASES QUE INTEGRAN EL AIRE, PERMITIENDO EL DESARROLLO DE LA VIDA ÚNICAMENTE EN SUS CAPAS INFERIORES, ES DECIR A UNA ALTITUD COMPRENDIDA ENTRE LOS 15,000 METROS SOBRE EL ECUADOR Y LOS 900 METROS EN LOS POLOS.

PARA EL ESTUDIO ECOLÓGICO RESULTA MUY IMPORTANTE EL ESTUDIO DEL SUSTRATO SÓLIDO DE LA BIOSFERA, YA QUE CONSTITUYE NO SOLO EL SOPORTE FÍSICO PARA LA MAYOR PARTE DE ORGANISMOS NO ACUÁTICOS, SINO QUE INCLUYE ADEMÁS LAS RESERVAS DE AGUA Y LOS MINERALES NECESARIOS PARA LA VIDA VEGETAL.

**VIDA Y ENERGÍA.**
LOS SERES VIVOS CUENTAN CON UNA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS INTEGRADAS POR HIDRATOS DE CARBONO, PROTEÍNAS, LÍPIDOS Y ÁCIDOS

NUCLEICOS, OBTENIDO TODO ESTE CONJUNTO A PARTIR DE MATERIA INICIAL Y ENERGÍA, PRINCIPALMENTE DEL SOL.

A LOS ORGANISMOS CAPACES DE ELABORAR SUSTANCIAS ORGÁNICAS, A PARTIR DE SUSTANCIAS INORGÁNICAS SENCILLAS Y ENERGÍAS SE LES CONOCE COMO PRODUCTORES PRIMARIOS. ESTA FACULTAD ES EXCLUSIVA DE LAS PLANTAS VERDES, QUIENES LO REALIZAN A TRAVÉS DEL PROCESO NATURAL LLAMADO FOTOSÍNTESIS.

ESTOS PRODUCTORES PRIMARIOS, CAPTAN LUZ SOLAR Y LA ALMACENAN COMO ENERGÍA QUÍMICA, ADEMÁS DE INCORPORAR ALGUNOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE COMO: NITRÓGENO, FÓSFORO, HIERRO, ETC.

CON TODO ELLO LOS PRODUCTORES PRIMARIOS CONSTRUYEN UNA GRAN DIVERSIDAD DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS, QUE SE INTEGRAN AL PROPIO CUERPO DEL ORGANISMO VEGETAL, PROPORCIONÁNDOSE ASI MISMO LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS QUE REQUIEREN PARA SU CRECIMIENTO. POR ESTA PROPIEDAD SE LES DENOMINA AUTÓTROFOS.

**CADENAS ALIMENTICIAS Y NIVELES TRÓFICOS.**
UNA VEZ QUE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS ELABORAN SU PROPIO ALIMENTO Y ALMACENAN BUENA PARTE DEL MISMO, SE CONVIERTEN EN UN PRIMER ESLABÓN. PARA QUE OTROS ORGANISMOS PUEDAN UTILIZARLOS COMO ALIMENTO; A ESTOS SE LES DENOMINA CONSUMIDORES O HETERÓTROFOS. LAS CUALES PUEDEN COMER PLANTAS VERDES (HERBÍVOROS), Y OTROS ALIMENTARSE DE OTROS CONSUMIDORES (CARNÍVOROS), DIFERENCIÁNDOSE LOS CARNÍVOROS QUE COMEN HERBÍVOROS, DE LOS QUE SE ALIMENTAN DE OTROS CARNÍVOROS. ASÍ PUES, PLANTAS, HERBÍVOROS, CARNÍVOROS Y AVES DE RAPIÑA , SON EJEMPLOS DE DIFERENTES NIVELES DE ALIMENTACIÓN O NIVELES TRÓFICOS, ENTRE LOS CUALES EXISTEN RELACIONES DE INTERDEPENDENCIA TAMBIÉN CONOCIDA COMO CADENAS O REDES ALIMENTICIAS. EL HOMBRE SE UBICA EN TODO ELLO DENTRO DEL GRUPO DE ORGANISMOS QUE TOMA ALIMENTOS DE DIFERENTES NIVELES, A ESTOS ORGANISMOS SE LES DENOMINA OMNÍVOROS.

EXISTEN ADEMÁS OTROS ORGANISMOS QUE SUBSISTEN POR SU ACCIÓN PARA DESCOMPONER O TRANSFORMAR MEDIANTE PROCESOS ENZIMÁTICOS LOS RESTOS ORGÁNICOS; ABSORBIENDO PARA SU ALIMENTACIÓN LAS SUSTANCIAS QUE LE SON NECESARIAS. A ESTOS ORGANISMOS COMO LAS BACTERIAS Y LOS HONGOS SE LES DENOMINA DESCOMPONEDORES, DEGRADADORES, TRANSFORMADORES O REDUCTORES; PUES SU ACCIÓN TRANSFORMA LA MATERIA ORGÁNICA HASTA MOLÉCULAS INORGÁNICAS.

**CICLO DE MATERIA.**
CON SU LABOR, LOS MICROORGANISMOS DESCOMPONEDORES DEVUELVEN AL MEDIO UNA SERIE DE ELEMENTOS NUTRITIVOS QUE HABÍAN SIDO INCORPORADOS A LA MATERIA VIVA POR LOS AUTÓTROFOS; QUE POSIBLEMENTE OTROS DE ESTOS ÚLTIMOS VUELVAN A UTILIZAR DICHOS ELEMENTOS NUTRITIVOS. DE ESTA MANERA, LA UTILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DENTRO DE LA BIÓSFERA ES CÍCLICA, AUNQUE EXISTEN PÉRDIDAS POR DIFERENTES CAUSAS. PARA EL MANTENIMIENTO DE LA VIDA ES IMPRESCINDIBLE EL FUNCIONAMIENTO CABAL DE LAS REDES ALIMENTARIAS YA QUE NO EXISTEN FUENTES EXTERIORES.

EL HOMBRE Y EL MEDIO.
EL HOMBRE POR SU NATURALEZA DEPENDE DEL MEDIO, DE LOS ALIMENTOS, DEL CLIMA DEL AGUA Y OTROS ELEMENTOS Y SIMULTÁNEAMENTE ES EL ÚNICO SER EN LA

NATURALEZA, CAPAZ DE ACTUAR SOBRE LAS SITUACIONES QUE ESTAS SE PLANTEAN; UN EJEMPLO DE ELLO ES LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DE ASSUÁN EN EGIPTO LA CUAL SE CONCIBIÓ, PARA CONTROL DE AVENIDAS EN EL RÍO NILO, DESARROLLO AGRÍCOLA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. SIN EMBARGO YA EN OPERACIÓN PRODUJO DIFERENTES REPERCUSIONES POSITIVAS Y NEGATIVAS POR CUANTO A LA AGRICULTURA PERMITIÓ OBTENER CUATRO COSECHAS EN ROTACIÓN AL AÑO EN LUGAR DE UNA SOLA. SIMULTÁNEAMENTE LOS CANALES DE RIEGO PERMITIERON EL DESARROLLO DE CIERTO TIPO DE CARACOLES Y DENTRO DE ELLOS EL GUSANO PLATELMINTONEMATODO CAUSANTE DE UNA PELIGROSA ENFERMEDAD PARASITARIA, QUE PRODUCE ENORME DEBILIDAD A LAS PERSONAS AFECTADAS; DICHO MAL SE HA LLEGADO A PRESENTAR HASTA EN UN 100% DE LOS HABITANTES EN ALGUNAS REGIONES DEL ÁFRICA.

POR OTRA PARTE ALGUNAS PARTÍCULAS FÉRTILES YA NO LLEGAN AL VALLE AL QUEDARSE DEPOSITADAS EN EL FONDO DEL VASO. TAMBIÉN EL SUELO SE HA EMPOBRECIDO A CAUSA DE LA EXCESIVA EXPLOTACIÓN ADEMÁS OCURRIÓ EL CONSIDERABLE AUMENTO DE LA SALINIDAD DEL AGUA, POR LA EVAPORACIÓN OCURRIDA EN EL GRAN CAUDAL Y SE ROMPIÓ EL EQUILIBRIO NATURAL AGUAS ABAJO DE LA PRESA, REDUCIÉNDOSE EL NUMERO DE ESPECIES ANIMALES DE ORIGEN LACUSTRE QUE TRADICIONALMENTE ERAN FUENTES DE ALIMENTO EN EL LUGAR.

EL ANTERIOR ES UN EJEMPLO DE UNA OBRA DE INGENIERÍA CONCEBIDA CON FINES BENÉFICOS, LA CUAL DESAFORTUNADAMENTE TRAJO EFECTOS COLATERALES NEGATIVOS.

TODOS ESTOS PROBLEMAS NO PUEDEN SER ANULADOS POR COMPLETO PERO SI AMINORADOS DEPENDIENDO DEL CONOCIMIENTO DE LAS RELACIONES Y FUNCIONAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, ASÍ COMO DEL BUEN JUICIO ESTABLECIDO DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.

**FLUJO DE ENERGÍA.**

EN LOS ORGANISMOS, TODA ACTIVIDAD OBLIGA A QUE CIERTA CANTIDAD DE ENERGÍA QUÍMICA ALMACENADA EN MOLÉCULAS ORGÁNICAS, PASE A OTRAS FORMA DE ENERGÍA COMO LA CALORÍFICA O LA MECÁNICA, ETC.

ESTA ENERGÍA DEJA DE SER UTILIZADA POR LA BIOSFERA; AL DISIPARSE EN FORMA DE CALOR.

LOS PROCESOS POR LOS CUALES SE REALIZA ESA TRANSFORMACIÓN QUE PERMITE A LOS SERES VIVOS DISPONER DE LA ENERGÍA NECESARIA PARA SU MANTENIMIENTO Y REPRODUCCIÓN SE INTEGRAN EN LA RESPIRACIÓN.

SE PUEDE DECIR QUE LA TOTALIDAD DE LA ENERGÍA QUE UTILIZAN LOS ORGANISMOS PROCEDE DE LA ENERGÍA SOLAR Y ES ALMACENADA EN FORMA QUÍMICA POR LAS PLANTAS; ES EVIDENTE QUE A LO LARGO DE LAS CADENAS ALIMENTICIAS, LA CANTIDAD DE ENERGÍA VA DISMINUYENDO EN CADA NIVEL POR CAUSA DE LAS PÉRDIDAS POR RESPIRACIÓN EN LOS NIVELES ANTERIORES Y POR DEFICIENCIAS PROPIAS, A CADA MICROORGANISMO PARA LA RETENCIÓN TOTAL DEL VOLUMEN ENERGÉTICO. PUEDE AFIRMARSE POR TANTO ENTONCES QUE EN LA BIOSFERA EXISTE EL FLUJO UNIDIRECCIONAL DE ENERGÍA.

**BIOMASA Y REPRODUCCIÓN.**

LOS ECOSISTEMAS NO PERMANECEN ESTÁTICOS PUES EXPERIMENTAN CONTINUOS CAMBIOS SIGNIFICATIVOS AL PASO DEL TIEMPO. ADEMÁS QUE EN UN ECOSISTEMA

FLUYE UN CICLO CERRADO DE MATERIA Y UN CICLO ABIERTO DE ENERGÍA. A LA MATERIA DE TODOS LOS SERES VIVOS DEL SISTEMA TRÓFICO EN UN ECOSISTEMA SE LE LLAMA BIOMASA Y ESTA PUEDE MEDIRSE POR LA SUMA DEL PESO DE LOS ORGANISMOS, UNA VEZ ELIMINADA EL AGUA QUE CONTIENEN O BIEN ELIMINADO EL PESO DEL CARBONO Y DE LAS CALORÍAS. ASÍ LAS UNIDADES EN QUE SE EXPRESA LA BIOMASA PUEDEN SER KG/HA. KCAL/HA O BIEN G/CM2.

LOS ECOSISTEMAS EN LA NATURALEZA SE ENCUENTRAN COMÚNMENTE EN EQUILIBRIO EN TAL FORMA EN QUE CADA NIVEL TRÓFICO EXPLOTA AL INMEDIATAMENTE INFERIOR, PERO EL NUMERO DE INDIVIDUOS DE ESTE ÚLTIMO, NO DISMINUYE HASTA DESAPARECER SI NO QUE SE MANTIENE EN UN NUMERO MÁS O MENOS CONSTANTE. EN CONSECUENCIA LA BIOMASA QUE PUEDA EXISTIR EN UN DETERMINADO NIVEL DEPENDE DE LA PRODUCCIÓN DEL NIVEL ANTERIOR.

**EFICIENCIA, DENTRO DE LA BIOSFERA.**
EXISTE UNA PROGRESIVA REDUCCIÓN DEL FLUJO ENERGÉTICO, DESE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS HASTA LOS ÚLTIMOS CONSUMIDORES, PUES EL ALIMENTO CONSUMIDO EN CADA NIVEL NO ES TRANSFORMADO TOTALMENTE EN CRECIMIENTO, ES DECIR, EN PRODUCCIÓN DE BIOMASA, POR LO QUE EXISTE UNA IMPORTANTE DISIPACIÓN DE ENERGÍA.
SE ACOSTUMBRA EXPRESAR LA EFICIENCIA DE CADA NIVEL COMO EL PORCENTAJE OBTENIDO DEL COCIENTE.

**CRECIMIENTO/ALIMENTO INGERIDO X 100**
LOS ESTUDIOS RELATIVOS INDICAN QUE ÚNICAMENTE EL 1% DE LA ENERGÍA SOLAR QUE LLEGA A LOS VEGETALES ES APROVECHADA MEDIANTE EL PROCESO FOTOSINTÉTICO Y QUEDA DISPONIBLE PARA OTROS ORGANISMOS EN FORMA DE ALIMENTO.

EN CAMBIO LAS TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA ENTRE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS Y LOS HERBÍVOROS Y EN GENERAL--ENTRE LOS--DIFERENTES—NIVELES DE CONSUMIDORES, SE REALIZA CON UNA EFICIENCIA MAYOR. ASÍ EN EL GANADO VACUNO LA EFICIENCIA ES DEL 5 AL 7% Y EN ALGUNOS ANIMALES CARNÍVOROS ALCANZA HASTA EL 35%.

**FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS.**
UNA DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS, DICE QUE LA FUENTE EXTERNA DE ENERGÍA QUE CONSTITUYE EL SOL Y LA BIOMASA POR DONDE OCURREN LOS FENÓMENOS DEL METABOLISMO, INTEGRAN UN PROCESO DONDE A PARTIR DE LA RADIACIÓN SOLAR LAS PLANTAS VERDES MEDIANTE EL PROCESO FOTOSINTÉTICO, TRANSFORMA LA MATERIA INERTE EN ORGÁNICA Y LIBERAN OXÍGENO LO CUAL DE HECHO ES EL SOSTÉN DE LA VIDA.

POR LO INDICADO ANTERIORMENTE, PUDE VERSE QUE LA BIOSFERA TIENDE A LA ESTABILIDAD, BUSCANDO CONSERVAR SUS RASGOS ESENCIALES PARA SOBREVIVIR A LAS ALTERACIONES DEL MEDIO AMBIENTE.

LA BIOSFERA CONSTITUYE EN SI UN SISTEMA ABIERTO, SOMETIDO A LA ACCIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR PERO CERRADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA MATERIA. DE AHÍ LA NECESIDAD DE RECICLAR LOS RESIDUOS Y UTILIZAR LOS PRODUCTOS DE DESHECHO DE UN PROCESO COMO MATERIA PRIMA PARA EL SIGUIENTE.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*El Medio Natural como Ambiente Propicio para la Vida*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## EL MEDIO NATURAL COMO AMBIENTE PROPICIO PARA LA VIDA

DEFINIENDO AL MEDIO NATUAL COMO EL CONJUNTO DE CONDICIONES Y ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICOS QUE INTEGRAN UNA DELGADA CAPA VIVIENTE DEL PLANETA TIERRA, DENOMINADA BIOSFERA.

DICHA CAPA ES AFECTADA POR FENÓMENOS Y SITUACIONES EXTERNAS COMO LAS POSICIONES ASTRONÓMICAS QUE CONDICIONAN LA INTENSIDAD DE LA LUZ, LA CIRCULACIÓN DE LOS VIENTOS Y LA TEMPERATURA. ADEMÁS EXTISTEN OTROS FACTORES NATURALES QUE LA AFECTAN COMO MOVIMIENTOS SÍSMICOS Y EXPLOSIONES VOLCÁNICAS.

LA BIOSFERA O ECOSISTEMA TERRESTRE ESTA IINTEGRADO POR TRES MEDIOS BÁSICOS: ATMÓSFERA HIDROSFERA Y LITOSFERA QUE ACTUAN EN UNA INTERACCIÓN PERMANENTE.

LOS ECOSISTEMAS SE INTEGRAN EN FUNCIÓN DEL CLIMA, RELIEVE, LITOGÍA, AGUA Y BIOTA.

EL FUNCIONAMIENTO DE TODO EL SISTEMA OCURRE A PARTIR DE LOS INSUMOS DE ENERGÍA Y TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DE UN EFICIENTE BALANCE DE DICHOS INSUMOS Y PRODUCTOS.

LOS SISTEMAS INCLUYEN SUS PROPIA ORGANIZACIÓN Y REORGANIZACIÓN CONTINUA, LA CUAL IMPLICA PERÍODOS DE RECUPERACIÓN PARA MANTENERSE DENTRO DE LÍMITES ÓPTIMOS, QUE INCLUYEN EL FACTOR TIEMPO.

EL FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA QUE MUEVE AL SISTEMA, INDUCE A UNA REORGANIZACIÓN CONTINUA QUE SIGNIFICA UNA AUTOREGULACIÓN Y EVOLUCIÓN PERMANENTE.

DE ESTO ÚLTIMO PUEDE CONCLUIRSE ADEMAS QUE LOS SISTEMAS NATURALES CONDUCEN DENTRO DE MUY LARGOS PERÍODOS DE TIEMPO A SU EXTINCIÓN. POR EJEMPLO LA PERDIDA PROGRESIVA DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS Y SU DEGRADACIÓN A PARTIR DE LA AGRICULTURA, AUNQUE DICHA PERDIDA SE ENMASCARE EN MUCHOS CASOS POR UNA EXHUBERANTE VEGETACIÓN QU VA MINANDO PAULATINAMENTE LA RIQUEZA BIÓTICA.

APENAS EN LA ÉPOCA RECIENTE, EL HOMBRE HA MOSTRADO INTERES POR LA PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE; DONDE SE DESENVUELVE LO CUAL HA DADO LUGAR A LA CREACIÓN DE LA CIENCA DEL AMBIENTE, QUE INVOLUCRA ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, ADEMÁS DE CIENCIAS DE LA TIERRA E INCLUSO LAS SOCIOECONÓMICAS.

LA CIENCIA DEL AMBIENTE ESTUDIA LOS SISTEMAS DEL AIRE, AGUA, TIERRA, ENERGÍA Y LA VIDA QUE RODEA AL HOMBRE, POR LO CUAL INTEGRA CONCEPTOS COMO LA METEOROLOGÍA, GEOFÍSICA, OCEANOGRAFÍA, ECOLOGÍA, ETC., EMPLEANDO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS DE CIENCIAS FÍSICAS, QUÍMICAS, BIOLÓGICAS Y MATEMÁTICAS.

**HOMBRE Y MEDIO AMBIENTE:**
ENTRE EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE EXISTE UNA INTERACCIÓN EN AMBAS DIRECCIONES; POR UN LADO LAS FUERZAS NATURALES PRODUCEN IMPACTOS HACIA EL PROPIO AMBIENTE Y HACIA EL HOMBRE; COMO ES EL CASO DE TEMBLORES,

HURACANES, DESLIZAMIENTOS, EROSIÓN, ETC., POR OTRO LADO EL HOMBRE IMPACTA AL MEDIO AMBIENTE, CONTAMINANDO EL AIRE, AGUA, SUELO Y BIOTA, PROVOCA EROSIÓN DEL SUELO, MODIFICACIÓN A CAUCES POR LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y NO RENOVABLES Y SUS PROYECTOS Y OBRAS CONTROLADAS O NO.

OTROS ASPECTOS BÁSICOS DE LAS ECOCIENCIAS INCLUYEN LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS ORGANISMOS COMO PARTES DEL SISTEMA; ADEMÁS DE LA FORMA COMO SE DISTRIBUYEN ENERGÍA Y MATERIA EN EL SISTEMA INTEGRADO.

DENTRO DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTE SISTEMA, EXISTE EL CONSUMO DE RECURSOS NATURALES SEAN RENOVABLES O NO, ESPECIALMENTE LOS MINERALES Y COMBUSTIBLES FOSILES, LO CUAL TAMBIÉN CONDUCE HACIA LA CONTAMINACIÓN Y DEGRADACIÓN DEL AMBIENTE.

ECOLOGÍA, EL TERMINO CREADO POR ERNEST HAECKEL EN 1869, PARA SIGNIFICAR EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE LOS ORGANISMOS INDIVIDUALES Y EL MEDIO AMBIENTE, HA EVOLUCIONADO EN SU DEFINICIÓN, AL INCLUIR ASPECTOS FUNCIONALES ENTRE LAS COMUNIDADES BIOTICAS MEDIANTE UNA AUTOSOSTENIBLE Y AUTOREGULABLE COMUNIÓN DE PLANTAS Y ANIMALES DENTRO DE UN EQUILIBRIO.

**INTERRELACIÓN ENTRE ELEMENTOS:**
LOS NEXOS QUE EXISTEÑ ENTRE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATUAL, PUEDEN ORIGINARSE EN FORMA MATRICIAL EL DECIR COMO UN TODO Y SUS PARTES COMPONENTES, LO CUAL CONDUCE. A UNA VALORACIÓN CUALITATIVA E INCLUSO CUANTITATIVA DEL CONJUNTO DE INTERRELACIONES EXISTENTES ENTRE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE Y LOS FACTORES CAPACES DE GENERAL CAMBIOS.

LOS ELEMENTOS BÁSICOS DEL MEDIO NATURAL A CONSIDERAR SON: RELIEVE, SUELO, CLIMA VEGETACIÍN, FUANA, LITOLOGÍA E HIDROLOGÍA Y LOS POSIBLES FACTORES DE CAMBIO NATURALES O CREADOS POR EL HOMBRE, TIENEN POSIBILIDADES DE EJERCER UNA ACCIÓN DIRECTA O INDIRECTA SOBRE DICHOS ELEMENTOS.

EL RELIEVE QUE ES RESULTADO DE LA ACCIÓN DE FUERZAS ENDÓGENAS. OROGRÁFICAS, TECTÓNICAS, VOLCÁNICAS, ETC., ES SUSCEPTIBLE DE MODELARSE POR AGENTES EXTERNOS, NATURALES O NO.

LA LITOLOGÍA EJERCE UNA INFLUENCIA DIRECTA SOBRE EL RELIEVE, PUES LAS ROCAS, SEA POR DUREZA O FRAGILIDAD, RÁPIDA O LENTAMENTE PERMITIRAN DIRECTAMENTE LA MODIFICACIÓN DEL RELIEVE.

LA HIDROLOGÍA TIENE UNA INFLUENCIA DIRECTA SOBRE EL RELIEVE A MAYOR O MENOR RAPIDEZ SEGÚN EL TIPO CLIMÁTICO Y LAS CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS. LAS MODIFICACIONES SE REALIZAN POR LA ACCIÓN DE ESCORRENTIAS, SOCAVACIÓN ETC. LAS AGUAS METEÓRICAS PROVOCAN FENÓMENOS DE DESGASTE Y DEPÓSITO QUE MODIFICAN DIRECTAMENTE AL RELIEVE Y OTROS ELEMENTOS DEL MEDIO.

**EL SUELO:**
POR SU PARTE EL SUELO ES PRODUCTO DE LA ALTERACIÓN BIOQUÍMICA DE LA ROCA MADRE, PROVOCADA POR AGENTES EXTERNOS Y LA NATURALEZA DE LA PROPIA ROCA. ESTE TIPO DE SUELO ES ENDOGENO EXISTIENDO EL EXOGENO QUE ES RESULTADO DEL ARRASTRE DE MATERIALES TRANSPORTADOS POR DIFERENTES ACCIONES.

EL CLIMA ES UN FACTOR DETERMINANTE SOBRE EL SUELO A TAL GRADO QUE LOS LÍMITES CLIMÁTICOS ENMARCAN SUS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES.

LA VEGETACIÓN QUE DEPENDE DEL SUELO PARA VIVIR, PROTEGE LA CAPA EDÁFICA, DE LOS MECANISMOS DE TRANSPORTE Y DE MANERA MUY IMPORTANTE DE LA EROSIÓN, POR TANTO LA INTERACCIÓN ES DIRECTA.

LA LITOLOGÍA TIENE INFLUENCIA DIRECTA SOBRE EL SUELO, PUES ESTE ES CONFORMADO POR LOS COMPONENETES DE GRANITO, BASALTO, CALCAREO, ETC. DE LA ROCA MADRE.

LA HIDROLOGÍA TIENE UNA INFLUENCIA DIRECTA SOBRE LOS SUELOS, MEDIANTE LA EROSIÓN PRESAGIADA POR LA APARICIÓN DE FORMAS DEGERATIVAS COMO LAS CARCAVAS.

**EL CLIMA:**
EL CLIMA DEPENDE DE SUBELEMENTOS DEL MEDIO, COMO PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA, CUYA INTERRELACIÓN SE EXPRESA A NIVEL MUNDIAL POR MEDIO DE CLAVES, EL RELIEVE INTERVIENE DIRECTAMENTE MEDIANTE FENÓMENOS DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA, POR TANTO EL CLIMA MODIFICA DIRECTAMENTE AL CLIMA.

LA VEGETACIÓN QUE ES RESULTADO DEL CLIMA Y DEL SUELO, TIENE A SU VEZ INFLUENCIA RELATIVA INDIRECTA SOBRE EL CLIMA.

LA LITOLOGÍA Y LA HIDROLOGÍA TIENEN POR SU PARTE UNA INFLUENCIA INDIRECTA EN EL CLIMAY LA HIDROLOGÍA SOLAMENTE A LARGO PLAZO MEDIANTE LA EROSIÓN HÍDRICA PDRÁ MODIFICAR EL CLIMA.

**COMPORTAMIENTO DE LA VEGETACIÓN:**
LA VEGETACIÓN CONJUNTAMENTE CON LA FAUNA QUE ESTA DIRECTAMENTE RELACIONADA CON ELLA, ADEMÁS ESTA INTIMAMENTE RELACIONADA CON EL SUELO Y EL CLIMA.

EL RELIEVE POR SUS CARACTERÍSTICAS DE FORMA Y ALTITUD, PUES INFLUYE DIRECTAMENTE EN LA VEGETACIÓN; LAS PENDIENTES POR EJEMPLO SON DETERMINANTES EN LA CLASIFICACIÓN DE CULTIVOS.

EL SUELO ES SOSTEN DE LA VEGETACIÓN Y TODA ALTERACIÓN QUE SUFRA ESTE SE MANIFIESTA EN LAS CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN DIRECTAMENTE.

EL CLIMA TAMBIÉN ESTABLECE UNA INFLUENCIA DE PRIMER ORDEN SOBRE LA VEGETACIÓN, PUES LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA CONDICIONAN LA GENERACIÓN Y ADAPTACIÓN Y SOBREVIVENCIA DE LAS PLANTAS.

IGUALMENTE LA HIDROLÓGIA TIENE UNA IMPORTANCIA CAPITAL SOBRE LA VEGETACIÓN PUES DETERMINA SU DESARROLLO Y LA AFECTA POR EXCESO O POR SU DEFECTO.

INFLUENCIA DE LAS ROCAS (LITOLOGÍA)

LA LITOLOGÍA INFLUYE DIRECTAMENTE OSBRE EL RELIEVE Y A SU VEZ EL EFECTO DEL RELIEVE SOBRE EL SUELO TAMBIÉN ES DIRECTO.

DE OTRA MANERA LA ROCA SE DESCOMPONE CREANDO UN SUELO, QUE LA PROTEGE DE ACCIONES EXTERNAS.

EN EL CASO DEL CLIMA, ESTE INFLUYE DIRECTAMENTE SOBRE LAS ROCAS MEDIANTE LA INTEMPERIZACIÓN, EXCEPTO CUANDO UNA IMPORTANTE CARPETA VEGETAL CUBRE LA ROCA, LA VEGETACIÓN EJERCE INFLUENCIA DIRECTA SOBRE LA ROCA, PUES PROTEGE LA PRESENCIA DEL SUELO.

EL AGUA SI BIEN MODIFICA EL RELIEVE; LA ALTERACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA ROCA SOLAMENTE SE DA EN CIERTOS CLIMAS Y DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICA

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Biósfera*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

**BIOSFERA:**

EL DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONOCIMIENTO RELATIVO A LOS SERES VIVOS, MEDIANTE LA OBSERVACIÓN, ANÁLISIS Y SÍNTESIS, LLEVO AL HOMBRE PAULATINAMENTE HACIA LA COMPRENSIÓN DE QUE ENTRE TODOS LOS SERES VIVOS EXISTE UNA ESTRECHA E INVARIABLE CORRESPONDENCIA CON FACTORES AMBIENTALES COMO EL CLIMA Y SU UBICACIÓN EN EL ÁMBITO TERRESTRE.

ESTOS INICIOS DE LA CONJUNCIÓN DE LAS CIENCIAS NATURALES CON LA CLIMATOLOGÍA Y LA GEOGRAFÍA CONDUJO AL BIÓLOGO ALEMÁN ERNEST HAECKER ( 1834 - 1919 ), HACIA LA CREACIÓN DEL CONCEPTO ECOLOGÍA, AL QUE DESDE SU PERSPECTIVA CONSIDERO A ESTA COMO EL ESTUDIO DE LA ECONOMÍA DE LA NATURALEZA.

DE ESA MANERA DEFINIÓ A LA RELACIÓN DE TODOS LOS SERES VIVOS VEGETALES Y ANIMALES, MICROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS, TERRESTRES, ANFIBIOS O MARINOS CON EL MEDIO AMBIENTE ORGÁNICO E INORGÁNICO EN QUE HABITEN.

MAS AUN ERNEST HAECKER LLEGO A RECONOCER LAS RELACIONES, TANTO DE CARÁCTER POSITIVO COMO NEGATIVO QUE LLEGAN A ESTABLECER LOS SERES VIVOS ENTRE SI.

UNA VEZ CONOCIDA ESTA REALIDAD, SE LLEGO A ESTABLECER QUE EN CUANTO AL HOMBRE EN PARTICULAR YA SEA COMO INDIVIDUO O COMO ESPECIE UBICADA EN EL HÁBITAT TERRESTRE, ESTE CONTINUA HASTA NUEVOS DIAS EN EL MISMO SITIO QUE DENTRO DE LOS PROCESOS NATURALES, EL MAS ANTIGUO ANCESTRO DEL MISMO, HACE 3.5 MILLONES DE AÑOS.

SIN EMBARGO DESDE AQUEL ENTONCES Y HASTA NUESTROS DÍAS, EL HOMBRE HA TRANSFORMADO EN FORMA CADA VEZ MAS ACELERADA EL MEDIO AMBIENTE, EN SU BÚSQUEDA DE SUBSISTIR MEDIANTE LA OBTENCIÓN DE RECURSOS Y OCUPACIÓN DE ESPACIOS.

ES DECIR, EL HOMBRE SIGUE REQUIRIENDO DE LOS MISMOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS , PERO SIMULTÁNEAMENTE AL APROVECHARLOS AFECTA, DETERIORA, O INCLUSO EXTERMINA SERES VIVOS Y ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE.

POR TAL MOTIVO, A PARTIR DE LOS AÑOS 40 LOS ÁMBITOS ECOLÓGICOS SON MAS ESTUDIADOS Y ANALIZADOS, BUSCANDO ADEMÁS DIVERSAS APLICACIONES RELACIONADAS CON LA AGRICULTURA, FORESTACIÓN, PISCICULTURA, CONTROL DE PLAGA, INDUSTRIA Y COMERCIO E INCLUSIVE CON FINES BÉLICOS.

EN MÉXICO, EL INTERÉS POR LOS ASPECTOS RELATIVOS AL MEDIO AMBIENTE TIENE SUS RAÍCES MAS LEJANAS UBICADAS ENTRE LOS MAYAS Y AZTECAS POSTERIORMENTE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA MEXICANA DE 1917 INCLUYE EN SU ARTICULO 21 CONCEPTOS DE VITAL IMPORTANCIA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.

SIN EMBARGO FUE HASTA DESPUÉS DE LOS AÑOS 50 DE ESTE SIGLO, CUANDO SE REALIZARON LOS PRIMEROS ESTUDIOS SOBRE ECOLOGÍA DE POBLACIONES VEGETALES.

A PARTIR DE ESTO, EL CONOCIMIENTO EN ESTA ÁREA HA TENIDO UN DESARROLLO CONTINUO HASTA LLEGAR A ESTABLECER QUE MÉXICO ES UNO DE LOS PAÍSES CON MAYOR RIQUEZA BIOLÓGICA EN TODO EL PLANETA.

**DEFINICIÓN:**

RAMÓN MARGOLEFF DEFINE A LA ECOLOGÍA COMO " UNA CIENCIA QUE SE APARTA DE LAS OTRAS POR QUE EN LO GENERAL MIENTRAS ESTAS TIENDEN EN SU ANÁLISIS A CIRCUNSCRIBIR Y LUEGO DIVIDIR SU CAMPO DE TRABAJO, LA ECOLOGÍA EN CAMBIO ES UNA CIENCIA DE SÍNTESIS QUE COMBINA ELEMENTOS DE DISTINTAS DISCIPLINAS CON PUNTOS DE VISTA PROPIOS. ORIGINADOS INDEPENDIENTEMENTE, LOS CUALES MAS TARDE CONFLUYEN EN UNA DISCIPLINA. "

UNA DEFINICIÓN ENCICLOPÉDICA INDICA QUE EL TERMINO ECOLOGÍA PROVIENE DEL GRIEGO ECO-CASA Y LOGOS-ESTUDIO. LO QUE PUEDE ENTENDERSE COMO EL ESTUDIO DEL HABITAT TERRESTRE "CIENCIA QUE ESTUDIA LAS RELACIONES ENTRE LOS ORGANISMOS Y EL MEDIO EN QUE VIVEN" . ESTA CONCEPCIÓN FUE INTRODUCIDA POR HAECKEL EN 1878.

OTRA DEFINICIÓN SIMPLIFICADA DEFINE A LA ECOLOGÍA COMO LA CIENCIA QUE ESTUDIA LAS INTERACCIONES DE LOS ORGANISMOS VIVOS Y SU AMBIENTE.

ECOSISTEMAS, BIOSFERA, ENERGÍA Y VIDA

DENTRO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE ESTUDIO DE LAS CIENCIAS NATURALES, DESDE EL ÁTOMO, HASTA LA BIOSFERA, LA ECOLOGÍA SE OCUPA DEL CONOCIMIENTO DE LOS CAMPOS SIGUIENTES: POBLACIONES, COMUNIDADES, ECOSISTEMAS Y BIOSFERA.

POBLACIÓN: SE DEFINE ASÍ AL CONJUNTO DE ORGANISMOS DE LA MISMA ESPECIE QUE HABITAN EN UNA ÁREA ESPECIFICA. ASÍ SE PUEDE HABLAR DE LA POBLACIÓN DE TRUCHAS QUE HABITAN EN EL LAGO, O LA POBLACIÓN DE ABETOS DE UN BOSQUE.

COMUNIDAD: UNA COMUNIDAD ES EL CONJUNTO DE POBLACIONES QUE CONVIVEN E INTERACTUAN EN UNA REGIÓN O ÁREA DETERMINADA, LA COMUNIDAD INCLUYE A TODOS LOS COMPONENTES VIVOS (BIOTICOS) DE UN ÁREA, POR EJEMPLO UNA COMUNIDAD DESÉRTICA INCLUYE TODOS LOS VEGETALES, ANIMALES Y MICROORGANISMOS QUE HABITAN EN UN ÁREA DE ALGÚN DESIERTO.

ECOSISTEMA: SE DENOMINA ASÍ A LA CONJUNCIÓN DE UNA COMUNIDAD BIOTICA CON EL COMPONENTE ABIOTICO DEL MEDIO AMBIENTE ESPECIFICO, DICHA RELACIÓN PRODUCE UN SISTEMA RELATIVAMENTE AUTOESTABLE. DE ESTA MANERA CUNDO SE CONSIDERA UNA COMUNIDAD SELVÁTICA, ADEMÁS DEL SUELO, CLIMA, TEMPERATURA, AGUA, CICLOS MINERALES Y LA LUZ SOLAR, SE TRATA DE UN ECOSISTEMA.

BIOSFERA: AL CONJUNTO DE ECOSISTEMAS O SUPERCONJUNTO DE SERES VIVOS QUE HABITAN LA TIERRA INCLUYENDO A ESTA, SE LE DENOMINA BIOSFERA. LOS BIÓLOGOS ESTIMAN QUE EN LA BIOSFERA CONVIVEN APROXIMADAMENTE DOS MILLONES DE ESPECIES DISTINTAS.

EL ÁMBITO DE LA BIOSFERA TERRESTRE APARENTEMENTE MUY AMPLIO, ESTA EN REALIDAD REDUCIDA A UNA CAPA DE SUELO, AGUA Y AIRE.

EL AGUA: EL AGUA ELEMENTO FUNDAMENTAL DE LA BIOSFERA SE DISTRIBUYE POR TODA ESTA, ES UN AGENTE INSUSTITUIBLE DE LAS REACCIONES METABÓLICAS DE LOS SERES VIVOS.

LA RAZÓN MISMA DE LA EXISTENCIA DE LA VIDA EN NUESTRO PLANETA, SE DEBE A QUE EL AGUA CONSTITUYE EL ELEMENTO IDEAL PARA LA VIDA. EL AGUA POSEE UN CONJUNTO DE PROPIEDADES QUE ESTÁN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA, PRESIÓN Y LAS SUSTANCIA CONTENIDAS EN ELLA.

EL AGUA SE ENCUENTRA SOMETIDA A UN PERMANENTE CICLO. EL AGUA LIQUIDA SE EVAPORA, PASA A LA ATMÓSFERA, CAE EN FORMA DE LLUVIA, QUEDANDO UNA PARTE EN ESTADO SOLIDÓ, LO CUAL RETARDA EN ESTE CASO SU CAMINO EN EL CICLO HIDROLÓGICO.

LA RELACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA EXISTENTE EN LA TIERRA Y EL NUMERO TOTAL DE ESPECIES ANIMALES SE EXPRESA EN LA SIGUIENTE TABLA:

| **DISTRIBUCIÓN DEL AGUA** | **CONTENIDO APROXIMADO EN MILLONES DE ($Km^3$)** | **NUMERO ESPECIES** | **TOTAL DE ANIMALES** |
|---|---|---|---|
| EN EL MAR: LIQUIDA Y SÓLIDA | 132.2<br>1.67 | 150,000 | |
| EN AGUAS CONTINENTALES | 0.003 | 20,000 | |
| EN LA ATMÓSFERA | 0.0013 | 1.200, 000 | |
| HABITANDO EN LA CORTEZA TERRESTRE | 0.025 | | |

EN CUANTO A SUS PROPIEDADES, RESULTA SER EL AGUA MUY IMPORTANTE EN SU FUNCIÓN COMO REGULADOR DEL CLIMA TERRESTRE, DADA SU GRAN CAPACIDAD PARA ABSORBER CALOR.

**LA ATMÓSFERA:**

NUESTRO PLANETA ESTA RODEADO POR UNA GRAN ENVOLTURA GASEOSA QUE ES UNA MEZCLA DE GASES, LA CUAL PERMITE EL DESARROLLO DE LA VIDA EN SU ESTRATO INFERIOR.

LA MITAD DEL AGUA ATMOSFÉRICA ESTA CONTENIDA EN LOS PRIMEROS 1800 METROS DE ALTURA. EN CUANTO A SU TEMPERATURA ESTA DISMINUYE UNIFORMEMENTE CON LA ALTURA A RAZÓN DE 6.5 °c POR CADA 1000 m.

PARA LA ECOLOGÍA, LOS COMPONENTES DE AIRE MAS IMPORTANTES SON EL AGUA, EL ANHÍDRIDO CARBONICO Y EL OXIGENO.

LA ATMÓSFERA ACTUAL NO ES IGUAL A LA QUE EXISTIÓ AL ORIGEN DE LA VIDA, PUES LA ACCIÓN DE LOS VEGETALES FOTOSINTETIZADORES AL CONSUMIR CARBONO Y LIBERAR OXIGENO LA HA TRASFORMADO PAULATINAMENTE.

**SUSTRATO SOLIDÓ ( SUELO):**

ENTRE EL MEDIO LIQUIDO ( HIDROSFERA ) Y LA ATMÓSFERA EXISTE UN SUSTRATO SOLIDÓ QUE CONSTITUYE EL APOYO BÁSICO PARA LA SUPERVIVENCIA DE UNA GRAN PARTE DE LOS ORGANISMOS VIVOS; SIN EMBARGO EL SUELO ADEMÁS EN OTRA DE SUS IMPORTANTES FUNCIONES SIRVE COMO SOPORTE PARA LA RESERVA DE AGUA Y LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS, POR LO CUAL CONSTITUYE EL MEDIO IDÓNEO PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LOS ORGANISMOS Y EL PROPIO SUSTRATO SOLIDÓ.

ESTE IMPORTANTE ELEMENTO TERRESTRE INCLUYE EN SU ESTRUCTURA, ROCAS, SEDIMENTOS MINERALES Y ORGÁNICOS, HIELOS Y AGUA.

LOS SUELOS CONSTITUYEN AL HÁBITAT DE NUMEROSOS ORGANISMOS COMO BACTERIAS Y HONGOS.

LOS SUELOS SE HAN INTEGRADO A TRAVÉS DEL TIEMPO POR LA DEGRADACIÓN DE LO ROCA MADRE AL ACTUAR SOBRE ELLA AGENTES ATMOSFÉRICOS, CLIMÁTICOS, HIDROLÓGICOS Y LOS ORGANISMOS VIVOS.

**BIOSFERA:**

RECAPITULANDO EN LOS ÚLTIMOS CONCEPTOS VEMOS QUE LA VIDA EXISTE ÚNICAMENTE ANTE LA INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS FISICOQUIMICOS Y BIOLÓGICOS. ADEMÁS EL DESARROLLO DE LA BIOSFERA SE HA DADO A TRAVÉS DE UN PROCESO EVOLUTIVO, CUYA DURACIÓN ALCANZA MILLONES DE AÑOS. DICHO PROCESO CONTINUA PROVOCANDO PERMANENTEMENTE ALTERACIONES Y CONSTANTES REAJUSTES.

## ENERGÍA Y VIDA :

REFERIR LA HISTORIA DE LA BIOSFERA EN NUESTRO PLANETA ES TRATAR DE LO RELATIVO A LA EVOLUCIÓN FISICOQUIMICA Y BIOLÓGICA DEL MEDIO AMBIENTE CON TODOS LOS SERES VIVOS.

LA CIENCIA ACTUAL IGUALMENTE, PRODUCTO DE UNA EVOLUCIÓN PERMANENTE, HA LLEGADO A ESTABLECER QUE LOS ORGANISMOS TERRESTRES REQUIEREN DE UNA FUENTE DE ENERGÍA, LA CUAL ES PROVISTA POR EL SOL. A PARTIR DE LA APORTACIÓN DE ENERGÍA, TODOS LOS SERES VIVOS, A SU VEZ SON PRODUCTO DE LA EVOLUCIÓN NATURAL, ESTÁN INTEGRADOS POR CÉLULAS CONFORMADAS POR MOLÉCULAS ORGÁNICAS QUE CONTIENEN HIDRATOS DE CARBONO, PROTEÍNAS, ÁCIDOS NUCLEICOS Y LÍPIDOS.

ESE ENORME CONJUNTO DE SERES VIVOS PUEDE SER CLASIFICADO EN ORGANISMOS PRODUCTORES PRIMARIOS O AUTUTROFOS, ORGANISMOS CONSUMIDORES O HETEROTROFOS Y ORGANISMOS DESCOMPONEDORES, TRANSFORMADORES O DEGRADADORES.

## ENERGÍA:

LA VIDA EN NUESTRO PLANETA ES POSIBLE GRACIAS A LA ENERGÍA QUE EN FORMA DE RADIACIONES RECIBE CONSTANTEMENTE DEL SOL, INTEGRÁNDOSE ASÍ UN SISTEMA ENERGÉTICO EN EQUILIORICO QUE ENVÍA HACIA EL EXTERIOR LA ENERGÍA CALORIFICA EXCEDENTE.

LA ENERGÍA SOLAR SOSTIENE TODOS LOS PROCESOS VITALES DEL ECOSISTEMA TERRESTRE, GRACIAS A ESTE EQUILIBRIO ENERGÉTICO SE LOGRA MANTENER RELATIVAMENTE CONSTANTE LA TEMPERATURA EN TODO EL PLANETA, TOMANDO A ESTE COMO UN MAGNOECOSISTEMA.

EL SOL ES UNA MASA COLOSAL DE HIDROGENO QUE SE TRANSFORMA CONSTANTEMENTE EN HELIO MEDIANTE REACCIONES TERMONUCLEARES QUE SON IRRADIADAS HACIA EL EXTERIOR EN TODAS DIRECCIONES EN FORMA DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. RECIBIENDO LA TIERRA ÚNICAMENTE APROXIMADAMENTE 1/50,000.000 DE ESTA COLOSAL CANTIDAD DE ENERGÍA.

DE ESTE VOLUMEN ENERGÉTICO DE ENERGÍA, ÚNICAMENTE UN 50 % DE ELLA LLEGA HASTA LA SUPERFICIE TERRESTRE, PUES LA ATMÓSFERA ACTÚA CON UN ESCUDO PROTECTOR; ADEMÁS SIMULTÁNEAMENTE A LO ANTERIOR, DE LA TIERRA SE DESPRENDE EL CALOR PROCEDENTE DE LA TIERRA ESTABLECIÉNDOSE ASÍ UN EQUILIBRIO ENERGETICO-CALORIFICO.

EL ESCUDO PROTECTOR DE LA TIERRA ESTA INTEGRADO POR LA ATMÓSFERA, NUBES, POLVO Y UNA CAPA DE OZONO QUE ABSORBE CON GRAN EFICIENCIA LAS RADIACIONES SOLARES, LAS QUE POSEEN UN ELEVADO CONTENIDO ENERGÉTICO, CAPAZ DE ROMPER LOS ENLACES DE LAS GRANDES MOLÉCULAS ORGÁNICAS DE LOS ORGANISMOS VIVOS.

LA ATMÓSFERA ORIGINAL DE LA TIERRA FUE ORIGINALMENTE PROBABLEMENTE TRANSPARENTE A LAS RADIACIONES ULTRAVIOLETA PUESTO QUE CARECÍA DE OXIGENO; PERO CON LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA REALIZADA POR LOS VEGETALES VERDES SE INTRODUJO OXIGENO ($O_2$) A LA ATMÓSFERA. DE AHÍ SE ENTREGO EL OZONO ($O_3$) LO CUAL CONSTITUYO LA CORAZA NECESARIA PARA QUE PUEDA OCURRIR LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA EN NUESTRO PLANETA.

LA RADIACIÓN SOLAR QUE ATRAVIESA LA ATMÓSFERA Y QUE SE ABSORBE EN LA SUPERFICIE TERRESTRE SE APROVECHA EN DIVERSOS PROCESOS DE ALIMENTACIÓN Y PRODUCTIVIDAD, CONDUCE LOS CICLOS ATMOSFÉRICOS FUNDE EL HIELO EVAPORA EL AGUA Y GENERA VIENTOS ONDAS Y CORRIENTES. ASIMISMO SUMINISTRA ENERGÍA PARA TODOS LOS ORGANISMOS QUE HABITAN EL PLANETA.

OTRO HECHO MUY IMPORTANTE PARA LA VIDA ES QUE LA MAYOR PARTE DE LA ENERGÍA QUE LLEGA A LA TIERRA SE REFLEJA EN SU SUPERFICIE EN FORMA DE CALOR, EL CUAL ES RETENIDO POR EL BIÓXIDO DE CARBONO ( $CO^2$ ) Y EL VAPOR DE AGUA DE LA ATMÓSFERA, QUE SI PERMITE EL PASO DE LA RADIACIÓN SOLAR, EN CAMBIO NO PERMITEN A SEMEJANZA DE UN INVERNADERO, QUE TEMPORALMENTE EL CALOR ABANDONE LA TIERRA.

COMO PUEDE VERSE LA VIDA DEPENDE DE LA TEMPERATURA MEDIA QUE EXISTA EN LA TIERRA, A SU VEZ ESTA ES PRODUCTO DEL EFECTO INVERNADERO Y DE LA REFLEXIÓN DE LA LUZ QUE PRODUZCA LA MISMA ATMÓSFERA.

## FOTOSÍNTESIS:

EN ESTE PROCESO PRODIGIOSO, EL CUAL ES RAZÓN FUNDAMENTAL DE LA EXISTENCIA DE LA VIDA EN LA TIERRA LA ENERGÍA SOLAR ES TRANSFORMADA POR LOS VEGETALES VERDES EN MOLÉCULAS QUÍMICAS COMPLEJAS.

EN DICHOS VEGETALES SE ACUMULA DICHA ENERGÍA QUE ES APROVECHADA INICIALMENTE POR LOS VEGETALES PARA SU DESARROLLO Y SUPERVIVENCIA. MAS TARDE LAS PLANTAS O BIEN OTROS ANIMALES, AL DEGRADAR ESTAS MEDIANTE LOS PROCESOS METABÓLICOS OBTIENEN LA ENERGÍA QUE UTILIZAN PARA SU PROPIA SUPERVIVENCIA, ACTIVIDAD Y DESARROLLO.

EN OTROS TERMINOS LA LUZ SOLAR QUE RECIBEN LOS VEGETALES, ES TRANSFORMADA EN ENERGÍA QUÍMICA EN EL PROCESO FOTOSINTÉTICO ANTE LA PRESENCIA DE UNA SUSTANCIA COMPLETA DENOMINADA CLOROFILA EN ENERGÍA QUÍMICA; A ESTO SE LA CONOCE TAMBIÉN COMO FIJACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.

SI ACASO NO OCURRIERA ESTE PROCESO FISICO-QUIMIC-BIOLOGICO SIMPLEMENTE LA VIDA NO PODRÍA EXISTIR SOBRE LA TIERRA.

LAS MOLÉCULAS ALIMENTICIAS OBTENIDAS DE LA LUZ SOLAR SON ALMACENADAS EN LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS. DICHAS MOLÉCULAS ASIMISMO SON MANTENIDAS UNIDAS MEDIANTE ENLACES QUÍMICOS, INTEGRÁNDOSE ASÍ COMPLEJOS SISTEMAS BIOQUÍMICOS, DE LOS CUALES PUEDE LIBERARSE EN UN MOMENTO DADO LA ENERGÍA QUE NECESITA EL ORGANISMO; DADO QUE ÚNICAMENTE LOS VEGETALES FOTOSINTÉTICOS POSEEN LA CAPACIDAD DE ELABORAR MOLÉCULAS ALIMENTICIAS INICIALES, SE LES CONOCE A ELLOS COMO ORGANISMOS AUTOTROFOS. EL RESTO DE LOS ÓRGANOS DEPENDEN DE LOS AUTOTROFOS PARA OBTENER DE LAS MOLÉCULAS INTEGRADAS EN FORMA DE TEJIDOS.

LA SIGUIENTE ES LA FORMA FOTOSINTÉTICA EXPRESADA EN SU FORMA MAS SIMPLE.

ENTRADA →

$6\ CO_2 + H_2O$ + ENERGIA SOLAR → [FOTOSINTESIS (CLOROFILA)] SALIDA →

SALIDA → $C_6\ H_{12}\ O_6 + 6O_2 + 6H_2O$

AZÚCAR ELEVADA ENERGÍA QUÍMICA — OXIGENO — AGUA

DESDE LUEGO, ESTE PROCESO ES MUCHO MAS COMPLEJO QUE LO SUGERIDO POR LA FORMULA INTERIOR PUES SOLAMENTE LA PRODUCCIÓN DE GLUCOSAS A PARTIR DEL BIÓXIDO DE CARBONO Y AGUA SE REALIZA EN MAS DE 100 ETAPAS.

OTRO PROCESO, QUE PUEDE CONSIDERARSE INVERSO AL DE LA FOTOSÍNTESIS ES EL QUE SE REALIZA MEDIANTE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA, LA CUAL INCLUYE MAS DE 70 RELACIONES QUÍMICAS SECUENCIALES QUE PUEDEN RESUMIRSE EN UNA FORMA MUY SIMPLIFICADA Y QUE ES LA SIGUIENTE

ENTRADA → [RESPIRACIÓN] SALIDA →

$C_6\ H_{12}\ O_6 + 6O_2$

AZÚCAR ELEVADA ENERGÍA QUÍMICA — OXIGENO

38 ATP ELEVADA ENERGÍA QUÍMICA ATP COMPUESTO DE ADRENOSINA TRIFOSFATO + $6CO_2 + 6H_2O$ + ENERGÍA CALÓRICA

$6CO_2$ BIÓXIDO DE CARBONO — AGUA

MERCED A TODO EL PROCESO ANTERIOR, LAS CÉLULAS DEL ORGANISMO HUMANO SE MANTIENEN VIVAS COMBINANDO LAS MOLÉCULAS RICAS EN ENERGÍA ELABORADAS DURANTE LA FOTOSÍNTESIS, CON PROTEÍNAS DENOMINADAS ENZIMAS., ESTO PROPORCIONA LA ENERGÍA NECESARIA PARA CONTRAER LOS MUSCULOS, IRRIGAR LA SANGRE A TREVES DEL CUERPO Y MANTENER LA TEMPERATURA CORPORAL APROXIMADAMENTE A 36.5 °c.

EN ESTE PROCESO LAS CÉLULAS LIBERAN BIÓXIDO DE CARBONO, EL CUAL ES ELIMINADO POR LOS PULMONES EN CADA EXPIRACIÓN, ADEMÁS DE AGUA ($H_2O$) QUE SE EXHALA O SE TRANSPIRA.

LA ENERGÍA QUE SE EMPLEA PARA VIVIR Y TRABAJAR SE CONVIERTE EN CALOR, QUE ES IRRADIADO POR LOS CUERPOS HACIA LA ATMÓSFERA. ESTA ES UNA CARACTERÍSTICA BÁSICA DE TODOS LOS SISTEMAS DE ORGANISMOS VIVOS Y SU REALIZACIÓN DEPENDE TOTALMENTE DE LA ENTREGA SOLAR.

TODOS ESTOS PROCESOS ENERGÉTICOS ESTÁN CONTROLADOS POR LAS PRIMERAS DOS LEYES DE LA TERMODINÁMICA LAS CUALES INDICAN LAS RELACIONES ENTRE LAS DIFERENTES FORMAS DE LA ENERGÍA. EL ENUNCIADO DE ESTAS DOS LEYES SE INDICA A CONTINUACIÓN.

**PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA** " LA ENERGÍA NO SE CREA NI SE DESTRUYE, ÚNICAMENTE SE TRANSFORMA " .

A ESTA LEY SE LE CONOCE TAMBIÉN COMO LEY DE LA " CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA "
LA ENERGÍA ES LA CAPACIDAD PARA PRODUCIR TRABAJO Y PUEDE ADOPTAR DIVERSAS FORMAS COMO ENERGÍA QUÍMICA, CALORIFICA, RADIANTE, NUCLEAR, O LA ASOCIADA A LA MASA MISMA $E = mc^2$ ESTA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA ESTABLECE QUE LA CANTIDAD TOTAL DE ENERGÍA EN TODAS SUS FORMAS PERMANECE CONSTANTE; ES DECIR NO OBSTANTE QUE LA ENERGÍA PUEDE CAMBIARLA DE UNA FORMA A OTRA, LA SUMA DE TODAS LAS FORMAS PERMANECE CONSTANTE.

**SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA:**

ESTA LEY ESTABLECE QUE SIEMPRE QUE LA ENERGÍA SE TRANSFORME, TIENDE A PASAR DE UNA FORMA MAS ORGANIZADA Y CONCENTRADA A OTRA MENOS ORGANIZADA Y MAS DISPERSA. ESTO IMPLICA QUE NUNCA ES TOTALMENTE EFICAZ LA TRASFERENCIA DE ENERGÍA DE UN SITIO O CUERPO A OTRO.

EN TODA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA,, PARTE DE ESTA SE PIERDE EN LA OPERACIÓN AL TRANSFORMARSE EN OTRA FORMA.

LAS DOS LEYES DE LA TERMODINÁMICA PERMITEN CUANTIFICAR EN TODO MOMENTO TODA LA ENERGÍA QUE INTERVIENE EN CADA UNO DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS; ES DECIR CONOCER DE DONDE VIENE Y ADONDE VA DICHA ENERGÍA. TAMBIÉN INDICAN QUE LA ENERGÍA, CUANDO FLUYE A TRAVÉS DE UN SISTEMA ECOLÓGICO CADA VEZ ES MENOR SU CAPACIDAD PARA PRODUCIR TRABAJO, LO CUAL EQUIVALE A DECIR QUE EN CADA TRANSFERENCIA, LA CANTIDAD UTILIZABLE DE ENERGÍA ES MENOR.

**CADENAS O REDES ALIMENTARIAS:**

UNA CADENA O RED ALIMENTICIA ES UNA SECUENCIA DEL TRANSITO DE LA ENERGÍA A TRAVÉS DE LA BIOSFERA. DICHA ENERGÍA SE DESPLAZA EN FORMA DE MOLÉCULAS QUE ORIGINALMENTE SON ELABORADAS Y ALMACENADAS POR LOS PRODUCTORES.

A CONTINUACIÓN LOS PRODUCTORES SIRVEN DE ALIMENTO A UNA SERIE DE CONSUMIDORES; FINALMENTE CUALQUIER ENERGÍA QUE HAYAN FIJADO LOS PRODUCTORES O ACUMULADO LOS CONSUMIDORES Y QUE NINGUNO DE ELLOS EMPLEE, ES LIBERADA POR LOS ORGANISMOS REDUCTORES.

LA ENERGÍA FLUYE A TRAVÉS DE LA BIOSFERA SECUENCIALMENTE Y DE UN ORGANISMO A OTRO ADEMÁS QUE UNA PARTE DE ELLA SE TRANSFORMA PARCIALMENTE EN CALOR Y SALE DEL SISTEMA.

EN LA REALIDAD LAS CADENAS ALIMENTICIAS SE ENTRELAZAN ENTRE SI PARA INTEGRAR UNA RED ALIMENTICIA COMPUESTA POR ORGANISMOS COMO LOS SIGUIENTES:

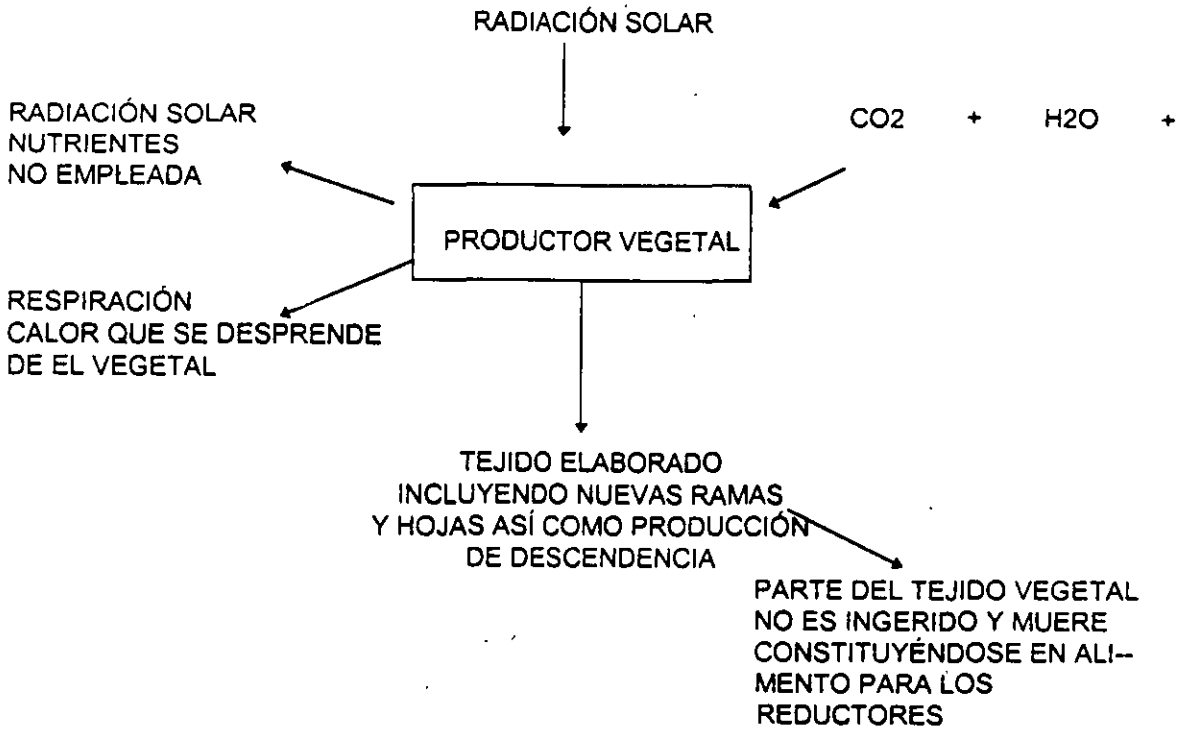
**ORGANISMO PRODUCTOR:**

ESTE ES UN VEGETAL QUE MEDIANTE LA FOTOSÍNTESIS PRODUCE Y ALMACENA MOLÉCULAS RICAS EN ENERGÍA, LAS CUALES EN SU MAYORÍA PROVOCAN QUE AUMENTE EL TEJIDO VEGETAL, ADEMÁS DE PARTICIPAR EN LOS PROCESOS VITALES DIARIOS DE LA PLANTA; LOS VEGETALES UTILIZAN LA MAYOR PARTE DE LA ENERGÍA PARA MANTENERSE VIVOS, O BIEN PARA REPRODUCIRSE.

CUANDO MUERE EL VEGETAL EL TEJIDO MUERTO CONTIENE AUN ENERGÍA, LA CUAL ES APROVECHADA POR LOS ORGANISMOS REDUCTORES.

EL HOMBRE TAMBIÉN UTILIZA LA ENERGÍA SOBRANTE DEL VEGETAL, MUERTO, POR EJEMPLO DURANTE LA QUEMA DE MADERA COMO COMBUSTIBLE.

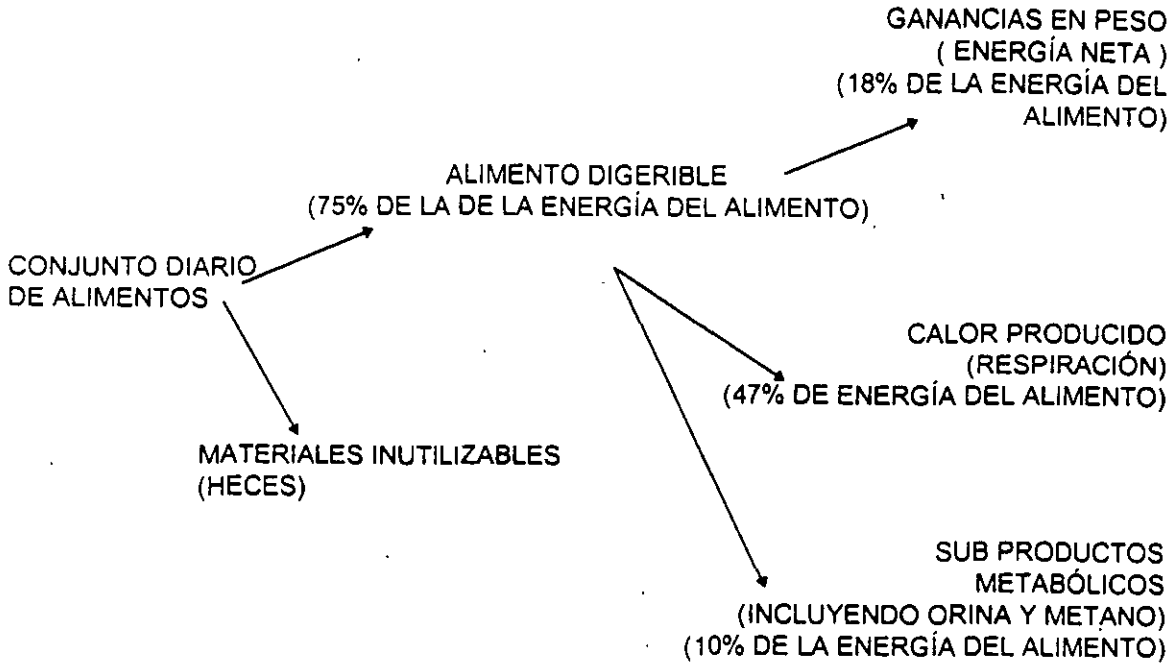
## FLUJO ENERGÉTICO A TRAVÉS DEL VEGETAL




### HERBÍVOROS:

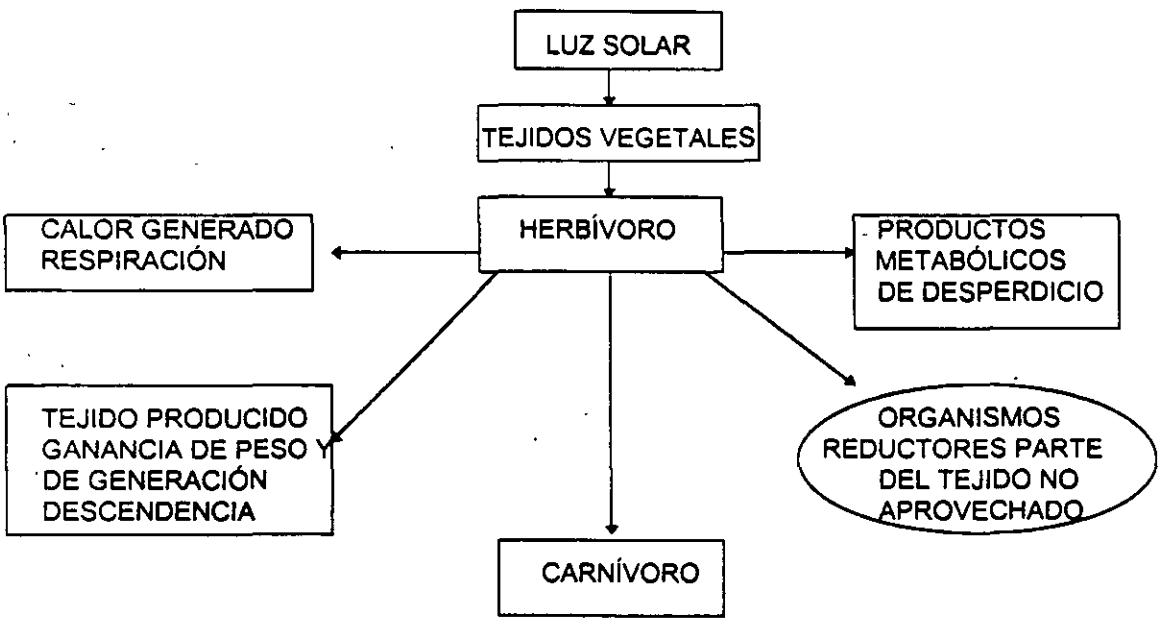
LOS HERBÍVOROS SON ORGANISMOS QUE CONSUMEN EL TEJIDO VEGETAL, OBTENIENDO ASÍ MOLÉCULAS RICAS EN ENERGÍA LA CUAL POSTERIORMENTE PUEDEN METABOLIZAR PARA VIVIR, CRECER Y REPRODUCIRSE, LOS HERBÍVOROS SON HETEROTROFOS, ES DECIR ORGANISMOS QUE SE ALIMENTAN DE OTROS.

## ENTRADAS Y SALIDAS ENERGÉTICAS DE UN HERBÍVORO




VALORES DE LOS PRODUCTOS FINALES DEL METABOLISMO ENERGÉTICO DE UN VENADO COLA BLANCA.

## TRANSITO DEL FLUJO ENERGÉTICO A TRAVÉS DE UN HERBÍVORO.

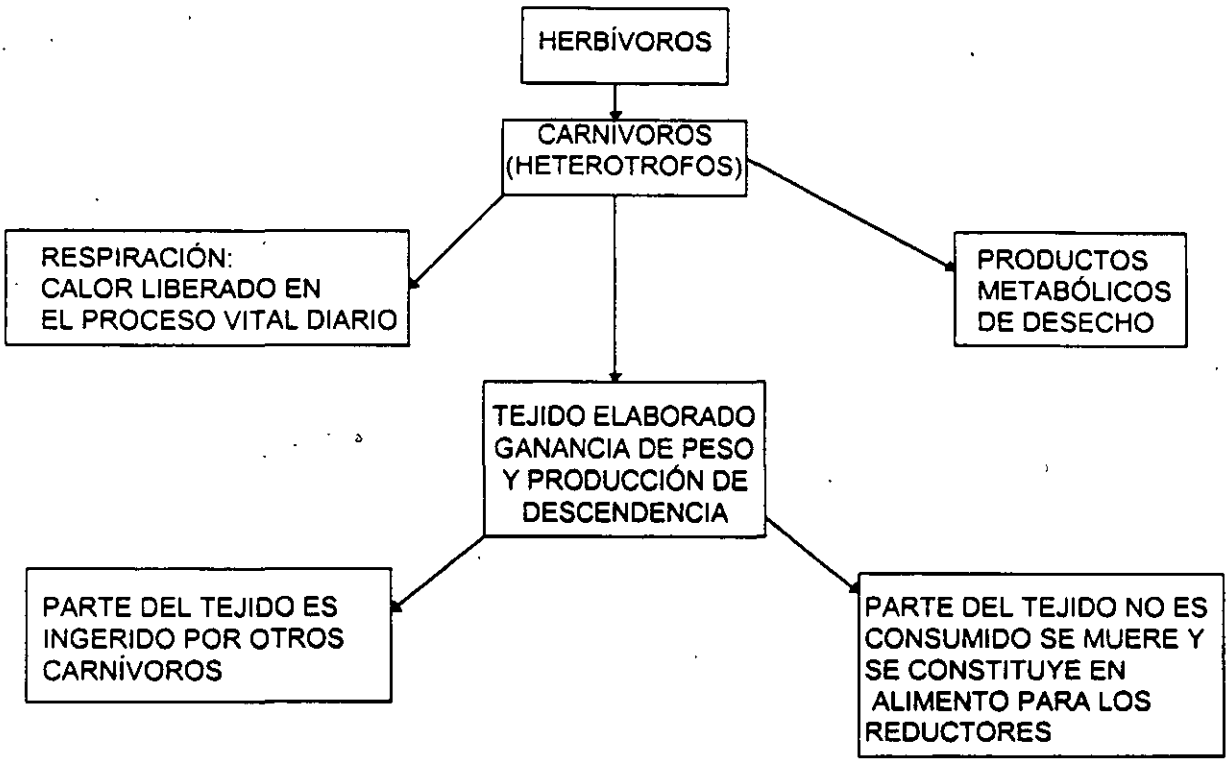


**CARNÍVOROS:**

SON ORGANISMOS QUE SE ALIMENTAN DE HERBÍVOROS. AL IGUAL QUE LOS HERBÍVOROS NO PUEDEN OBTENER ENERGÍA DIRECTAMENTE DE LA LUZ SOLAR, PERO OBTIENEN ESTA DE LOS HERBÍVOROS QUE CONSUMEN.

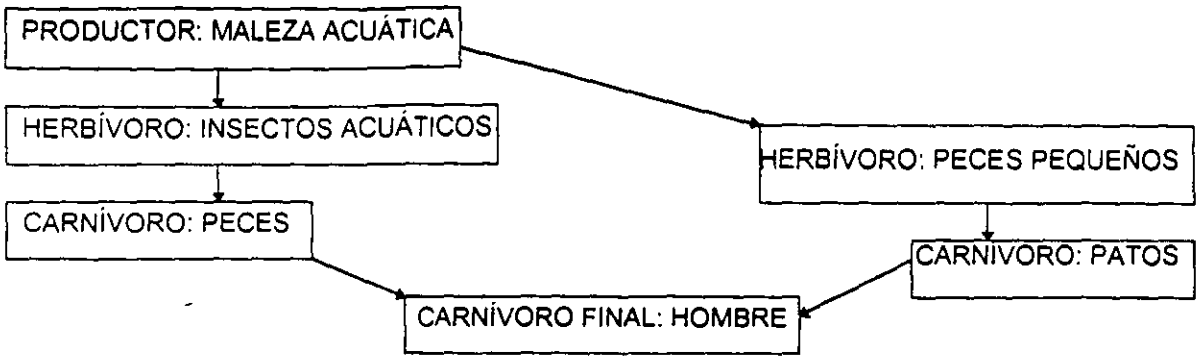
IGUALMENTE GASTAN SU ENERGÍA TANTO EN LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA (RESPIRACIÓN COMO EN LA ELABORACIÓN DE TEJIDOS CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN.

**ENTRADAS Y SALIDAS ENERGÉTICAS DE UN CARNÍVORO**

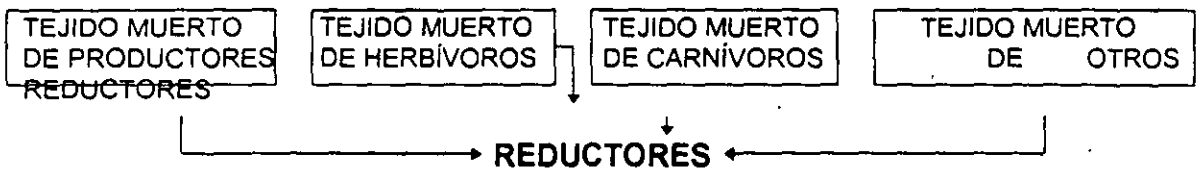



LOS CARNÍVOROS TAMBIÉN COMEN A OTROS CARNÍVOROS. EL ULTIMO CARNÍVORO EN UNA CADENA ALIMENTICIA DETERMINADA ES EL CARNÍVORO FINAL, QUE ES A MENUDO EL HOMBRE.

**RED ALIMENTICIA SIMPLE: EL HOMBRE CARNÍVORO FINAL**




**ENTRADA Y SALIDA ENERGÉTICA DE UN REDUCTOR**




LOS REDUCTORES VIVEN DE LAS MOLÉCULAS RICAS EN ENERGÍA OBTENIDAS DE TEJIDOS DE LOS ORGANISMOS MUERTOS.

GRAN PARTE DE LOS ALIMENTOS QUE INGIEREN LOS UTILIZAN EN LA RESPIRACIÓN, PERO TAMBIÉN SE MULTIPLICAN CON CUAL CREAN NUEVOS TEJIDOS.

EN LA NATURALEZA NO EXISTEN CADENAS ALIMENTICIAS GENERALES, PUES ADEMÁS DE LOS PRODUCTORES HERBÍVOROS, CARNÍVOROS, HETEROTROFOS INCLUYENDO AL HOMBRE Y LOS REDUCTORES, EXISTEN CADENAS ALIMENTICIAS QUE INCLUYEN ORGANISMOS Y PARÁSITOS O BIEN DETRITOFAGOS, ES DECIR CONSUMIDORES DE MATERIAL ORGÁNICO MUERTO.

## NIVEL TROFICO:

EL NIVEL TROFICO DE UN ORGANISMO SE REFIERE AL NUMERO DE ETAPAS QUE LO SEPARAN DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA. LA PRODUCCIÓN PRIMARIA CONSTITUYE EL PRIMER NIVEL TROFICO. UNA FORMA DE OBSERVAR LAS REDES ALIMENTICIAS CONSISTE EN ANALIZAR A LOS DIFERENTES ORGANISMOS DE ACUERDO CON EL NIVEL TROFICO QUE OCUPAN.

ES PROBABLE QUE MAS DE UN HERBÍVORO PUEDA ALIMENTARSE DE UNA ESPECIE VEGETAL DETERMINADA. ASIMISMO ESTOS CONSUMIDORES PRIMARIOS SON PRESA FRECUENTE DE MAS DE UN CARNÍVORO Y ES FACTIBLE QUE SE ALIMENTEN DE DIFERENTES TIPOS DE PLATAS. DE ESTA MANERA LAS CADENAS ALIMENTICIAS GENERALIZADAS SE ENTRELAZAN; A ESTA COMBINACIÓN SE LE DENOMINA RED ALIMENTICIA.

## EL CICLO DE LA MATERIA:

LOS ORGANISMOS DESCOMPONEDORES REALIZAN UNA FUNCIÓN DE VITAL IMPORTANCIA PARA QUE SE PUEDA REALIZAR EL RECICLADO DE LOS ALIMENTOS NUTRITIVOS, DICHA FUNCIÓN EN LO QUE PUDIERA CONSIDERARSE EL INICIO DE CICLO, AQUELLOS AUTOTOFROS HABÍAN INCORPORADO A SU PROPIO ORGANISMO, AL MORIR DEJAN EN DISPONIBILIDAD DE LOS DESCOMPONEDORES Y DE EL SUELO QUE ES SU MEDIO ORIGINAL.

EL CICLO DE LA MATERIA ES FUNDAMENTAL PARA QUE PUEDA PRESERVARSE LA VIDA EN LA TIERRA TOMANDO EN CUENTA QUE NO EXISTEN FUENTES EXTERIORES QUE ALIMENTEN LA BIOSFERA.

## CICLO DEL AGUA:

UNO DE LOS CICLOS VITALES PARA NUESTRO PLANETA ES EL AGUA, AL CUAL SE LE CONOCE COMO CICLO HIDROLÓGICO.

EL AGUA SE ENCUENTRA EN CONSTANTE MOVIMIENTO DE LA ATMÓSFERA HACIA LA TIERRA O LOS MARES MEDIANTE LLUVIA O PRINCIPALMENTE, EL AGUA EN LA SUPERFICIE TERRESTRE TRANSITA A TRAVÉS DE CAUCES, HASTA LOS VASO NATURALES INFILTRÁNDOSE UNA PARTE DEL ESCURRIMIENTO; DE AQUÍ REGRESA NUEVAMENTE A LA ATMÓSFERA MEDIANTE LA EVAPORACIÓN.

PUEDE DECIRSE QUE EL AGUA ES EL ELEMENTO MAS ABUNDANTE QUE EXISTE EN LA NATURALEZA Y ES IMPRESCINDIBLE PARA LA VIDA. TODOS LOS ORGANISMOS VEGETALES, O ANIMALES REQUIEREN DE ELLA PARA SOBREVIVIR PUES CONSTITUYEN EL MEDIO NECESARIO PARA QUE SE REALICEN LAS REACCIONES QUÍMICAS CELULARES.

ADEMÁS EL AGUA ACTÚA COMO SOLVENTE DE CA[illegible] TODAS LAS SUSTANCIAS INCLUSO DE LAS PREPARADAS POR EL HOMBRE [illegible]DEMÁS TRANSPORTA LA MAYORÍA DE LOS NUTRIENTES ESENCIALES PAR[illegible] LOS ORGANISMOS COMO SON VITAMINAS, SALES MINERALES, CARBOHIDRATOS, ETC.

A TRAVÉS DE LA SANGRE QUE ES UN MEDIO ACUOSO. TAMBIÉN CONDUCE JUGOS DIGESTIVOS Y EL LIQUIDO LINFÁTICO ADEMÁS DE LOS DESPERDICIOS DISUELTOS EN ORINA Y TRANSPIRACIÓN.

## CICLO DEL NITRÓGENO:

EL CICLO DEL NITRÓGENO ES UN EJEMPLO TÍPICO DE LOS NUTRIENTES GASEOSOS. EL NITRÓGENO SE ENCUENTRA PRINCIPALMENTE EN LA ADMOSFERA, UBICÁNDOSE MEDIANTE LA FIJACIÓN CON OTRAS SUSTANCIAS EN LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE NECESITAN PLANTAS Y ANIMALES Y ES UN COMPONENTE BÁSICO DE LAS PROTEÍNAS QUE A SU VEZ SON INDISPENSABLES A TODAS LAS FORMAS VIVIENTES.

CUANDO MUEREN ANIMALES Y PLANTAS LAS BACTERIAS INTERVIENEN LIBERANDO EN SU ACCIÓN EL NITRÓGENO A SU FORMA GASEOSA, LO CUAL PERMITE SU RETORNO A LA ATMÓSFERA COMPLETÁNDOSE ASÍ EL CICLO.

## HACIA UNA TEORÍA ECOLÓGICA:

LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIENCIA ECOLOGÍA NO INCLUYE AUN EN SUS FASES LA PREDICCIÓN Y EL CONTROL; MOTIVO POR LO QUE NO PUEDE ELABORARSE UN PLAN DE ACCIÓN CON UN MARGEN RAZONABLE DE CONFIANZA.

MERCED A LA INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN, SE POSEE UN GRAN VOLUMEN DE INFORMACIÓN Y SU EVALUACIÓN ES CADA VEZ MAS PRECISA Y SE VA ENTENDIENDO EL PORQUE DE MUCHOS FUNCIONAMIENTOS, FENÓMENOS Y RELACIONES DEL MEDIO AMBIENTE. SIN EMBARGO FALTA UNA COMPRENSIÓN GLOBAL DEL CONJUNTO.

EN CUANTO A LA PREDICCIÓN DE OCURRENCIA DE SUCESOS Y MAS AUN DE LLEGAR A SU CONTROL AUN CARECE EL HOMBRE DE MUCHA INFORMACIÓN PARA LLEGAR A ESTABLECER ESTO.

UNO DE LOS PROCEDIMIENTOS MAS SENSATOS QUE HA ENCONTRADO LA CIENCIA PARA MEJOR COMPRENSIÓN DEL MEDIO AMBIENTE CONSISTE EN INTEGRAR GRUPOS DE ESPECIALISTAS DE MUY DIVERSA RAMAS DEL CONOCIMIENTO, EN CONSECUENCIA CON LA DIVERSIDAD DE ELEMENTOS Y COMPONENTES QUE LO INTEGRAN.

DENTRO DE LOS ENFOQUES MODERNOS QUE SE PROPORCIONA AL COMPORTAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS, EXISTE EL DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS, SEAN LINEALES O MATRICIALES; EN ESTOS SE CONJUNTAN LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DEL MEDIO AMBIENTE Y AGENTES EXTERNOS, CON SU CORRESPONDIENTE PESO E IMPORTANCIA PARTICULAR , BUSCANDO REALIZAR LA EVALUACIÓN CONJUNTA DE SU COMPORTAMIENTO Y PODER ESTABLECER UN DIAGNOSTICO DEL FUNCIONAMIENTO GLOBAL, PARA LAS CARACTERÍSTICAS ELEMENTOS INTEGRALES E IMPORTANCIA CONSIDERADOS.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Estudios de Impacto Ambiental en Vías Terrestres*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# ESTUD OS DE IMPACTO AM BIENTAL EN VIAS TERRESTRES.

**J. R. Limón Flores**

1.- INTRODUCCION.

Son múltiples las relaciones existentes entre - la geotecnia y el medio ambiente, haciéndose indispensable la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en la etapa de planeación, con objeto de identificar y evaluar los impactos ambientales derivados de la implementación de proyectos de vías terrestres y de algunas otras -- geotécnicas.

Debido a que el suelo y subsuelo son la base -- principal de las obras requeridas para una vía terrestre, el ingeniero civil con actitud multidisciplinaria se apoyará en la participación de especialistas en la planeación de dichas actividades, así como en la elaboración de los estudios de Impacto Ambiental.

En el presente trabajo describiremos al medio - ambiente, en particular al medio físico, definiendo éste, y analizando el suelo como recurso natural y como elemento del medio.

Tomando en cuenta estos conceptos, se habla de las evaluaciones de Impacto Ambiental dándose el concepto desde un enfoque sistemático; y el contenido, describiéndose la metodología general requerida para la elaboración.

Posteriormente se dan las principales consideraciones que son indispensables realizar con - objeto de identificar y evaluar los impactos - ambientales derivados de la implementación de una vía terrestre de comunicación.

Finalmente, se considera el enfoque de la Ingeniería Civil en los estudios de Impacto Ambiental en Vías Terrestres, revisándose características generales en este tipo de proyectos.

2.- MEDIO AMBIENTE Y MEDIO FISICO.

2.1.- MEDIO AMBIENTE.

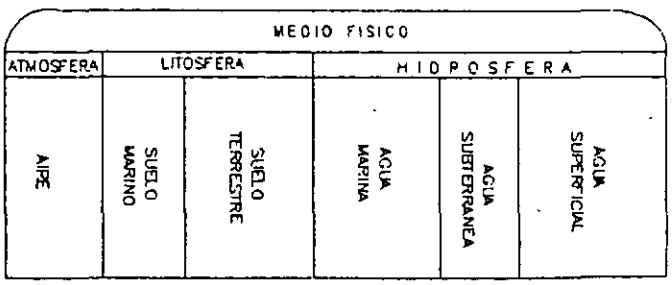
Para precisar una definición de medio ambiente, es importante señalar que se presentarán tantas definiciones o conceptos como autores existan, así mismo es importante destacar que diversos - factores como los referentes a la semántica, - también influyen en la determinación de un concepto general acerca del tema; sin embargo para el presente trabajo consideramos las siguientes definiciones:

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, considera al medio ambinte - es - decir el sistema exterior físico y biológico en que vive el hombre y otro organismos - es un todo, aunque un todo complejo en el que interactúan muchos elementos (rocas, suelos, aguas, y tierras, etc.).

El Gobierno de México, define al medio ambiente como: el conjunto de elementos naturales, artificales o inducidos por el hombre, físicos, químicos y biológicos que propicien la existencia, transformación y desarrollo de organismos vivos.

2.2.- EL MEDIO FISICO.

Este medio está integrado por la hidrósfera, - la litósfera y la atmósfera y representado por los cuerpos de aguas superficiales, subterránea y marinas; los suelos terrestres y marino y finalmente, el aire.




.3.- SUELO:

RECURSO NATURAL Y ELEMENTO DEL MEDIO.

Unos de los principales, constituyentes del medio físico, tanto en la hidrósfera como en la litósfera los representa el suelo marítimo como terrestre, por su importancia como recurso natural y como elemento de soporte de diversas actividades humanas o antropogénicas enfocadas al - aprovechamiento de su potencial productivo y como soporte de las actividades de construcción, transformación y de servicios requeridos por --

los diversos sectores de nuestra economía nacional.

3.1.- EL SUELO COMO RECURSO NATURAL.

El suelo como recurso natural es y será soporte y fuente de nutrientes para la cubierta vegetal siendo la productividad y fertilidad del suelo aspectos complejos que están en función de los componentes del suelo, la formación de los mismos y de sus características y propiedades.

Las definiciones de suelos adoptadas por los ingenieros agrónomos y forestales incluirán aspectos:

a) Edafológicos, que le conceptualizan como la zona más externa de la corteza terrestre, que a través del tiempo sufre y se transforma por acciones derivadas de las acciones de intemperalismos físicos, químicos o biológicos.

b) Productivos, que lo definen como la parte superior del regolito, compuesta por la materia mineral originada por la alteración de la roca madre, de la materia orgánica viva y muerta procedente del desarrollo de los procesos biológicos, condicionada por una cierta humedad y que contiene materia orgánica y mineral en estados coloidal y disuelto.

3.2.- EL SUELO COMO ELEMENTO DEL MEDIO.

Como soporte para la infraestructura de estracción, transformación y de los servicios (física y social), para geólogos e ingenieros el suelo tiene un concepto y alcances mayores, ya que no se limita al espesor externo descrito por los ingenieros agrónomos y forestales. El suelo en este sentido está constituído por una diversidad de materiales no consolidados, meteorizados o alterados de su condición natural y situado además del espesor externo en capas constituídas por rocas alteradas, degradadas o fracturadas, cenizas volcánicas, aluviones, depósitos eólicos y glaciales; por materiales formados "in situ" o transportados, etc.

Las características o propiedades que se consideran para describir a un suelo las podemos expresar en téminos de: propiedades físicas (resistencia, compresibilidad, etc.), la estabilidad estructural de un suelo; las características químicas (reacción del suelo pH, la permeabilidad).

A manera de ejemplo consideremos en el siguiente trabajo algunas de las propiedades del suelo:

a) ESTRUCTURA.

La estructura de un suelo se aplica al mismo para definir el estado de agregación de sus partículas componentes, minerales y orgánicas.

| PRIMER NIVEL | SEGUNDO NIVEL | TERCER NIVEL (CLASE TEXTURALES BASICAS) |
|---|---|---|
| SUELOS ARENOSOS | SUELOS DE TEXTURA GRUESA | XII TEXTURA MUY ARENOSA<br>XI TEXTURA ARENOSA FRANCA |
| SUELOS FRANCOS O MEDIOS | SUELOS DE TEXTURA MODERADAMENTE GRUESA | IX TEXTURA FRANCO-ARENOSA |
| | SUELOS DE TEXTURA MEDIA | VIII. TEXTURA FRANCO-LIMOSA<br>VII TEXTURA FRANCA<br>X TEXTURA MUY LIMOSA |
| | SUELOS DE TEXTURA MODERADAMENTE FINA | IV. TEXTURA FRANCO-ARCILLOSA<br>VI TEXTURA FRANCO-ARCILLOSA-ARENOSA<br>V. TEXTURA FRANCO-ARCILLOSA-LIMOSA |
| SUELOS ARCILLOSOS | SUELOS DE TEXTURA FINA | III TEXTURA ARCILLOSO-ARENOSA<br>II. TEXTURA ARCILLOSO-LIMOSA<br>I TEXTURA MUY ARCILLOSA |

| TEXTURA | CONTENIDO EN MATERIA ORGANICA | CAPACIDAD EN RETENCION DE AGUA |
|---|---|---|
| SUELOS ARENOSOS | BAJO | MUY ESCASA (POROS GRANDES) |
| | ALTO | ESCASA (AL FORMARSE GRUMOS PUEDEN CREARSE ALGUNOS POROS CAPILARES) |
| SUELOS LIMOSOS | BAJO | MUY ELEVADA (LA TEXTURA LIMOSA ES LA ADECUADA PARA LA CONFIGURACION DE POROS CAPILARES; VER TABLA ANTERIOR) |
| | ALTO | ELEVADA (AL FORMARSE GRUMOS, SE CREARAN ALGUNOS MACROPOROS DE AGUA GRAVITACIONAL) |
| SUELOS ARCILLOSOS | BAJO | CASI NULA (EL AGUA ADHERIDA A LAS PARTICULAS ARCILLOSAS ES HIGROSCOPICA, DEPENDIENTE FUNDAMENTALMENTE DE LA HUMEDAD ATMOSFERICA, Y SU ESTRUCTURA LAMINAR CONFIGURA ESCASOS POROS CAPILARES) |
| | ALTO | ELEVADA (AL FORMARSE GRUMOS CON PARTICULAS PEQUEÑAS SE FORMAN MUCHOS POROS CAPILARES) |

4.- EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1.- CONCEPTO.

Se define la evaluación de impacto ambiental como una actividad diseñada para identificar y predecir el impacto de una acción en el medio biogeofísico, la salud y el bienestar humano, así como para interpretar y evaluar los impactos detectados y comunicar la información sobre éstos.

Por su esencia y productos, las evaluaciones de impacto ambiental son herramienta básica para la toma de decisiones en la etapa de planeación del proyecto, y no deberán considerarse como un obstáculo para el desarrollo y la realización de las subsecuentes etapas del proyecto: la construcción e instalación, la puesta en servicio (parcial o total) y la operación. Tampoco son ejercicios teóricos estrictos que nos permitan identificar y evaluar las modificaciones, transformaciones y alteraciones del medio abiótico, biótico y humano en el que se implementará el proyecto: si no que serán una ayuda y un auxilio a los responsables del diseño y la ejecución del proyecto para solucionar entre las múltiples opciones del mismo, a aquella que resulte la conciliatoria para el desarrollo del proyecto con el equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Es importante destacar que estos estudios no son la panacea, ya que al considerar dos sistemas (proyecto y medio ambiente); integrados por subsistemas diversos y heterogéneos (etapas del proyecto y componentes del medio);por lo que se requerirán elementos de juicios apegados al desarrollo del proyecto y a la realidad de las condiciones ambientales. Así mismo será necesaria la selección de la metodología de evaluación idónea.

La aplicación correcta de las evaluaciones de impacto ambiental, renundará en la selección del trazo o localización de la alternativa -- que concilia el proyecto con su entorno; la adecuación de los procedimientos de construcción y la determinación de programas de mitigación ambiental que una vez implementados permitirán preveer, controlar evitar y minimizar los impactos adversos al medio ambiente.

4.2.- CONTENIDO.

En general, las metodologías de evaluación de impacto ambiental, deberán contemplar los siguientes capítulos:

1) Descripción de la naturaleza de la actividad o proyecto propuesto y sus opciones.

2) Descripción del medio ambiente (abiótico, biótico y humano) en donde se implementará la actividad o proyecto propuesto y -- del área de influencia del mismo.

3) Identificación de los impactos ambientales (adverso significativo, adverso no significativo;benéfico significativo,benéfico no significativo,desconocido; mitigable, no mitigable, etc.)

4) Predicción de los efectos más importantes significativos así como la definición de los criterios nombrados para esta predicción; considerando la caracterización del medio ambiente previa al proyecto y - la resultante con la implementación del - proyecto.

5) Determinación de las medidas de mitigación o atenuación que deberán ejecutarse con oportunidad para evitar y controlar los impactos adversos.

6) Recomendaciones de supervisión de las medidas indicadas en el punto anterior para las actividades de construcción, puesta en servicio y operación del proyecto a implementarse.

5.-IDENTIFICACION Y EVALUACION DE IMPACTOS.

Como consecuencia de lo descrito en los puntos 3 y 4 del subcapítulo 3.2 CONTENIDO DE LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL en este capítulo efectuaremos las -- principales consideraciones que es indispensable realizar con objeto de identificar y evaluar los impactos ambientales - derivados de la implementación de una -- vía terrestre de comunicación.

De manera general es necesario destacar para etapa del proyecto, por actividad específica de los impactos primarios y secundarios, directos o indirectos que se causarán al entorno en que se desarrollará el proyecto. Enfatizando los factores que afectan la magnitud y la extensión del impacto.

**ETAPA:** Preparacion del sitio y construccion

**ACTIVIDAD:** Despalme

**IMPACTOS PRIMARIOS DIRECTOS**

- Destruccion de la capa superficial del suelo
- Cambio de la topografia
- Generacion de material de desperdicio
- Generacion temporal de empleo

**IMPACTOS PRIMARIOS INDIRECTOS**

- Cambio del drenaje
- Erosion
- Baja en la productividad del suelo
- Migracion de trabajadores

**IMPACTOS SECUNDARIOS**

- Incremento de la demanda de servicios
- Presion inflacionaria
- Cambio de patrones y estilo de vida

**FACTORES QUE AFECTAN LA MAGNITUD DEL IMPACTO**

- Ecosistemas no perturbados
- Ecosistemas fragiles o en riesgo de extincion

**FACTORES QUE AFECTAN LA EXTENSION DEL IMPACTO**

- Longitud de la carretera
- Area de derecho de via

**OBSERVACIONES:**

6.- ENFOQUE DE LA INGENIERIA CIVIL.

Dada la heterogeneidad de los elementos que integran al medio ambiente, la diversidad y conplejidad de las relaciones que se presentan entre cada uno de los factores del pedio; es indispensable que los ingenieros enfoquemos como sistemas, al medio ambiente - como el proyecto.

Existe una gran variedad de definiciones, - entre las que destacan las siguientes:

- Staffor Beer señala: "Cualquier colección cohesiva de las cosas están dinámicamente - relacionadas."

- R.A.Jhonson dice que: "Sistema es un todo organizado y complejo, un conjunto o combinación de partes o cosas que forman un todo unitario.

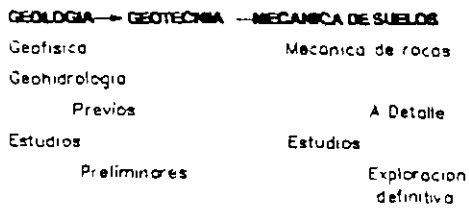
- Cleland y King sostienen que: "si un grupo de elementos mantienen una regular interacción o interdependencia, formando un todo unificado, es un sistema."

En todas las definiciones que se puedan encontrar de sistemas se enmarcaran como notas esenciales a las siguientes: a) un conjunto o una combinación de cosas o partes;

b) integrados e interdependientes; c) cuyas relaciones entre sí y con sus atributos las hacen formar un todo unitario y organizado; d) que cumple con el propósito o realiza determinada función.

El marco clásico para referirse a la Geotecnia, la coloca y ubica a ésta como aplicación intermedia entre la geología y la mecánica de suelos, desde el punto de vista de la ingeniería civil.

La anterior se puede representar gráficamente en el diagrama que a continuación se muestra:




Podrían considerarse las siguientes definiciones o conceptos:

a) Geología:"Estudio de la Tierra, que cuenta con ramas auxiliares:Paleontología,Sedimentología,mineralogía,Pedología,Geotecnia -- etc.,entre otras".

b) Geohidrologia:"Rama de la Geología que se ocupa del estudio de los acuíferos,con énfasis especial hacia los acuíferos subterráneos.

c) Geofísica:"consiste en el estudio de la -- tierra a través de mecanismos físicos,puede llegar hasta la comprobación de datos - de gabinete mediante la aplicación de estudios de campo específicos".

d) Mecánica de suelos:"Rama de la ingeniería civil que estudia la aplicación de las leyes de la mecánica e hidráulica referentes a sedimentos y acumulación de partículas sólidas,producidas por desintegración mecánica o descomposición química de las rocas".

e) Mecánica del medio contínuo:"Concepto que se refiere a la conceptualización "ideal" de un medio. (suelo) que es heterogéneo, - no isotrópico etc. con fines de investigación pura".

7.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La geotecnia como una aplicación intermedia entre la geología y la mecánica de suelos, desde el punto de vista de la ingeniería civil es un factor determinante en la identificación y evaluación del impacto ambiental de actividades o proyectos que tengan relación con el suelo y el subsuelo. Para la determinación del estado "cero" del medio ambiente la geofísica, la geohidrología, las - mecánicas de suelos y de rocas, mediante estudios previos, a detalle y de exploración definitiva aportarán información que servirá de base para compararlos con la información producto de estimaciones, predicciones, etc.

Como elemento de mitigación, la geotecnia, permitirá seleccionar de entre diversas opciones de trazo a la ambientalmente reelevante; definir de entre diversos procedimientos constructivos al que concilie al proyecto -- con el entorno en que simplemente y, finalmente, para situaciones muy específicas determinar los planes y programas de mitigación ambiental, que implementados, evitarán y controlarán los impactos ambientales adversos.

# CONCLUSIONES.

## G. Auvinet Guichard

Al terminarse este simposio, nos quedamos con varias preocupaciones pero afortunadamente tenemos también varias razones de ser optimistas.

La magnitud de algunos de los problemas ecológicos que nos fueron planteados es realmente preocupante. Existe una gama amplia de contaminantes y de mecanismos que conducen a la alteración del medio ambiente. El estudio de estos mecanismos, por ejemplo mediante modelaciones numéricas de las transferencias de productos contaminantes a través de medios porosos, permite entender mejor estos fenómenos pero pone también en evidencia su gravedad y las dificultades que plantea su control.

Parece poder decirse, sin embargo, que lo que daña el hombre, el hombre lo puede componer si se lo propone. A este respecto, fue muy ilustrativa la conferencia del Ing. Gerardo Cruickshank sobre el rescate de la zona del Lago de Texcoco. Esta zona, que fue una de las primeras áreas del valle de México profundamente dañada ecológicamente, es ahora una isla de vegetación y de areas de recreo en el corazón de la gran ciudad.

La mecánica de suelos puede jugar un papel esencial en la protección y en la recuperación del medio ambiente. La construcción de rellenos sanitarios, por ejemplo, plantea problemas de compactación, de estabilidad de taludes y de infiltraciones de lixiviados que pueden ser atacados por los métodos tradicionales de la mecánica de suelos. Otros problemas requieren por lo contrario mucha investigación y desarrollo de técnicas nuevas.

Asi, de las ponencias presentadas respecto a la construcción de cimentaciones sobre antiguos basureros se desprende la necesidad de trabajar con un nuevo material: los desechos sólidos. Este reto no nos debe asustar: los problemas de escala que este material plantea pueden evaluarse recurriendo a un enfoque similar al que se adoptó en los estudios sobre enrocamientos realizados por el Prof. Marsal. ¿Por que no recurrir a un odómetro y a una camara triaxial de grandes dimensiones para el estudio de las propiedades mecánicas de estos materiales?.

Otro tema que merece una gran atención es el de la permeabilidad de las arcillas usadas como impermeabilizantes. Tomando en cuenta el alto costo y la fragilidad de los materiales sintéticos comerciales disponibles para formar barreras impermeables, debe analizarse mucho mas a fondo la posibilidad de recurrir a la arcilla, material mas accesible y confiable si se usa adecuadamente.

Frente a estos nuevos retos, el ingeniero geotecnista debe tener presentes las lecciones aprendidas en el pasado al desarrollar las tecnologías correspondientes a cimentaciones, presas o vías terrestres: evitar la improvización, recurrir a las ciencias de la ingeniería como herramientas principales, y dar a la investigación el lugar importante que merece para formar un cuerpo de conocimientos en el que se apoyarán las soluciones a los problemas futuros. Si se adopta este enfoque, no existen razones para dudar de la capacidad de la ingeniería para resolver los problemas del medio ambiente, por difíciles que estos sean.

FACUL
DIVISI
A.M.
ITUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

***Política Ambiental para un crecimiento sustentable Incluida en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 de los Estados Unidos Mexicanos***

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería . Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO Postal M-2285
Telefonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521 1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# POLÍTICA AMBIENTAL PARA UN CRECIMIENTO SUSTENTABLE INCLUIDA EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1995-2000 DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

POR VARIAS GENERACIONES SE HAN INCREMENTADO CRECIENTES TENDENCIAS DE DETERIORO EN LA CAPACIDAD DE RENOVACIÓN DE NUESTROS RECURSOS NATURALES Y EN LA CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE. LAS PRINCIPALES ÁREAS METROPOLITANAS SE ENFRENTAN A PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN Y EN ELLAS SE REBASASEN LAS NORMAS DE CONCENTRACIÓN AMBIENTAL POR VARIAS CONTAMINANTES; TREINTA DE CADA CIEN TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES NO SON RECOLECTADAS, Y SE ABANDONAN EN LOTES BALDÍOS Y CALLES; CADA AÑO SE GENERAN MÁS DE SIETE MILLONES DE TONELADAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS; EN VARAS REGIONES SE HAN GENERADO ALTERACIONES DRÁSTICAS EN LOS ECOSISTEMAS.

ADEMÁS REGISTRAMOS UNA DE LAS TASAS MÁS ALTAS DE DEFORESTACIÓN EN AMÉRICA >LATINA, SOBRE TODO EN LAS ZONAS TROPICALES POR CAMBIO DE USO DE SUELO, Y EN LAS ZONAS TEMPLADAS POR INCENDIOS. EL USO INADECUADO DE LOS SUELOS HA OCASIONADO UNA DISMINUCIÓN EN LA FERTILIDAD DEL SUELO HASTA EN OCHENTA POR CIENTO DEL TERRITORIO NACIONAL; 29 DE LAS 37 REGIONES HIDROLÓGICAS ESTÁN CALIFICADAS COMO CONTAMINADAS, Y EN LA ACTIVIDAD PESQUERA SE HAN PRESENTADO CASOS DE SOBREEXPLOTACIÓN POR VARIAS ESPECIES. ESTAS ALTERACIONES AL MEDIO AMBIENTE PROPICIAN CAMBIOS GLOBALES QUE TRASCIENDEN EL ESPACIO NACIONAL Y COLOCAN EL TEMA EN LA ARENA INTERNACIONAL.

LOS EFECTOS ACUMULADOS DURANTE AÑOS Y LA REDUCCIÓN DE OPORTUNIDADES PRODUCTIVAS POR CAUSA DE MAL USO DE LOS RECURSOS NATURALES, DIFÍCILMENTE PODRÁN SER SUPERADOS A CORTO PLAZO. NUESTRA ATENCIÓN DEBE CENTRARSE EN FRENAR LAS TENDENCIAS DE DETERIORO ECOLÓGICO Y SENTAR LAS BASES PARA TRANSITAR A UN DESARROLLO SUSTENTABLE.

NUESTRO RETO ES, SOCIEDAD Y ESTADO, ASUMIR PLENAMENTE LAS RESPONSABILIDADES Y COSTOS DE UN APROVECHAMIENTO DURADERO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE QUE PERMITA MEJOR CALIDAD DE VIDA PARA TODOS, PROPICIE LA SUPERACIÓN DE LA POBREZA, Y CONTRIBUYA A UNA ECONOMÍA QUE NO DEGRADE SUS BASES NATURALES DE SUSTENTACIÓN. EN LOS PRÓXIMOS AÑOS REQUERIREMOS UNA EXPANSIÓN PRODUCTIVA QUE SIENTE BASE PARA CREAR EMPLEOS Y AMPLIAR LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS DEMANDADOS POR UNA POBLACIÓN EN CRECIMIENTO. POR ELLO LA POLÍTICA AMBIENTAL Y DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS IRA MÁS ALLÁ DE UNA ACTITUD ESTRICTAMENTE REGULATORIA Y SE CONSTITUIRÁ EN UN PROCESO DE PROMOCIÓN E INDUCCIÓN DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA AMBIENTAL, DE CREACIÓN DE MERCADOS Y DE FINANCIAMIENTO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. ASÍ

LOGRAREMOS HACER COMPATIBLE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO CON LA PROTECCIÓN AMBIENTAL.

EN CONSECUENCIA, LA ESTRATEGIA NACIONAL DE DESARROLLO BUSCA UN EQUILIBRIO GLOBAL Y REGIONAL ENTRE LOS OBJETIVOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES, DE FORMA TAL QUE SE LOGRE CONTENER LOS PROCESOS DE DETERIORO AMBIENTAL; INDUCIR UN ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO NACIONAL, TOMANDO EN CUENTA QUE EL DESARROLLO SEA COMPATIBLE CON LAS APTITUDES Y CAPACIDADES AMBIENTALES DE CADA REGIÓN; APROVECHAR DE MANERA PLENA Y SUSTENTABLE LOS RECURSOS NATURALES, COMO CONDICIÓN BÁSICA PARA ALCANZAR LA SUPERACIÓN DE LA POBREZA; Y CUIDAR EL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES A PARTIR DE UNA REORIENTACIÓN DE LOS PATRONES DE CONSUMO Y UN CUMPLIMIENTO EFECTIVO DE LAS LEYES.

JUNTO CON LAS ACCIONES PARA FRENAR LAS TENDENCIAS DEL DETERIORO ECOLÓGICO Y TRANSITAR HACIA UN DESARROLLO SUSTENTABLE, SE REALIZARÁN PROGRAMAS ESPECÍFICOS PARA SANEAR EL AMBIENTE EN LAS CIUDADES MÁS CONTAMINADAS, RESTAURAR LOS SITIOS MÁS AFECTADOS POR EL INADECUADO MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS, SANEAR LAS PRINCIPALES CUENCAS HIDROLÓGICAS Y RESTAURAR ÁREAS CRÍTICAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

EL FACTOR DE PROMOCIÓN EN LA REGULACIÓN AMBIENTAL ESTARÁ DADO POR UN SISTEMA DE INCENTIVOS QUE, A TRAVÉS DE NORMAS E INSTRUMENTOS ECONÓMICOS, ALIENTEN A PRODUCTORES Y CONSUMIDORES A TOMAR DECISIONES QUE APOYEN LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE.

EL USO DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS EVITARÁ QUE QUIENES PROVOQUEN COSTOS AMBIENTALES LOS TRASLADEN A LOS DEMÁS PRODUCTORES Y A LOS CONSUMIDORES, Y PERMITIRÁ QUE QUIENES PROTEJAN EL AMBIENTE Y LOS RECURSOS RECIBAN ESTÍMULOS PERMANENTES PARA REDUCIR LA GENERACIÓN DE CONTAMINANTES Y RESIDUOS. ESTA POLÍTICA EVITARÁ QUE LOS COSTOS SE INCREMENTEN PARA NO PERJUDICAR A LOS CONSUMIDORES, Y PROPICIARÁ QUE SE ASUMAN DE MANERA EFICIENTE LOS OBJETIVOS DE CONSUMIDORES, Y PROPICIARÁ QUE SE ASUMAN DE MANERA EFICIENTE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO.

CON FUNDAMENTO TÉCNICO, CON RESPALDO JURÍDICO, ECONÓMICO Y FISCAL Y CON LOS CONSENSOS SOCIALES NECESARIOS, SE BUSCARÁ QUE CADA ENTIDAD FEDERATIVA Y CADA REGIÓN CRÍTICA ESPECÍFICA CUENTE CON UN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EXPEDIDO CON FUERZA DE LEY.

PARA LAS ÁREAS NATURALES Y PROTEGIDAS SE APLICARÁN PROGRAMAS CONCERTADOS QUE DIVERSIFIQUEN LAS FUENTES Y LOS MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO; INCORPOREN SERVICIOS DE TURISMO ECOLÓGICO; DESARROLLEN NUEVOS MERCADOS DE BIENES DE ORIGEN NATURAL CON UNA CERTIFICACIÓN ECOLÓGICA; E INDUZCAN EL MANEJO PARA LA REPRODUCCIÓN DE ALGUNAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE.

PARA APROVECHAR PLENAMENTE LAS VENTAJAS DE LOS ACUERDOS COMERCIALES DE LOS QUE FORMAMOS PARTE, IMPULSAREMOS UNA PRODUCCIÓN LIMPIA, YA QUE LA CALIDAD AMBIENTAL ES HOY UNO DE LOS REQUISITOS DE LA COMPETITIVIDAD, SOBRE TODO EN LOS PAÍSES DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO, Y DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMÉRICA DEL NORTE. LOS CONVENIOS INTERNACIONALES Y LOS PROGRAMAS DE COOPERACIÓN ADOPTADOS POR NUESTRO PAÍS SIGNIFICAN NUEVAS OPORTUNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL A TRAVÉS DE POSIBILIDADES DE TRANFERENCIA TECNOLÓGICA, CAPACITACIÓN Y FINANCIAMIENTO, LAS CUALES SERÁN PROMOVIDAS Y ENCAUZADAS CON LA PARTICIPACIÓN DE TODA LA SOCIEDAD.

EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y SU ABASTECIMIENTO A TODOS LOS MEXICANOS ES UNA DE NUESTRAS MÁS ALTAS PRIORIDADES. PARA MANTENER, COMPLEMENTAR Y AUMENTAR LA INFRAESTRUCTURA DE ALTA CALIDAD PARA SERVICIOS DE AGUA ES NECESARIO ATENDER Y REFORZAR LAS INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA CONSIDERADA ESTRATÉGICA; JERARQUIZAR LOS RECURSOS DE INVERSIÓN DIRIGIDOS A MEJORAR LA OPERACIÓN; TERMINAR OBRAS INCONCLUSAS; REALIZAR LAS OBRAS NUEVAS QUE DEMANDA EL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA, Y ADECUAR Y UTILIZAR PLENAMENTE LA INFRAESTRUCTURA OCIOSA.

PARA HACER FRENTE A LA CRECIENTE DEMANDA POR SERVICIOS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y OTROS USOS, SE ABRIRÁN NUEVAS OPORTUNIDADES A LAS EMPRESAS PRIVADAS CON EL FIN DE QUE PARTICIPEN DIRECTAMENTE EN LA PRESTACIÓN DE ESTOS SERVICIOS, REGULÁNDOLAS DEBIDAMENTE PARA GARANTIZAR SU CALIDAD Y EFICIENCIA, Y PROTEGER LOS USUARIOS. PARA ESTO SE PROMOVERÁN ESQUEMAS DE RIESGO COMPARTIDO EN EL SUMINISTRO DE SERVICIOS INTEGRALES DE AGUA, DE MANERA QUE MEJOREN SU CALIDAD Y SE ABATAN COSTOS. SE INCENDIARÁ EL DESARROLLO DE EMPRESAS DE AGUA, Y SE FOMENTARÁ LA DIVERSIFICACIÓN DE INVERSIONES EN LOS DISTRITOS DE RIESGO A TRAVÉS DE DIVERSOS ESQUEMAS, COMO LAS SOCIEDADES DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.

PARA ELEVAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA HIDROLÓGICO SE EXTENDERÁN Y FORTALECERÁN LOS ORGANISMOS RESPONSABLES DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO, Y SE EXTENDERÁ LA INTEGRACIÓN DE CONSEJOS POR CUENCAS HIDROLÓGICAS. UNA TAREA PRIORITARIA SERÁ EL SANEAMIENTO DE LAS CUENCAS MÁS CONTAMINADAS, EN LA QUE SE INTENSIFICARÁN LOS ESFUERZOS DE REHABILITACIÓN, PRINCIPALMENTE EN EL VALLE DE MÉXICO Y EN EL SISTEMA LERMA-SANTIAGO. EN LAS CUENCAS CON MAYOR DETERIORO ECOLÓGICO SE INTENSIFICARÁN LOS ESFUERZOS DE REHABILITACIÓN, BUSCANDO PROTEGER LA SALUD DE LA POBLACIÓN Y RESTABLECER EN LO POSIBLE LA CALIDAD DE LOS ECOSISTEMAS. EN CUANTO AL CUMPLIMIENTO EFECTIVO DE LA LEY, Y BAJO UN ESQUEMA EQUITATIVO, SE DESPLEGARÁ UNA POLÍTICA DE REGULARIZACIÓN DEL UNIVERSO DE USUARIOS Y DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN URBANO E INDUSTRIAL, CON RESPALDO EN UN SISTEMA ADECUADO DE SANCIONES, PRECIOS Y ESTÍMULOS.

CON ESTAS MEDIDAS SE ABATIRÁ DE MANERA MÁS ACELERADA UNO DE LOS PRINCIPALES REZAGOS SOCIALES, QUE ES LA FALTA DE AGUA POTABLE PARA LOS GRUPOS DE MAYOR POBREZA, Y SE AVANZARÁ EN EL SANEAMIENTO DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS, LO QUE MEJORARÁ LA CALIDAD AMBIENTAL DE NUESTRO PAÍS.

PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL SECTOR FORESTAL SE AMPLIARÁ LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE; SE ESTIMULARÁ LA EXPORTACIÓN RACIONAL EN LOS NIVELES MÁS ALTOS QUE PERMITA SU POTENCIAL, Y SE DIVERSIFICARÁ HACIA NUEVOS PRODUCTOS COMPETITIVOS. PARA ELLO SERÁ NECESARIO: REDEFINIR LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES DE LOS PLANES DE MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS BOSQUES; INTENSIFICAR LOS PROGRAMAS DE PROTECCIÓN, CUIDADO Y CONSERVACIÓN, Y PERFECCIONAR LOS SISTEMAS DE INSPECCIÓN Y VIGILANCIA.

PARA FORTALECER A LOS PRODUCTORES DEL SECTOR SE BUSCARÁ INCREMENTAR EL VALOR AGREGADO DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN FORESTAL, INTEGRAR LAS CADENAS PRODUCTIVAS REGIONALES, Y DEFINIR NORMAS CLARAS DE MANEJO PARA LAS PLANTACIONES COMERCIALES, UTILIZANDO ESPECIES ADECUADAS. TAMBIÉN SE INCORPORARÁN ESQUEMAS FISCALES Y FINANCIEROS QUE INCENTIVEN LA SUSTENTABILIDAD; SE INTRODUCIRÁN MECANISMOS CONTRA PRÁCTICAS DESLEALES DE COMERCIO; SE REGULARÁ LA RELACIÓN COMERCIAL ENTRE LOS POSEEDORES DEL RECURSO Y LOS INDUSTRIALES; Y SE CONCERTARÁN ESQUEMAS DE MEJORAMIENTO DE PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS.

BUSCANDO PROTEGER LOS SUELOS, SE INDUCIRÁN CAMBIOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE COMBINEN LA OPTIMIZACIÓN DE INGRESOS Y RENDIMIENTO CON LA CONSERVACIÓN; ABRIENDO ESPACIOS FORMALES PARA EL INVOLUCRAMIENTO DE LOS PRODUCTORES EN LAS TAREAS DE DIAGNÓSTICO, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS E INSTRUMENTACIÓN DE ACCIONES PARA CONTENER LA EROSIÓN. SE PROMOVERÁ LA ACTUALIZACIÓN DEL MARCO JURÍDICO Y REGULATORIO, Y SE BUSCARÁ QUE LA PROPIEDAD O EL USUFRUCTO DE LA TIERRA IMPLIQUE RESPONSABILIDADES SOBRE SU BUEN USO. UNA COMPONENTE ESTRATÉGICA SERÁ LA CONFLUENCIA DE POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS CON LA CONSOLIDACIÓN DE POLÍTICAS DE APOYOS DIRECTOS AL PRODUCTOR, Y CON LOS ACTUALES PROCESOS DE MODERNIZACIÓN PRODUCTIVA Y REORGANIZACIÓN ECONÓMICA EN EL AGRO.

EL FOMENTO PESQUERO SE BASARÁ EN UN ENFOQUE INTEGRAL QUE ATIENDA LAS NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS, INFRAESTRUCTURA BÁSICA, FLOTA PESQUERA, PROCESAMIENTO, TRANSPORTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN. SE PROMOVERÁ LA DIVERSIFICACIÓN Y EL DESARROLLO DE NUEVAS PESQUERÍAS Y DE RECURSOS NO APROVECHADOS, ASÍ COMO LA ACUACULTURA INDUSTRIAL Y RURAL. SERÁ NECESARIO REORDENAR LAS PESQUERÍAS, HACIENDO TRANSPARENTES LAS CONCESIONES, LAS RENOVACIONES Y LOS PERMISOS DE PESCA.

EN ESTA POLÍTICA SE PRIVILEGIARÁ LA GENERACIÓN DE EMPLEO, EL INCREMENTO DE LA OFERTA DE ALIMENTOS DE ORIGEN PESQUERO DESTINADOS A MEJORAR LA NUTRICIÓN DE LOS GRUPOS MAYORITARIOS DE LA POBLACIÓN, Y LA OBTENCIÓN DE DIVISAS CON EL FOMENTO DE LAS EXPORTACIONES DE LAS ESPECIES EN QUE TENEMOS MAYOR COMPETITIVIDAD. LA PROMOCIÓN SE BASARÁ EN ACCIONES TENDIENTES A GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA, UN MEJOR MANEJO Y REORDENAMIENTO DE LAS ZONAS COSTERAS, MAYOR INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICOS, SANIDAD ACUÍCOLA Y PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA.

ESTE CONJUNTO DE POLÍTICAS Y ACCIONES ESTARÁN PERMEADAS POR UNA ESTRATEGIA DE DESCENTRALIZACIÓN EN MATERIA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES CON LA FINALIDAD DE FORTALECER LA CAPACIDAD DE GESTIÓN LOCAL, PARTICULARMENTE LA DE LOS MUNICIPIOS, Y AMPLIAR LAS POSIBILIDADES DE PARTICIPACIÓN SOCIAL. UN COMPONENTE CENTRAL DE LA DESCENTRALIZACIÓN, SERÁ LA INDUCCIÓN DE FORMAS DE PLANEACIÓN REGIONAL EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS, ORIENTADA A PARTIR DEL RECONOCIMIENTO LOCAL DE LAS CARÁCTERITICAS ESPECÍFICAS DE ESOS RECURSOS.

LAS POLÍTICAS Y ACCIONES EN MATERIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES SE SUSTENTARÁN EN NUEVOS ESQUEMAS DE CORRESPONSABILIDAD CIUDADANA EN LA POLÍTICA PÚBLICA. EN ESPECIAL EN LOS CONSEJOS CONSULTIVOS NACIONAL Y REGIONALES PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y EN LOS RESPECTIVOS CONSEJOS CONSULTIVOS O TÉCNICOS DE POLÍTICA HIDRÁULICA, AMBIENTAL, FORESTAL, PESCA Y SUELOS.

EL ÉXITO DE ESTAS ESTRATEGIAS DEPENDERÁ DE LA FORMACIÓN DE UNA CULTURA DE PREVENCIÓN, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE NUESTROS RECURSOS Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA, PLANTEADA COMO UNA DE LAS PRINCIPALES TAREAS COMPARTIDAS ENTRE ESTADO Y SOCIEDAD, DONDE SE PRIVILEGIEN LA EDUCACIÓN, LA CAPACITACIÓN Y LA COMUNICACIÓN.

FACUL[illegible] A.M.
DIVISI[illegible] [illegible]UA

Cursos Institucionales

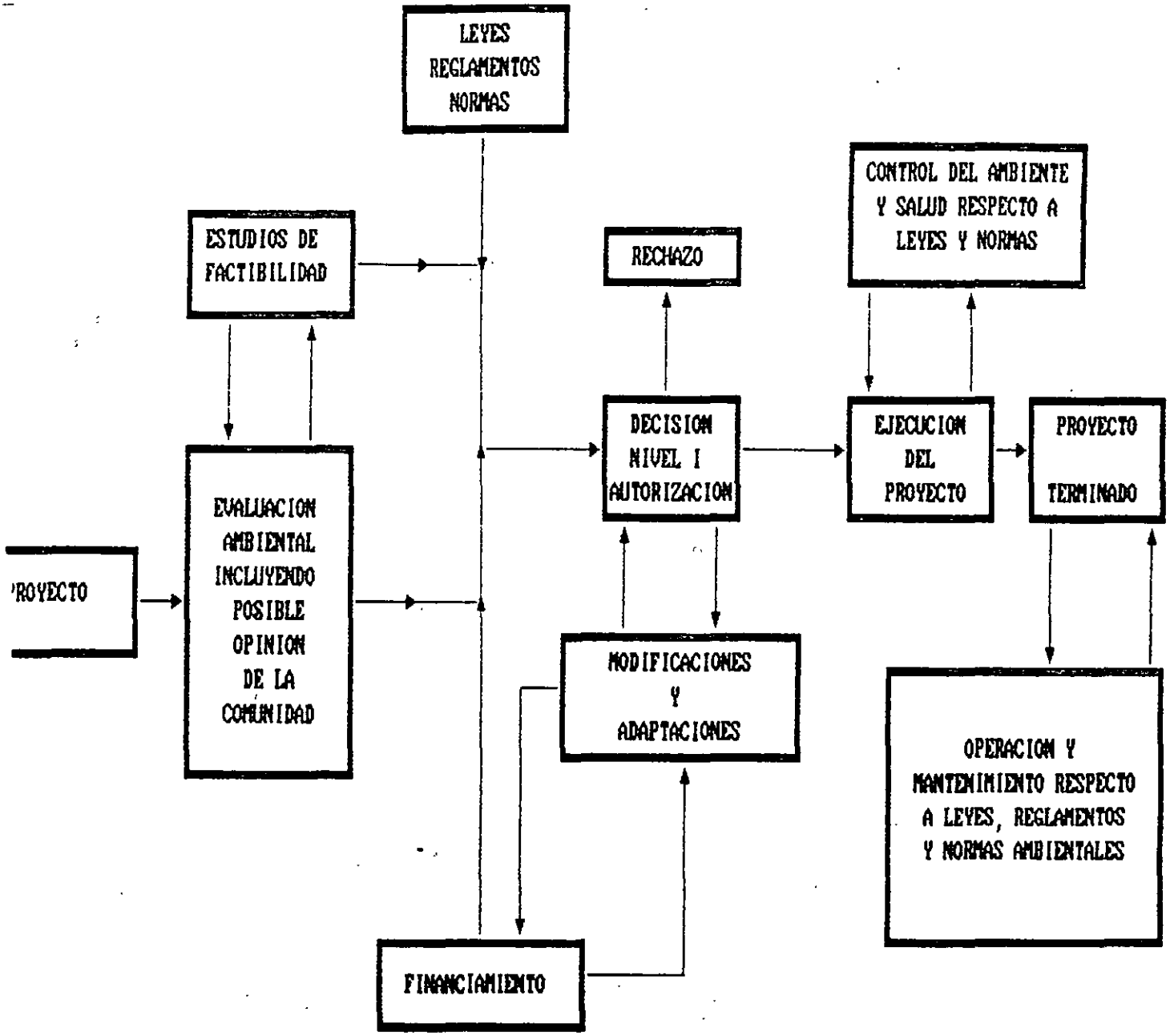
# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Ejecución de un Proyecto bajo el Procedimiento de Impacto Ambiental*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26




EJECUCION DE UN PROYECTO BAJO EL PROCEDIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL

FACUL[illegible] [illegible] A.M.
DIVISI[illegible] [illegible]NUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Impacto Ambiental Provocado por la Construcción de Lineas Férreas*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México D.F. APDO. Postal M-2285
Telefonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO POR LA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS FÉRREAS.

EL DETERIORO AMBIENTAL CAUSADO AL PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR RUTAS FERROVIARIAS. ES MUY IMPORTANTE; MOTIVO POR LO QUE SE REQUIERE EN TODAS SUS ETAPAS DEL APOYO DE ESTUDIOS ESPECÍFICOS COMO LOS DE GEOTÉCNICA E HIDROLOGÍA, ADEMÁS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTA QUE INCLUYE TODOS LOS ASPECTOS DEL MEDIO AMBIENTE INVOLUCRADOS.

DE DICHOS ESTUDIOS Y DE LA EXPERIENCIA CONSTRUCTIVA, SE ENTRESACAN LOS SIGUIENTES ASPECTOS COMO LOS DE MAYOR TRASCENDENCIA Y QUE DEBEN SER CONSIDERADOS OBLIGADAMENTE EN LOS CAPÍTULOS DE DETECCIÓN, MITIGACIÓN Ó COMPENSACIÓN DE IMPACTOS.

**CORTES:**
LOS CORTES DE GRAN ALTURA PROVOCAN TAJOS QUE SIGNIFICAN MOVIMIENTOS DE GRANDES VOLÚMENES Y POR TANTO DEFORESTACIÓN Y EROSIÓN, ASÍ COMO INTERRUPCIONES DEL DRENAJE NATURAL, MODIFICANDO EL COMPORTAMIENTO DE LA FLORA Y LA FAUNA.

EL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN DE CORTES SE UTILIZA EN LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES Y EL DESPERDICIO SE ARROJA LADERA ABAJO DESTRUYENDO LA VEGETACIÓN EN GENERAL Y CULTIVOS AGRÍCOLAS. ADEMÁS DE OBSTRUIR EL DRENAJE.

**TERRAPLENES:**
LOS TERRAPLENES DE GRAN ALTURA QUE INCLUYEN BERMAS SIGNIFICAN POR SU MAGNITUD, BARRERAS DE TIERRA QUE IMPIDEN EL DRENAJE SUPERFICIAL Y AFECTAN IMPORTANTES ÁREAS DE TIERRA PRODUCTIVA, ADEMÁS DE SER POTENCIALMENTE INESTABLES.

**BANCOS DE MATERIAL:**
ESTOS SON UNA DE LAS MAYORES CAUSAS DE DETERIORO AMBIENTAL, PUES SE ATACAN GENERALMENTE LOS SITIOS PRÓXIMOS AL TRAZO DE LA RUTA, BUSCANDO EL MENOR COSTO DE TRANSPORTE.

ESTAS ACCIONES AFECTAN TIERRAS PRODUCTIVAS EN MUCHOS CASOS, MOTIVOS POR LOS CUALES SIGNIFICAN TAMBIÉN UN FUERTE IMPACTO AMBIENTAL, QUE VA DESDE EL DESPALME DE LA CAPA VEGETAL, LA EXPLOTACIÓN MEDIANTE EL USO INICIAL DE EXPLOSIVOS, TRITURACIÓN DE LOS FRAGMENTOS, RUIDO Y POLVO GENERADOS, ASÍ COMO EL MATERIAL DESPERDICIADO, QUE AFECTA CAUCES Y SUPERFICIES DIVERSAS, ADEMÁS DE LOS IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS.

**TÚNELES:**
LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES PUEDE SIGNIFICAR EN ALGUNOS CASOS AFECTACIÓN A LOS ESCURRIMIENTOS SUBTERRÁNEOS, ADEMÁS DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA REALIZADOS, TANTO POR LA EXCAVACIÓN EN SÍ, COMO POR EL DEPÓSITO DE LOS MATERIALES EN ÁREAS LOCALIZADAS EN LAS PROXIMIDADES DEL TRAZO. TODO ESTO REPRESENTA EFECTOS IMPORTANTES HACIA LA FLORA, LA FAUNA, LOS ESCURRIMIENTOS Y LOS DEPÓSITOS DE AGUA SUPERFICIALES.

**OBRAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:**
EN LOS PROYECTOS DE VÍAS FÉRREAS DEBEN CONSIDERARSE EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN LAS ETAPAS DE PLANEACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA OBRA, BUSCANDO EN TODOS LOS CASOS AMINORAR LOS EFECTOS NEGATIVOS EN

LA REGIÓN, DENTRO DE TODO ESTO, LOS ESTUDIOS DE GEOTÉCNICA PERMITEN, ADOPTAR MEDIDAS APROPIADAS EN LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

SELECCIÓN DEL TRAZO: LA DECISIÓN ACERCA DE LAS ZONAS POR DONDE SE DEBERÁ TRAZAR LA RUTA, DEBE CONSIDERAR LA NO AFECTACIÓN A TERRENOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA O DE RESERVA ECOLÓGICA, LO CUAL CHOCO CON EL TRAZO DETERMINADO GEOMETRICAMENTE Y EL OBLIGADO POR INTERESES SOCIOECONÓMICOS.

DESMONTE Y DESPALME: EN TALES ACCIONES QUE SIGNIFICAN POR SU MAGNITUD E IMPORTANCIA UN GRAN VALOR EN DIFERENTES ORDENES; SE AFECTA EN PRIMER TÉRMINO LAS CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE NATURAL.

LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN RECOMENDABLES AL RESPECTO SON LA SIGUIENTES:

PROCURAR QUE EL DESMONTE SE REALICE EN UNA FRANJA CUYO ANCHO SEA EL MÍNIMO INDISPENSABLE PARA LA OPERACIÓN OPTIMA DEL SISTEMA FERROVIARIO PROYECTADO.

EL MATERIAL PRODUCTO DEL DESMONTE DEBERÁ RETIRARSE HACIA LUGARES PREVIAMENTE SELECCIONADOS Y AUTORIZADOS; BUSCANDO CON TALES ACCIONES EVITAR OBSTRUCCIONES AL DRENAJE NATURAL Y POR TANTO DAÑO A LA FLORA Y A LA FAUNA NATIVAS, LA AGRICULTURA, LA GANADERÍA Ó CUALQUIER OTRA ACTIVIDAD HUMANA DE LA REGIÓN.

UNA MEDIDA DE MITIGACIÓN MUY IMPORTANTE PARA CONTRARRESTAR EL EFECTO DEL DESMONTE ES LA REALIZACIÓN DE UN PROCESO DE REFORESTACIÓN, EN EL CUAL DEBE SUPERARSE EN BUENA MEDIDA EL NÚMERO DE ÁRBOLES PLANTADOS, AL DE TALADOS.

DICHO PROCESO SE DEBE EFECTUAR EN AMBOS LADOS DEL TRAZO, UTILIZANDO PARA ELLO ESPECIES IDÓNEAS O NATIVAS DE LA ZONA.

OTRA ACCIÓN SUMAMENTE IMPORTANTE CONSISTE EN ACUMULAR EN SITIOS APROPIADOS PREVIAMENTE DETERMINADOS LA CUBIERTA VEGETAL DEL SUELO QUE FUE RETIRADA DURANTE LAS ACCIONES DE DESMONTE Y DESPALME. DICHO MATERIAL DEBERÁ DESTINARSE EN LAS ETAPAS FINALES DE LA OBRA, PARA CUBRIR TALUDES DE LOS TERRAPLENES Y A LAS ÁREAS SELECCIONADAS PARA ACCIONES DE REFORESTACIÓN.

**PLATAFORMAS DE DESPERDICIO:**
DENTRO DE LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS SE DEBERÁN UBICAR LAS ÁREAS O SITIOS DONDE SE PUEDAN REALIZAR ACCIONES DE RELLENO, UTILIZANDO PARA ELLO EL MATERIAL DE DESPERDICIO RESULTADO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.
EN LA LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS O SITIOS, MENCIONADOS DEBEN CONSIDERARSE FACTORES COMO LA RALA O ESCASA VEGETACIÓN ASÍ COMO LA ESCASA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA.

EL MATERIAL DE DESPERDICIO DEBERÁ EXTENDERSE FORMANDO PLATAFORMAS QUE SERÁN CUBIERTAS POSTERIORMENTE CON LA CUBIERTA VEGETAL REMOVIDA Y ACUMULADA PARA TAL FIN. COMO RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE ESTAS MEDIDAS, LA REGIÓN INVOLUCRADA OBTENDRÁ UN IMPACTO BENÉFICO.

**EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES:**

LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS REALIZADOS MEDIANTE CORTES Y RELLENOS RESULTAN DE SUMA IMPORTANCIA EN UNA OBRA DE ESTA NATURALEZA A CAUSA DE SUS ELEVADOS VOLÚMENES Y COSTOS. ESTOS MOVIMIENTOS TAMBIÉN SON MUY IMPORTANTES PARA EL MEDIO AMBIENTE; MOTIVO POR LO CUAL DEBERÁN SER BIEN PLANEADOS Y EJECUTADOS.

EN LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN DEBERÁ BUSCARSE HASTA DONDE SEA POSIBLE COMPENSAR LOS VOLÚMENES EXTRAÍDOS CON LOS NECESARIOS PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES, BUSCANDO EQUILIBRAR LA DIFERENCIA REAL QUE SURGE ENTRE DICHOS VOLÚMENES CON EL MATERIAL DE PRÉSTAMO OBTENIDO EN BANCOS LOCALIZADOS A LA MENOR DISTANCIA POSIBLE.

POR LO ANTERIOR Y PUESTO QUE EN LA PRÁCTICA, EL DÉFICIT DE MATERIAL PARA CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES OCURRE EN CASI TODOS LOS CASOS, DEBERÁ CONSIDERARSE EL IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO EN LA EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES. ES DECIR EN LA VALORACIÓN DE CALIDAD, DISTANCIAS Y COSTOS, ES NECESARIO CONSIDERAR TAMBIÉN EL FACTOR AFECTACIÓN RECUPERACIÓN FUTURA DE LOS SITIOS. OTRA DE LAS MEDIDAS IMPORTANTES DE PROTECCIÓN, ESTÁN LAS CORRESPONDIENTES A LOGRAR LA CONSOLIDACIÓN DE LOS MATERIALES EN TALUD, LAS DE CONSOLIDACIÓN DE LOS TALUDES Y SU REFORESTACIÓN APROPIADA.

**OBRAS DE DRENAJE Y MUROS DE CONTENCIÓN:**
DENTRO DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES FUNDAMENTALES PARA EL PROYECTO ESTA EL DE HIDROLOGÍA DE LA ZONA, PUES LA CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES PUEDE LLEGAR A CONSTITUIR VERDADERAS BARRERAS PARA EL ESCURRIMIENTO ORIGINAL.

POR TANTO PARA EVITAR LA EROSIÓN Y DETERIORO DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD, SE DEBEN CONSTRUIR LAS OBRAS NECESARIAS PARA AFECTAR LO MENOS POSIBLE AL ESCURRIMIENTO ORIGINAL.

OTRO IMPACTO NEGATIVO POSIBLE ES EL DE EL AZOLVE DE ÁREAS ADYACENTES AL TRAZO.

LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS PARA LOGRAR UN BUEN DRENAJE INCLUYEN LA CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS, LAVADEROS, CUNETAS, ARROPE E IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES, VEGETACIÓN DE TALUDES Y EN CASO NECESARIO CONSTRUCCIÓN DE GEORREDES PRINCIPALMENTE EN LAS ZONAS SUJETAS A FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN MEJORAN NOTABLEMENTE LA ESTABILIDAD DE LOS TALUDES CUANDO EXISTE UNA FUERTE PENDIENTE TRANSVERSAL. DICHOS MUROS ADEMÁS LIMITAN LA EXTENSIÓN DEL IMPACTO HACIA EL EXTERIOR.

**PUENTES:**
LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES PARA CRUZAR BARRANCOS EN EL TRAZO DE VÍA, RESULTA POSITIVO PUES SE EVITA HACER LA CONSTRUCCIÓN DE GRANDES TERRAPLENES, QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS PROVOCAN GRAVES AFECTACIONES A LOS ESCURRIMIENTOS NATURALES, LA FLORA, LA FAUNA, Y LOS HÁBITATS TERRESTRES, ADEMÁS DEL RIESGO QUE SIGNIFICA SU PROPIA ESTABILIDAD.

**TÚNELES:**
LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES, SI BIEN SIGNIFICA UN IMPACTO DIRECTO A LAS CAPAS TERRESTRES, TAMBIÉN REPRESENTAN LA POSIBILIDAD DE REDUCIR LOS VOLÚMENES DE MATERIAL REMOVIDOS POR LOS CORTES A CIELO ABIERTO.
LOS CORTES SON ACCIONES QUE AFECTAN GRANDEMENTE AL MEDIO AMBIENTE, PUES ADEMÁS DE ALTERAR LA VIDA DE ESPECIES ANIMALES Y VEGETALES, MODIFICAN

ESCURRIMIENTOS E INDUCEN LA DEGRADACIÓN DEL SUELO POR EROSIÓN EN SUS DIFERENTES FORMAS.

## EFECTOS POR BARRERAS Y EXPLOSIVOS

ESTE RECURSO CONSTRUCTIVO UTILIZADO PARA DEMOLER OBSTÁCULOS RÁPIDAMENTE CUANDO SE UTILICE, SIN EMBARGO, DEBE EVITARSE AFECTAR A LOS ESCURRIMIENTOS SUBTERRÁNEOS Ó ACUÍFEROS, CUYA PRESENCIA DEBE SER DETECTADA MEDIANTE PREVIOS ESTUDIOS GEOFÍSICOS Ó GEOHIDROLÓGICOS, DICHOS ESTUDIOS TAMBIÉN SERVIRÁN PARA DETECTAR ZONAS DE FALLA, EXISTENCIA DE HECHOS, CAVERNAS, DEPÓSITOS DE AGUA O CUALQUIER OTRO RECURSO.

**DURMIENTES DE CONCRETO:**
LOS DISEÑOS MODERNOS DE VÍAS FÉRREAS REQUIEREN EL EMPLEO DE DURMIENTES DE CONCRETO, COMO ELEMENTO MUY IMPORTANTE DE SU ESTRUCTURA. ESTO SIGNIFICA POR CONSECUENCIA ADOPTAN ACCIONES QUE ATENÚAN EL IMPACTO AMBIENTAL AL PROPICIAR LA PRESERVACIÓN DE LOS BOSQUES, NO TALANDO ÁRBOLES, ADEMÁS DE VENTANAS EN LA ESTRUCTURA FERREA DE TRANSITO.

**ACCIONES DIVERSAS PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL POR LA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS FÉRREAS:**

OTRAS ACCIONES QUE CONTRIBUYEN A EVITAR Ó AL MENOS REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL POR OBRAS DE ESTA NATURALEZA SON LAS SIGUIENTES:

- REDUCIR LAS EMISIONES DE RUIDO Y VIBRACIONES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL FERROCARRIL.

- EVITAR LA DERRAMA DE COMBUSTIBLES Ó SUSTANCIAS QUE PUEDAN AFECTAR A SUELO, FLORA, FAUNA, ASENTAMIENTOS HUMANOS Ó LA CALIDAD DEL AIRE.

- OTRO ASPECTO IMPORTANTE ES PROCURAR EN EL PROGRAMA DE OBRA CONTEMPLAR LOS MENORES TIEMPOS DE EJECUCIÓN ENTRE ACCIONES COMO EL DESMONTE, DESPALME, CORTES, EXCAVACIONES, RELLENOS Y LA COLOCACIÓN DE LA VÍA; LO CUAL SERVIRÁ PARA CONTENER LA EVOLUCIÓN DE LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.

- ES MUY RECOMENDABLE CONSOLIDAR LOS TALUDES DE LOS TERRAPLENES DE VÍA Y DE LOS CORTES REALIZADOS, TANTO PARA MEJORAR ESTABILIDAD DE TRANSITO A MAYOR VELOCIDAD, COMO EVITAR DESLAVES DE MATERIALES.

**CONCLUSIONES:**
LAS ACCIONES ADICIONALES DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO, QUE SE LLEGUEN A IMPLEMENTAR, DEPENDEN DEL TIPO DE OROGRAFÍA DE LA ZONA, ADEMÁS DE LA GEOLOGÍA, EDAFOLOGÍA, ROCAS, HIDROLOGÍA, FLORA, FAUNA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS PRÓXIMOS AL TRAZO LOCALIZADO.

POR TANTO LA GEOTÉCNIA RESULTA SER UN ELEMENTO BÁSICO PARA LOS PROYECTOS FERROCARRILEROS, POR LO QUE PUEDE AFIRMARSE QUE LA MEJOR OBRA GEOTÉCNICA ES LA QUE MEJOR SE ADAPTA AL MEDIO AMBIENTE DE LA ZONA, MEJORANDO INCLUSIVE SUS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES.

**EMPLAZAMIENTO DE AEROPUERTOS**
**CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

EL RÁPIDO CRECIMIENTO DE LA AVIACIÓN COMERCIAL EN LOS ÚLTIMOS DECENIOS A CREADO GRANDES DIFICULTADES PARA PROPORCIONAR SERVICIOS ADECUADOS A LA DEMANDA CRECIENTE. LA APARICIÓN DE UNA NUEVA GENERACIÓN DE AVIONES A AÑADIDO AUN MAS COMPLEJIDAD A LOS PROBLEMAS YA EXISTENTES EN LOS SERVICIOS DE TIERRA. PRÁCTICAMENTE TODOS LOS PAÍSES ESTÁN HOY ENFRENTADOS CON LA NECESIDAD DE AUMENTAR SUS SERVICIOS AEROPORTUARIOS.

DADO QUE EL DESARROLLO DE LOS AEROPUERTOS EXIGE SIEMPRE IMPORTANTES INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS, LAS REGIONES LIMÍTROFES SE CONVIERTEN EN UN FOCO NATURAL DE DESARROLLO URBANO. SI NO SE EJERCE UN CONTROL RIGUROSO LO MAS PROBABLE ES QUE LAS ZONAS QUE RODEAN EL AEROPUERTO DE TRANSFORMEN A MEDIANO O LARGO PLAZO EN NÚCLEOS DENSAMENTE POBLADOS. SE MODIFICAN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO URBANO NO SOLO PORQUE EL AEROPUERTO SEA UN EQUIPAMIENTO MAS, SINO PORQUE EXISTE UNA SIMBIOSIS ENTRE EL DESARROLLO AEROPORTUARIO Y EL CRECIMIENTO URBANO QUE ORIGINA Y AL QUE SIRVE. ESTA CLARO QUE EL AEROPUERTO APORTA ELEMENTOS IDEALES PARA ESTIMULAR LA EXPANSIÓN URBANA: A) EMPLEOS; B) UNA EXCELENTE RED DE ACCESO Y COMUNICACIONES; C) UN MARCO MUY DESARROLLADO EN EL QUE ENCUENTRAN TERRENOS DISPONIBLES A PRECIOS RAZONABLES, Y D) SERVICIOS PÚBLICOS ACCESIBLES A OTROS USUARIOS DEL SUELO.

UNA DE LAS GRANDES CAUSAS DE LAS MOLESTIAS QUE EN EL MEDIO AMBIENTE PRODUCE UN AEROPUERTO ES QUE SUS PLANIFICADORES NO HAN CONSIDERADO SIEMPRE LOS IMPACTOS REGIONALES COMO ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL PROCESO DE SU PLANIFICACIÓN. A SU VEZ, LOS PLANIFICADORES URBANOS, HASTA ÉPOCAS MUY RECIENTES NO HAN TENIDO ENCUENTA LOS EFECTO MEDIOAMBIENTALES DE LOS AEROPUERTOS EN SU PLANIFICACIÓN FÍSICA O ZONIFICACIÓN.

HACE 20 O 30 AÑOS LA CONSTRUCCIÓN DE UN AEROPUERTO SOLO RESPONDÍA A CONSIDERACIONES AERONÁUTICAS QUE BÁSICAMENTE ERAN DONDE ENCONTRAR UN EMPLAZAMIENTO QUE ESTUVIERA CERCA DE LA CIUDAD CUYO PRECIO DE ADQUISICIÓN FUERA RELATIVAMENTE BAJO, QUE TOPOGRÁFICAMENTE FUERA APROPIADO Y QUE RESPONDIERA A UNAS CONDICIONES GEOLÓGICAS, METEOROLÓGICAS Y TÉCNICAS DETERMINADAS. LOS AEROPUERTOS EN SU MAYOR PARTE ERAN ANTIGUAS INSTALACIONES MILITARES QUE FUERON ADAPTADAS A USOS CIVILES.

DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL EL "DESPEGUE" DEL SECTOR AERONÁUTICO A COINCIDIDO CON LA ACELERACIÓN RÁPIDA DE LOS PROCESOS DE URBANIZACIÓN Y EL DESARROLLO DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS. LOS AEROPUERTOS EN "MITAD DEL CAMPO" SE HAN CONVERTIDO EN "AEROPUERTOS URBANOS", RODEADOS A MENUDO DE CONSTRUCCIONES QUE ASEDIAN SUS LIMITES DE PROPIEDAD.

ESTA COINCIDENCIA ENTRE LA RAPIDEZ DEL CRECIMIENTO URBANO Y LOS PROGRESOS TECNOLÓGICOS DE LA AVIACIÓN, POR UN LADO, LA EXPANSIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE AÉREO, POR OTRO, ES EL ORIGEN DEL DILEMA DE LOS AEROPUERTOS EN LOS AÑOS SETENTA. EN EL MOMENTO MISMO EN QUE LOS AEROPUERTOS SENTÍAN MAS LA NECESIDAD DE AMPLIAR Y MEJORAR SUS INSTALACIONES, PERDÍAN EL FAVOR DE LA OPINIÓN PUBLICA EN LOS LUGARES DONDE PRECISAMENTE ERAN MAS NECESARIOS.

ESTE CAMBIO SOLO PUEDE ENTENDER EXAMINANDO SUS CONSECUENCIAS EN LA REGIÓN. ESAS CONSECUENCIAS CUBREN UN CAMPO VASTISIMO, QUE VA DE LA ECOLOGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE A CUESTIONES ECONÓMICAS Y SOCIALES CADA VEZ MAS SUTILES Y COMPLEJAS.

## IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS AEROPUERTOS

EN PRIMER LUGAR MENCIONAREMOS EL MIEDO QUE SIENTEN LAS COMUNIDADES DE VECINOS A UN DESASTRE AÉREO. TEMOR ORIGINADO POR EL CONTINUO PASO DE AVIONES SOBRE SUS CABEZAS Y QUE REFUERZAN LOS ACCIDENTES AMPLIAMENTE AIREADOS POR LA PRENSA, CON EL SENSACIONALISMO QUE APORTA EL HECHO DE OCASIONAR MUCHAS MUERTES EN FORMA SIMULTÁNEA.

CUALQUIER ESTUDIO ESTADÍSTICO DEL RIEGO DE MUERTE POR AVIÓN EN COMPARACIÓN CON LOS OTROS MODOS DE TRANSPORTE MUESTRA QUE DICHA PREOCUPACIÓN DEBERÍA SER MUCHO MENOR QUE LA DE MORIR, POR EJEMPLO, EN ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN EN SUPERFICIE. Y SIN EMBARGO, ESTE ULTIMO NO PARECE IMPRESIONAR TANTO A LAS COMUNIDADES.

EN CASO DE ACCIDENTE ES UN HECHO QUE LAS ZONAS PRÓXIMAS A LAS CABECERAS DE PISTAS POSEEN POR SIMPLE ESTADÍSTICA DE PASO DE AVIONES UN MAYOR RIESGO. SIN EMBARGO, LAS ALTURAS A QUE VUELAN, FUERA DE RECINTO AEROPORTUARIO, SON SUFICIENTES PARA LAS MANIOBRAS DE ATERRIZAJE FORZOSO EN CASO DE FALLOS DE MOTOR, TENIENDO UN SITIO EN QUE POSARSE - O SEA LA PISTA Y SU ZONA DE SEGURIDAD -, COSA QUE PROBABLEMENTE NO OCURRA EN ÁREAS MUY LEJANAS A UN AEROPUERTO.

EL AEROPUERTO ES UN VECINO MOLESTO, QUE AMENAZA CONSTANTEMENTE CON EXPROPIACIONES, LO CUAL ES UN ELEMENTO DESESTABILIZADOR DE LA PROPIEDAD Y EROSIONANTE DE SU VALOR. DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS RESIDENTES, NO HAY INSTITUCIÓN ALGUNA DE PROTEGERLES DEL INEXORABLE AVANCE DEL AEROPUERTO Y DEL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE QUE APAREJA. NO OBSTANTE, EXISTEN POCAS OBRAS PUBLICAS EN QUE LA TECNOLOGÍA HAYA TRABAJADO TANTO PARA CONOCER Y REMEDIAR SUS EFECTOS MEDIOAMBIENTALES. LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y EL RUIDO AEROPORTUARIO SON UN CLARO EJEMPLO DE ELLO.

## CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:

PARECE SER HASTA AHORA QUE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PROCEDENTE DE LOS AVIONES EN ZONAS ALEJADAS DE LOS AEROPUERTOS ES DE CARÁCTER CASI IMPERCEPTIBLE, DADAS LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS EMISIONES DE LOS AVIONES QUE VUELAN A ALTURAS DE CRUCERO Y PROCESO DE DIFUSIÓN EN LOS GRANDES ESPACIOS. SIN EMBARGO, EN LOS AEROPUERTOS Y SUS CERCANÍAS, ESTE ASUNTO REVISTE CONDICIONES QUE MERECEN ESPECIAL ATENCIÓN.

LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL AEROPUERTO DETERMINAN EL GRADO DE CONTAMINACIÓN EN LAS PROXIMIDADES. CUANDO EXISTEN CONDICIONES TURBULENTAS EN LAS CAPAS INFERIORES DE LA ATMÓSFERA NO ES PROBABLE QUE LAS EMISIONES AFECTEN PERCEPTIBLEMENTE A LA POBLACIÓN. EN CAMBIO, CUANDO PREVALECEN CONDICIONES ATMOSFÉRICAS ESTABLES DURANTE LARGOS PERIODOS LAS ACUMULACIONES DE AGENTES CONTAMINANTES PUEDEN EN OCASIONES AFECTAR AL BIENESTAR DE LOS VECINOS A SOTAVENTO DEL AEROPUERTO.

## EL RUIDO DE LOS AEROPUERTOS

EXISTEN POCOS RUIDOS MEJOR CONOCIDOS Y ESTUDIADOS QUE EL DE LOS AEROPUERTOS. LOS ESTUDIOS SOBRE RUIDO DE TRAFICO TERRESTRE NO HAN ALCANZADO TODAVÍA EL MISMO NIVEL, QUIZÁ, ENTRE OTRAS COSAS, PORQUE SUS FUENTES EMISORES SON MUCHO MÁS COMPLEJAS Y VARIADAS.

AL PASAR DE LOS MOTORES ALTERNATIVOS DE HÉLICE A LOS TURBORREACTORES, EL NIVEL DE RUIDO DE LOS AEROPUERTOS HA SUBIDO CONSIDERABLEMENTE. LA PRINCIPAL FUENTE DE RUIDO SON LOS MOTORES. SI BIEN EXISTEN OTRAS FUENTES QUE HAY QUE CONSIDERAR, COMO ES EL CASO DEL RUIDO AERODINÁMICO (SIN LLEGAR AL ESTAMPIDO SÓNICO).

LOS FACTORES FUNDAMENTALES QUE INTERVIENEN EN LA MOLESTIA PRODUCIDA POR EL RUIDO DE LOS AEROPUERTOS SON LOS SIGUIENTES:

- NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA
- DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA
- IRREGULARIDADES ESPECTORALES
- DURACIÓN DEL RUIDO
- TRAYECTORIA DEL VUELO
- NUMERO DE OPERACIONES
- PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN (POR EJEMPLO: RÉGIMEN DE POTENCIA DEL MOTOR)
- TIPOS DE AERONAVE
- UTILIZACIÓN DE PISTA
- HORA DEL DÍA Y ÉPOCA DEL AÑO
- CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

EN CUANTO A LA REACCIÓN DE LOS CENTROS DE POBLACIÓN AL RUIDO, DEPENDE DE ESTOS FACTORES:

- USO DEL SUELO UTILIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS
- TIPO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS
- DISTANCIA AL AEROPUERTO
- RUIDO AMBIENTAL CUANDO NO HAY AERONAVES
- DIFRACCIÓN, REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN DEL SONIDO A CAUSA DE LOS EDIFICIOS Y CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS.
- FACTORES DE CARÁCTER SOCIAL
    - PAÍS
    - EDUCACIÓN
    - EDAD
    - NIVEL ECONÓMICO, ETC.

SE HAN ELABORADO VARIOS MÉTODOS PARA PRONOSTICAS LA EXPLOSIÓN AL RUIDO DE LOS AEROPUERTOS, CON OBJETO DE PREDECIR LAS REACCIONES POSIBLES DE LAS COMUNIDADES DE VECINOS. PUEDEN ASÍ UTILIZARSE COMO CRITERIO BÁSICO PAR LOCALIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO EN UN AEROPUERTO.

LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS PARA LA OBTENCIÓN DE DICHOS MÉTODOS HAN CONSISTIDO EN:

ESTUDIAR LOS ALREDEDORES DE LOS AEROPUERTOS PARA DEFINIR LOS COMPONENTES DE LAS MOLESTIAS Y CALCULAR LA POSIBLE CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE ELLAS Y EL RUIDO ORIGEN;

ii) ANALIZAR LA SITUACIÓN GEOGRÁFICAS DE LAS QUEJAS PARA DEDUCIR LA POSIBLE CORRELACIÓN CON SU EXPOSICIÓN AL RUIDO, Y

iii) ENSAYAR EN LABORATORIO LOS EFECTOS DIRECTOS SOBRE EL SUEÑO*.

FACUL[illegible] M.
DIVIS[illegible]NUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*El Impacto Ambiental Provocado por la Ingeniería Civil*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F APDO. Postal M-2285
Teléfonos. 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

ARTICULO PUBLICADO EN EL No. DE -
OCTUBRE DE 1994 DE LA REVISTA DEL -
COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE -
MEXICO, A.C.
MEXICO, D.F.

# EL IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO O INDUCIDO POR LA INGENIERIA CIVIL

ING. JORGE AGUILAR UGARTE
*Catedrático de Impacto Ambiental en la Facultad de Ingeniería de la UNAM*

*La evaluación de impactos ambientales, durante la planeación económica en proyectos de ingeniería, resulta una verdadera e impostergable necesidad, pues además el costo que signifique la reparación de daños al medio ambiente, resulta más elevado por su omisión que por su inclusión, desde las etapas de planeación o ejecución, en las obras trascedentes de la ingeniería civil.*

Se define como Impacto Ambiental, al conjunto de acciones en su mayoría degradentes del medio ambiente, ya sea por acción humana o de la propia naturaleza, y siendo la ingeniería civil una actividad profesional que en atención a múltiples necesidades del hombre, explota, aprovecha, afecta, beneficia o protege recursos y elementos naturales; resulta ser el ingeniero civil en buena medida, responsable de numerosos efectos provocados directamente, que han deteriorado en muchos casos severamente al ambiente.

De lo anterior surge una problemática, que ubica en un amplio margen de ideas y conceptos en la planeación del desarrollo nacional, donde se involucran muy importantes aspectos como son la expansión urbana, la industria, el comercio, el turismo, las comunicaciones y los transportes, además de todos los servicios, insumos requeridos y manejo de desechos de muy diversa índole.

Para proporcionar una adecuada atención a tal problemática, resulta obligada su integración bajo el denominador comun, ingeniería civil-ambiente-socioeconomía, el cual conjunta todos lo elementos en un

instrumento legal de aplicación práctica denomiado Procedimiento de Evaluación por Impacto Ambiental.

Dicho procedimiento, mediante un estudio multidisciplinario, denominado en la ley federal o estatal Manifestación de Impacto Ambiental, requiere inicialmente la definición de las características naturales y socioeconómicas del medio ambiente original, la descripción detallada del proyecto en revisión, así como el diagnóstico y evaluación de los impactos previstos, proponiendo medidas específicas para anular, atenuar o compensar los efectos negativos.

En la manifestación de impacto ambiental se analizan los aspectos físico-biológicos, sociales y económicos del área de influencia del proyecto, así como las características y alcances del mismo, los programas de obra, las soluciones a necesidades objetivo, así como el manejo y disposición fianal de residuos generados.

El estudio comprende, además de las etapas de construcción, de servicio u operación del proyecto, la de abandono del sitio, incluyendo la previsión acerca del futuro uso que pudiera darse al suelo.

Finalmente, a semejanza de un corolario del procedimiento, la autoridad correspondiente decide sobre la viabilidad del proyecto, mediante la autorización semejante a la licencia de construcción o autorización para uso del suelo, estableciendo las condicionantes y restricciones que considere pertinentes.

Como respuesta a tal requerimiento legal, además de su conocimiento y sensibilidad hacia la problemática ambiental, la ingeniería civil mexicana, se prepara mejorando sus técnicas, procedimientos o diseños para cumplir con la ley, pero todo atendiendo al compromiso ético que tiene simultáneamente con el medio ambiente natural y la sociedad .

Por tanto la importancia de considerar la evaluación de impactos ambientales, durante la planeación económica en proyectos de ingeniería, resulta una verdadera e impostergable necesidad, pues además, el costo que signifique la reparación de daños al medio ambiente, por su omisión resulta más elevado que por su inclusión, desde las etapas de planeación o ejecución, en las obras trascedentes de la ingeniería civil❑

FACUL[illegible] M.
DIVISI[illegible] [illegible]NUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Métodos para Estudiar y Evaluar el Impacto Ambiental*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1387 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## MÉTODOS PARA ESTUDIAR Y EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL.

TANTO LA LEGISLACIÓN NACIONAL Y ESTATAL EN IMPACTO AMBIENTAL PREVEE QUE LA REALIZACIÓN DE OBRAS O ACTIVIDADES PÚBLICAS Y PRIVADAS QUE PUEDAN CAUSAR DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS O REBASAR LOS LÍMITES Y CONDICIONES SEÑALADAS EN REGLAMENTOS Y NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS, SE SUJETEN A LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL GOBIERNO EL PROPONENTE DE UN PROYECTO DEBE PRESENTAR ANTE LA AUTORIDAD UNA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, QUE ES EL DOCUMENTO MEDIANTE EL CUÁL SE DA A CONOCER CON BASE EN ESTUDIOS, EL IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO QUE GENERARÍA UNA OBRA O ACTIVIDAD, ASÍ COMO LA FORMA DE EVITARLO O ATENUARLO EN CASO DE QUE SEA NEGATIVO.

LOS ESTUDIOS ENCAMINADOS A IDENTIFICAR, PREDECIR, EVALUAR Y PRESENTAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y PROPONER LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, DEBEN REALIZARSE PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES POR LO QUE CONSTITUYEN UN IMPORTANTE HERRAMIENTA EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN.

ANTE EL CAUDAL DE INFORMACIÓN QUE SE MANEJA Y POR LA COMPLEJIDAD DE LOS FENÓMENOS NATURALES Y SOCIOECONÓMICOS INVOLUCRADOS EN LOS PROYECTOS, LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL REQUIEREN LA PARTICIPACIÓN DE EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS EN MUY DIVERSAS MATERIAS.

## PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

LA PRIMERA ETAPA DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSISTE EN DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES QUE EN EL SE INVOLUCRAN EN SUS DIFERENTES FASES: SELECCION DEL SITIO, PREPARACIÓN DEL MISMO, LA CONSTRUCCIÓN , OPERACIÓN, MANTENIMIENTO DE LA OBRA Y ABANDONO DEL SITIO.

A CONTINUACIÓN SE DEBE HACER UNA DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL EXISTENTE EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO, HACIENDO ÉNFASIS EN LOS POSIBLES NIVELES DE ALTERACIÓN.

LA DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DEBE INCLUIR LOS ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

LA SEGUNDA ETAPA ES EL ELEMENTO FUNDAMENTAL DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y CONSISTE EN TRES FASES PRINCIPALES: **IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN** DE LOS EFECTOS QUE TENDRÁ LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO SOBRE EL AMBIENTE.

EN LA TERCERA ETAPA DE ESTUDIO SE PROPONEN LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN O ANULACIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS QUE OCASIONARÍA EL PROYECTO SOBRE EL AMBIENTE, TOMANDO EN CUENTA LOS IMPACTOS EVALUADOS EN LA ETAPA ANTERIOR.

FINALMENTE, LA CUARTA ETAPA DEL ESTUDIO CONSISTE EN COMUNICAR LOS RESULTADOS MEDIANTE EL DOCUMENTO DENOMINADO **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

**TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

LA FINALIDAD QUE SE PERCIBE AL APLICAR LAS TÉCNICAS Y ANÁLISIS SON CUBRIR LAS TRES FASES DEL ESTUDIO ANTES MENCIONADAS:
**IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN.**

**FUNCIONES ANALÍTICAS DE LAS TRES FASES DE LA SEGUNDA ETAPA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

| FASE | FUNCIÓN ANALÍTICA. |
|---|---|
| IDENTIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL EXISTENTE.<br>DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO.<br>DEFINICIÓN DE LAS ALTERACIONES DEL MEDIO CAUSADAS POR EL PROYECTO (INCLUYENDO TODOS LOS COMPONENTES). |
| PREDICCIÓN | ESTIMACIÓN DE LAS ALTERACIONES AMBIENTALES SIGNIFICATIVAS.<br>REVISIÓN DEL CAMBIO DE LA PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL IMPACTO. |
| EVALUACIÓN | DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE COSTOS Y BENÉFICIOS EN LOS GRUPOS DE USUARIOS Y EN LA POBLACIÓN AFECTADA POR EL PROYECTO.<br>ESPECIFICACIÓN Y COMPARACIÓN DE RELACIONES COSTO/BENÉFICIO ENTRE VARIAS ALTERNATIVAS. |

**FASE 1: IDENTIFICACIÓN.**
CONSISTE EN IDENTIFICAR SEPARADAMENTE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO, QUE PODRÍAN PROVOCAR IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE DURANTE LAS ETAPAS DE SELECCIÓN, PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y ABANDONO AL TÉRMINO DE LA VIDA ÚTIL. ASIMISMO SE IDENTIFICAN LOS FACTORES AMBIENTALES CUYOS ATRIBUTOS SE VERÍAN AFECTADOS.

**FASE 2: PREDICCIÓN.**
CONSISTE EN PREDECIR LA NATURALEZA Y EXTENSIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS. EN ESTA FASE SE REQUIERE CUANTIFICAR CON INDICADORES EFECTIVOS EL SIGNIFICADO DE LOS EFECTOS DETECTADOS.

**FASE 3: EVALUACIÓN.**
CONSISTE EN EVALUAR LOS EFECTOS CUANTITATIVAMENTE Y CUALITATIVAMENTE. DE HECHO, LA RAZÓN DE ESTUDIAR LOS EFECTOS EN EL AMBIENTE CARECERÍA DE UTILIDAD SI NO SE REALIZA UNA DETERMINACIÓN

CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS IMPACTOS. PUES AL CONOCER LA NATURALEZA Y DIMENSIÓN DE ESTOS ES POSIBLE TOMAR UNA DECISIÓN, LA CUAL PUEDE CONSISTIR EN:

- DISEÑAR ALGUNA MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN O ANULACIÓN.
- DETERMINAR UNA ALTERNATIVA DEL PROYECTO QUE GENERE IMPACTOS DE MENOR MAGNITUD E IMPORTANCIA.

LA ELECCIÓN DE CUALQUIERA DE ESTAS OPCIONES IMPLICARÁ LA CORRESPONDIENTES CONSIDERACIONES TÉCNICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y FINANCIERAS.

LA SEGUNDA ETAPA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ES LA QUE REQUIERE MÁS DEDICACIÓN Y ESFUERZO, YA QUE DEBE SER DESARROLLADA POR UN GRUPO DE ESPECIALISTAS EN DIFERENTES DISCIPLINAS CON EL OBJETO DE CUBRIR TODAS LAS ÁREAS INVOLUCRADAS. ÉSTA ACTIVIDAD INTERDISCIPLINARIA EXIGE UNA ESTRECHA COMUNICACIÓN ENTRE LOS ESPECIALISTAS QUE LA LLEVAN A CABO, REQUIRIÉNDOSE DEL TRABAJO COORDINADO PARA DEFINIR LA IMPORTANCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES INCLUIDOS Y LA MAGNITUD DE LOS EFECTOS.

**TÉCNICAS PARA IDENTIFICAR, PREDECIR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

| | |
|---|---|
| | COMITE INTERDISCIPLINARIO DE ESPECIALISTAS. |

| | |
|---|---|
| LISTADOS | LISTA ESTANDARIZADA DE IMPACTOS ASOCIADOS CON EL TIPO DE PROYECTO. |
| MATRICES | LISTAS GENERALIZADAS DE LAS POSIBLES ACTIVIDADES DE LOS PROYECTOS Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS POR MÁS DE UNA ACCIÓN. |
| REDES | TRAZADO DE LIGAS CAUSALES. |
| MODELOS | CONCEPTUAL.- DESCRIBE LAS RELACIONES ENTRE LAS PARTES DEL SISTEMA.<br>MATEMÁTICO.- MODELO CONCEPTUAL CUANTITATIVO.<br>SIMULACIÓN EN COMPUTADORA.- REPRESENTACIÓN DINÁMICA DEL SISTEMA. |
| SOBREPOSICIONES | EVALUACIÓN VISUAL DE LA CALIDAD ECOLÓGICA ANTERIOR Y POSTERIOR AL PROYECTO. |
| PROCEDIMIENTO ADAPTATIVO | COMBINACIÓN DE VÁRIAS TÉCNICAS. |

# MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
## MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

| | |
|---|---|
| MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL | ETAPAS DEL PROYECTO |
| MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES | ACTIVIDADES EN EVALUACION 1.<br>2.<br>3.<br>4.<br>5.<br>6.<br>7. |

| ELEMENTOS Y CARACTERISTICAS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS | | CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS | | | | | | | | | | | | | | DETERMINACION | | | | | EVALUACION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | | 10 | | | | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [illegible] | | | | | |
| | | BENEFICO | ADVERSO | DIRECTO | INDIRECTO | TEMPORAL | PERMANENTE | LOCALIZADO | EXTENSIVO | PROXIMO A LA FUENTE | ALEJADO DE LA FUENTE | REVERSIBLE | IRREVERSIBLE | RECUPERABLE | IRRECUPERABLE | MEDIDA DE MITIGACION | | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | COMPATIBLE | MODERADO | SEVERO | CRITICO | AUSENCIA DE IMPACTOS | OBRA O ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO |
| | | | | | | | | | | | | | | | | SI | NO | A | M | B | | | | | | |
| ATMOSFERA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GEOHIDROLOGIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIDROLOGIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OCEANOGRAFIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VEGETACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FAUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| [illegible] MARINAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOCIOECONOMIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**LISTADOS:**
EN ESTAS TÉCNICAS SE PARTE DE UNA LISTA MAESTRA DE FACTORES AMBIENTALES Y/O IMPACTOS SELECCIONÁDOS, EVALUÁNDOSE AQUELLOS IMPACTOS ESPERADOS PARA EL PROYECTO Y SUS ACCIONES ESPECÍFICAS.

ESTE TIPO DE LISTAS SE ELABORAN CON UN CRITERIO INTERDISCIPLINARIO PARA IDENTIFICAR LAS ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDAN CAUSAR EFECTOS SIGNIFICATIVOS, ADEMÁS DE AQUELLOS NO RELEVANTES O SÍN INTERÉS. LOS LISTADOS PUEDEN COMPLEMENTARSE CON INSTRUCCIONES DE CRITERIOS EXPLÍCITOS DE LA FORMA DE PRESENTAR Y USAR LOS DATOS PARA LOS IMPACTOS DE CIERTA MAGNITUD E IMPORTANCIA.

**MATRICES:**
CONSISTEN BÁSICAMENTE EN LISTADOS GENERALIZADOS DE LAS POSIBLES ACTIVIDADES DE UN PROYECTO ENTRECRUZADOS CON LOS FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE IMPACTADOS. AMBAS LISTAS SE COLOCAN, INDISTINTAMENTE, EN LAS COLUMNAS O RENGLONES DE LA MATRIZ.

LA UTILIZACIÓN DE LAS MATRICES DIFIERE DE LOS LISTADOS EN QUE EN LAS PRIMERAS SE IDENTIFICAN LAS POSIBLES INTERACCIONES DEL PROYECTO Y EL AMBIENTE; ASÍ MISMO, PERMITEN DEFINIR LAS ACCIONES QUE GENERAN MÁS DE UN IMPACTO Y LOS FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS POR MÁS DE UNA ACCIÓN.

LA MAYORÍA DE LOS SISTEMAS BASADOS EN MATRICES, UTILIZAN ESCALAS QUE PERMITEN AL EVALUADOR LA OPORTUNIDAD DE REGISTRAR NIVELES DE INTENSIDAD. ALGUNAS DE ELLAS PERMITEN AL EVALUADOR UTILIZAR, DE MANERA COMBINADA, CIERTOS INDICADORES OBJETIVOS CON LAS OPINIONES DE EXPERTOS E IMPRESIONES PARA ASIGNAR UNA CALIFICACIÓN A CADA UNA DE LAS CELDAS DENTRO DE LA MATRIZ. OTRAS METODOLOGÍAS ESTÁN BASADAS EN LA ASIGNACIÓN DE PESOS (PONDERACIÓN) MULTIPLICÁNDOLOS POR EL RANGO DE SEVERIDAD, DENTRO DE CADA CELDA.

LOS LISTADOS SON UTILIZADOS COMO INSUMO EN LAS MATRICES DE CAUSA-EFECTO, PARA IDENTIFICAR LOS POSIBLES IMPACTOS PROVOCADOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

**REDES:**
ESTAS TÉCNICAS AMPLÍAN EL CONCEPTO DE LAS MATRICES MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE UNA RED DE CAUSA-CONDICIÓN-EFECTO QUE PERMITE LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS O INDIRECTOS, LOS CUALES NO SON ADECUADAMENTE EXPLICADOS A TRAVÉS DE UNA SECUENCIA SIMPLE DE CAUSA-EFECTO REPRESENTADA POR MATRICES.

**MODELOS:**
UN MODELO ES UNA REPRESENTACIÓN FÍSICO-MATEMÁTICA, QUE REPRODUCE LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE UN ECOSISTEMA, DE MODO QUE ANALIZANDO ESTA INFORMACIÓN Y LAS INTERACCIONES EXISTENTES, SE

PUEDE LLEGAR A LA PEF PCIÓN Y COMPRENSIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE TAL SISTEMA.

ES EVIDENTE QUE LOS MC ELOS MATEMÁTICOS SON UN REFLEJO EXPRESADO EN ECUACIONES Y FÓRMULAS, DE MODELOS INTUITIVOS ELEMENTALES CREADOS POR NUESTRA IMAGEN DEL FUNCIONAMIENTO DEL UNIVERSO EN ESTUDIO, Y TIENEN POR OBJETO EFECTUAR UNA PREDICCIÓN CALCULADA.

**SOBREPOSICIONES:**
ESTAS TÉCNICAS ESTÁN BASADAS EN EL USO DE UNA SERIE DE MAPAS TRANSPARENTES QUE SE SOBREPONEN PARA PRODUCIR UNA CARACTERIZACIÓN COMPUESTA DEL AMBIENTE REGIONAL. LOS MAPAS DESCRIBEN FACTORES AMBIENTALES O CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LA DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DEL PROYECTO CON TODAS SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS. ESTE ENFOQUE ES EFECTIVO PARA SELECCIONAR ALTERNATIVAS E IDENTIFICAR CIERTOS TIPOS DE IMPACTOS, YA E PERMITE LOCALIZAR LOS FACTORES LIMITATIVOS PARA CIERTOS USOS, PU NDOSE ASÍ CONOCER LOS FACTORES DEL AMBIENTE MÁS SENSIBLES DE SE ECTADOS. SIN EMBARGO, NO PUEDE USARSE PARA CUANTIFICAR ESTOS PACTOS O IDENTIFICAR INTERACCIONES SECUNDARIAS O TERCIARIAS.

**PROCEDIMIENTO ADAPTATIVO:**

DEBIDO A QUE NINGUNA DE LAS TÉCNICAS ANTES DESCRITAS CUBRE LAS TRES FASES DEL ESTUDIO: IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN, ES NECESARIO COMPLEMENTARLAS O COMBINARLAS, RESULTANDO ASÍ UN PROCEDIMIENTO ADAPTATIVO.

EN LOS SIGUIENTES APARTADOS SE DESCRIBEN DETALLADAMENTE LAS TÉCNICAS MENCIONADAS.

**LISTADOS.**

SE DISTINGUEN CUATRO CATEGORIAS DE LISTADOS:

- LISTADOS SIMPLES
- LISTADOS DESCRIPTIVOS
- LISTADOS DE ESCALA
- LISTADOS DE ESCALA Y PESO

LOS LISTADOS SIMPLES CONSISTEN EN UNA LISTA DE PARÁMETROS POR SER ANALIZADOS, PERO NO PROPORCIONAN UNA GUÍA DE CÓMO DEBEN SER MEDIDOS TALES PARÁMETROS.

LOS LISTADOS DESCRIPTIVOS CONSISTEN EN UNA LISTA DE LOS PARÁMETROS POR SER ANALIZADOS Y PROPORCIONAN GUÍAS SOBRE CÓMO DEBEN SER MEDIDOS TALES PARÁMETROS.

APENDICE I
LISTADO DE LAS CARACTERISTICAS AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

CARACTERISTICAS AMBIENTALES

| CATEGORIA | DESCRIPCION |
|---|---|
| A) Características físicas y químicas. | 1. Terrestre |
| | a) Recursos minerales |
| | b) Materiales para la construcción |
| | c) Suelos |
| | d) Perfiles del suelo |
| | e) Radiaciones |
| | f) Características físicas especiales |
| | 2. Agua |
| | a) Superficial |
| | b) Océanos |
| | c) Subterránea |
| | d) Calidad |
| | e) Temperatura |
| | f) Recarga |
| | g) Nieve y hielo |
| | 3. Atmósfera |
| | a) Calidad |
| | b) Clima |
| | c) Temperatura |
| | 4. Procesos |
| | a) Inundaciones |
| | b) Erosiones |
| | c) Sedimentación y precipitación |
| | d) Solución |
| | e) Absorción- |
| | f) Compactación y acomodo |
| | g) Estabilidad |
| | h) Terremotos |
| | i) Movimientos eólicos |
| B) Condiciones Biológicas | 1. Flora |
| | a) Arboles |
| | b) Arbustos |
| | c) Pasto |
| | d) Sembradíos |
| | e) Microflora |
| | f) Plantas acuáticas |
| | g) Especies en peligro |
| | h) Barreras |
| | i) Corredores |
| | 2. Fauna |
| | a) Aves |
| | b) Animales terrestres |
| | c) Especies acuáticas |
| | d) Organismos bentónicos |
| | e) Insectos |
| | f) Microfauna |
| | g) Especies en peligro |
| | h) Barrera |
| | i) Corredores |

APENDICE I
LISTADO DE LAS CARACTERISTICAS AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD
CARACTERISTICAS AMBIENTALES

| CATEGORIA | DESCRIPCION |
|---|---|
| C) Factores culturales | 1. Uso del subsuelo |
| | a) Espacios abiertos |
| | b) Zonas inundadas |
| | c) Bosques |
| | d) Pastizales |
| | e) Sembradíos |
| | f) Residencial |
| | g) Comercial |
| | h) Industrial |
| | i) Zonas mineras |
| | 2. Recreación |
| | a) Caza |
| | b) Pesca |
| | c) Navegación |
| | d) Natación |
| | e) Campamento |
| | f) Días de campo |
| | g) Lugares de descanso |
| | 3. Estética e interés humano |
| | a) Panoramas |
| | b) Zonas apartadas |
| | c) Espacios abiertos |
| | d) Proyectos |
| | e) Características físicas especiales |
| | f) Parques |
| | g) Monumentos |
| | h) Especies raras |
| | i) Sitios históricos o arqueológicos |
| | 4. Cultural |
| | a) Patrones culturales |
| | b) Salud y seguridad |
| | c) Empleos |
| | d) Densidad de población |
| | 5. Facilidades y actividades creadas |
| | a) Estructuras |
| | b) Redes de transporte |
| | c) Beneficios |
| | d) Disposición de desperdicios |
| | e) Barreras |
| | f) Corredores |
| D) Relaciones Ecológicas | a) Salinización de los recursos acuíferos. |
| | b) Eutroficación. |
| | c) Transmisión de enfermedades por medio de insectos. |
| | d) Alimentos |
| | e) Salinización de los materiales en la superficie terrestre. |
| | f) Abusos. |
| C) Factores culturales | g) Otros. |

A C C I O N E S

| CATEGORIA | DESCRIPCION |
|---|---|
| A) Modificación del régimen | a) Introducción de una diferente a la existente. |
| | b) Controles biológicos. |
| | c) Modificación del habitat. |
| | d) Alteración de las capas de suelo artificial. |
| | e) Alteración de la hidrología subterránea. |
| | f) Alteración de los escurrimientos. |
| | g) Modificación de los cauces. |
| | h) Canalización. |
| | i) Irrigación |
| | j) Modificación del clima. |
| | k) Incendios |
| | l) Pavimentación |
| | m) Ruido y vibraciones |
| B) Modificación del suelo y construcciones. | |
| | a) Urbanización. |
| | b) Zonas y edificaciones industriales |
| | c) Aeropuertos |
| | d) Carreteras y puentes |
| | e) Caminos y brechas |
| | f) Talado de bosques |
| | d) Paisajes |
| | Excavaciones portuarias |
| | Rellenos de marismas |
| F) Innovación de recursos | a) Reforestación |
| | b) Manadas |
| | c) Recarga subterránea |
| | d) Fertilización |
| | e) Tratamiento de basuras |
| G) Cambios en el tráfico | |
| | a) Automovilístico |
| | b) Marítimo |
| | c) Ferroviario |
| | d) Navegación |

LISTADO DE LAS ACCIONES AMBIENTALES EN EL METODO DE LA MATRIZ DE LEOPOLD

A C C I O N E S

| CATEGORIA | DESCRIPCION |
|---|---|
| | e) Aéreo |
| | f) en ríos y canales |
| | g) Navegación recreativa |
| | h) Veredas |
| | i) Cables |
| | j) Comunicación |
| | k) Tuberías |
| H) Disposición y tratamiento de desperdicios | a) Al océano |
| | b) Rellenos |
| | c) Localización de zonas sobrecargadas |
| | d) Disposición subterránea |
| | e) Disposición de metales |
| | f) Pozos de petróleo |
| | g) Pozos profundos |
| | h) Descargas de agua empleada en refrigeración |
| | i) Descargas Municipales |
| | j) Descargas de líquidos |
| | k) Lagunas de estabilización y oxidación |
| | l) Fosas sépticas |
| | m) Emisiones |
| | n) Lubricantes |
| I) Tratamientos químicos | |
| | a) Fertilizantes |
| | b) Descongelado de carreteras |
| | c) Estabilización del suelo |
| | d) Control de yerbas |
| | e) Control de insectos |
| J) Accidentes | a) Explosiones |
| | b) Fugas |
| | c) Fallas en la operación |
| K) Otros. | |

LOS LISTADOS DE ESCALA, SON COMO LOS LISTADOS DESCRIPTIVOS, PERO ADEMÁS PROPORCIONAN INFORMACIÓN DE CÓMO DEBEN VALUARSE LOS PARÁMETROS CON UNA ESCALA SUBJETIVA. SE PRESENTA UN EJEMPLO TÍPICO DE LISTADO POR ÁREA DE IMPACTO. EN DICHO LISTADO SE MARCA CON UN SÍMBOLO LA CELDA CORRESPONDIENTE AL EFECTO ESTIMADO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN. OTRA FORMA DE EMPLEAR EL PROCEDIMIENTO ES CON CALIFICACIONES NUMÉRICAS EN UN ÁMBITO ESTABLECIDO Y SIGNOS PARA INDICAR LA MAGNITUD DEL EFECTO ADVERSO ( - ) O BENÉFICO ( + ).

**MÉTODO DE EVALUACIÓN ADKINS-BURKE.**

ADKINS Y BURKE DESARROLLARON UN LISTADO PARA SISTEMAS DE TRANSPORTE QUE IMPLICA UNA ESCALA DE IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS DEL PROYECTO EN UN INTERVALO DE -5 A +5.

**PROBLEMA EJEMPLO:**

PARA EL TRAZO DE UNA CARRETERA SE HAN PLANTEADO LAS ALTERNATIVAS A, B, C, D Y E. EN EL CUADRO SIGUIENTE SE PROPONE UNA LISTA REDUCIDA DE FACTORES AMBIENTALES CON EL FIN DE APLICAR EL MÉTODO DE ADKINS Y BURKE EN FORMA SENCILLA.

EL RENGLÓN ( a ) ES LA SUMA DE LOS CONCEPTOS CALIFICADOS CON SIGNO POSITIVO INDEPENDIENTEMENTE DE SU VALOR.

EL RENGLÓN ( b ) CORRESPONDE A LA SUMA DE LOS CONCEPTOS CON SIGNO NEGATIVO.

EL RENGLÓN ( c ) ES EL PROMEDIO DE LOS VALORES POSITIVOS, QUE RESULTA DE DIVIDIR LA CANTIDAD CONSIGNADA EN EL RENGLÓN ( a ) ENTRE LA SUMA DE LAS CANTIDADES CONSIGNADAS EN EL RENGLÓN ( a ) MÁS EL RENGLÓN ( b ). EL RENGLÓN ( d ) ES EL PROMEDIO DE LOS VALORES NEGATIVOS. EL RENGLÓN ( e ) ES LA SUMA ALGEBRAICA DE VALORES, ES DECIR, LA SUMA DE LOS VALORES DE LA CALIFICACIÓN, CONSIDERANDO SU SIGNO. EL RENGLÓN ( f ) ES EL PROMEDIO DE VALORES QUE RESULTA DE DIVIDIR LA CANTIDAD CONSIGNADA EN ( d ) ENTRE EL NÚMERO DE CALIFICACIONES QUE ES LA SUMA DEL RENGLÓN ( a ) MÁS EL RENGLÓN ( b ).

EN EL MISMO CUADRO SE PRESENTAN VALORES EN UNA ESCALA DE -1 A +1, EN GENERAL, LA ESCALA DE CALIFICACIONES ES A CRITERIO DE LOS ANALISTAS. EL CONJUNTO DE DATOS RESULTANTES EN LOS RENGLONES ( a ) A ( f ) DA UNA IDEA DE LA VENTAJA DE UNA ALTERNATIVA SOBRE LAS OTRAS; PARA EL EJEMPLO, LA ALTERNATIVA " E " ES LA MÁS VENTAJOSA.

AUNQUE NO SE TOMÓ EN CONSIDERACIÓN EN EL EJEMPLO UNA ALTERNATIVA MAS QUE, ES LA DE NO CONSTRUIR O LLEVAR A CABO EL PROYECTO EN ALGUNOS CASOS PODRÍA SUCEDER QUE EL NO EJECUTAR LA OBRA FUERA MEJOR QUE REALIZARLA BAJO CUALQUIER CIRCUNSTANCIA.

## EJEMPLO DEL METODO DE ADKINS BURKE PARA LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS DEL TRAZO DE UNA CARRETERA

| FACTOR AMBIENTAL | ALTERNATIVAS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| Efecto en el uso potencial del suelo | 0 | 0.95⁻ | 0.7⁻ | 0.8⁺ | 0.9⁺ |
| Efecto en el drenaje natural | 0.1⁺ | 0 | [illegible] | 0.6⁺ | 0.8⁺ |
| Efecto en la fauna y flora | 0 | 0.3⁻ | 0 | 0.5⁻ | 0 |
| Ruido potencial | 0.2⁻ | 0.1⁻ | 0.1⁻ | 0.4⁻ | 0.1⁻ |
| Contaminación del aire | 0.1⁻ | 0.1⁻ | 0.1⁻ | 0.1⁻ | 0.1⁻ |
| Efecto en la temperatura por el tráfico | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cambios en el área en relación con su valor (agrícola p. ej.) | 0.5⁻ | 0.6⁻ | 0.3⁻ | 0.1⁻ | 0.7⁺ |
| Efecto en lagos y estanques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Realce ambiental | 0 | 0.2⁻ | 0.4⁻ | 0 | 0 |
| a) Número de factores calificados con signo positivo | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| b) Número de factores calificados con signo negativo | 3 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| c) Relación de factores positivos | 0.25 | 0 | 0.16 | 0.33 | 0.6 |
| d) Relación de factores negativos | 0.75 | 1 | 0.83 | 0.67 | 0.4 |
| e) Suma algebraica de valores | -0.7 | -2.25 | -1.2 | 0.3 | 2.2 |
| f) Promedio de valores | -0.18 | -0.38 | -0.2 | 0.05 | 0.44 |

**MATRICES.**

LOS MÉTODOS MATRICIALES BÁSICAMENTE INCORPORAN EL LISTADO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO O ACCIONES CON UNA LISTA DE CONDICIONES AMBIENTALES O CARACTERÍSTICAS QUE PODRÍAN SER AFECTADAS. AL COMBINAR ESTAS LISTAS COMO EJES HORIZONTAL Y VERTICAL DE UNA MATRIZ SE LOGRA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS RELACIONES CAUSA-EFECTO ENTRE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS E IMPACTOS.

LOS VALORES QUE SE COLOCAN EN LAS CELDAS DE LA MATRIZ PUEDEN SER ESTIMACIONES CUALITATIVAS O CUANTITATIVAS DE ESTAS RELACIONES CAUSA-EFECTO.

LAS ESTIMACIONES CUANTITATIVAS SON EN MUCHOS CASOS COMBINADAS EN UN ESQUEMA PONDERAL QUE LLEVA A UN "MARCADOR DE IMPACTO TOTAL". EL ESQUEMA PONDERAL ESTÁ BASADO EN EL DESEO DE EVALUAR CUANTITATIVAMENTE EL IMPACTO Y PESO DE ESE VALOR POR SU IMPORTANCIA. LA IDEA ES QUE CON ESTE ANÁLISIS SE DEFINAN DOS ASPECTOS DE CADA IMPACTO QUE PODRÍAN AFECTAR AL AMBIENTE: SU MAGNITUD E IMPORTANCIA.

EL TÉRMINO **MAGNITUD** SE REFIERE AL GRADO, EXTENSIÓN O ESCALA DEL IMPACTO SOBRE FACTORES AMBIENTALES ESPECÍFICOS. POR EJEMPLO, UNA CARRETERA AFECTARÁ O ALTERARÁ EL PATRÓN DE ESCURRIMIENTO EXISTENTE Y SU IMPACTO PUEDE SER DE GRAN MAGNITUD SOBRE EL ESCURRIMIENTO.

LA **IMPORTANCIA** ES LA PONDERACIÓN DE LA ACCIÓN PARTICULAR SOBRE EL FACTOR AMBIENTAL ESPECÍFICO QUE SE ANALIZA. POR EJEMPLO, LA IMPORTANCIA TOTAL DEL IMPACTO DE UNA CARRETERA SOBRE EL PATRÓN DE ESCURRIMIENTO PUEDE SER PEQUEÑA DEBIDO A QUE LA CARRETERA SEA MUY CORTA O PORQUE NO INTERFERIRÁ SIGNIFICATIVAMENTE CON EL ESCURRIMIENTO.

PODRÍA USARSE UNA ESCALA ARBITRARIA DE 1 A 10, DONDE 10 REPRESENTA LA MAGNITUD MAYOR DEL IMPACTO Y 1 LA MENOR. SIMILARMENTE, PARA LA IMPORTANCIA PUEDE USARSE UNA ESCALA DE 1 A 10, SIENDO 10 LA MAYOR IMPORTANCIA Y 1 LA MENOR. UN GRADO ADICIONAL DE COMPLEJIDAD SERÍA COLOCAR UN SIGNO + JUNTO AL NÚMERO DE MAGNITUD SI EL IMPACTO ES BENÉFICO, Y SIGNO - SI EL IMPACTO ES ADVERSO.

**LA MATRIZ DE LEOPOLD:**

LA MATRIZ DE LEOPOLD FUE EL PRIMER MÉTODO QUE SE ESTABLECIÓ PARA LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL. REALMENTE ES UN SISTEMA DE INFORMACIÓN MÁS QUE DE EVALUACIÓN, ES DECIR, ES UN MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN, Y SE PREPARÓ PARA EL SERVICIO GEOLÓGICO DEL MINISTERIO DEL INTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS, COMO ELEMENTO DE GUÍA DE LOS INFORMES Y LAS EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

ESTE MÉTODO ES ESPECIALMENTE ÚTIL COMO EVALUACIÓN PRELIMINAR DE AQUELLOS PROYECTOS QUE TIENEN UN GRAN IMPACTO AMBENTAL.

LA BASE DEL SISTEMA ES UNA MATRIZ EN QUE LAS ENTRADAS SEGÚN COLUMNAS SON 100 ACCIONES DEL HOMBRE QUE PUEDEN ALTERAR EL AMBIENTE, Y LAS ENTRADAS SEGÚN FILAS SON 88 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO (FACTORES AMBIENTALES) QUE PUEDEN SER ALTERADAS.

AUNQUE ES POSIBLE TENER 8,800 INTERACCIONES EN ESTA MATRIZ, USUALMENTE SE ENCUENTRA MENOS DE 100 PARA ALGÚN PROYECTO EN PARTICULAR. ES DECIR, LA MATRIZ PUEDE SER EXPANDIDA O CONTRAIDA SEGÚN SEA NECESARIO.

**MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES:**
COMO SE HA MENCIONADO ANTES EL SISTEMA DESCRITO ES SUBJETIVO DEBIDO A LA ELECCIÓN DE UNA ESCALA NUMÉRICA PARA MAGNITUD E IMPORTANCIA Y POR LA DECISIÓN DE SI EL IMPACTO ES BENÉFICO O ADVERSO. LA MATRIZ QUE SE DESCRIBE A CONTINUACIÓN PRETENDE EVITAR EL INCONVENIENTE DE ASIGNAR VALORES NUMÉRICOS, PROPONIENDO UN SISTEMA DE EVALUACIÓN CUALITATIVO.

EL IMPACTO AMBIENTAL CONSTITUYE EL EFECTO DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y SU TRASCENDENCIA DERIVA DE LA VULNERABILIDAD DEL AMBIENTE, DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO. ESTA VULNERABILIDAD PRESENTA MÚLTIPLES FACETAS QUE DEBEN PONERSE DE MANIFIESTO AL EVALUAR LOS IMPACTOS. EN LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, LOS IMPACTOS CORRESPONDIENTES A CUALQUIER FACETA DE LA VULNERABILIDAD O FRAGILIDAD DEL AMBIENTE SE INDIVIDUALIZAN POR UNA SERIE DE CARACTERÍSTICAS QUE HAN DE EVALUARSE. CON RESPECTO A LA ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS, SE TIENE QUE:

- EL CARÁCTER GENÉRICO ADVERSO HACE REFERENCIA A SU CONSIDERACIÓN BENÉFICA O ADVERSA RESPECTO AL ESTADO PREVIO A LA ACCIÓN; INDICA SI EN LO QUE SE REFIERE A LA FACETA DE VULNERABILIDAD QUE SE ESTE TENIENDO EN CUENTA, LA OBRA O ACTIVIDAD ES BENÉFICA O PERJUDICIAL.

- EL TIPO DE ACCIÓN DEL IMPACTO DIRECTO-INDIRECTO SE REFIERE A LA RELACIÓN CAUSA-EFECTO; DESCRIBE EL MODO DE PRODUCIRSE EL EFECTO DE LA OBRA O ACTIVIDAD SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.

- LA DURACIÓN DEL IMPACTO TEMPORAL PERMANENTE SE REFIERE A SUS CARACTERÍSTICAS TEMPORALES: SI EL EFECTO ES A CORTO PLAZO Y LUEGO CESA (TEMPORAL), O SI ES PERMANENTE.

  LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS INFORMAN SOBRE LA DILUCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL IMPACTO EN EL MOSAICO ESPACIAL Y PUEDEN SER LOCALIZADO Ó EXTENSIVO Y PRÓXIMO Ó ALEJADO DE LA FUENTE. DEBIDO A

# MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL
## MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

**MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

**MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**ETAPA DEL PROYECTO**

ACTIVIDADES EN EVALUACION:
1. DESMONTE Y DESPALME
2. EXCAVACION, CORTES Y RELLENO
3. TRANSPORTE DE MATERIAL Y MOVIMIENTO DE EQUIPO
4. SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE
5. SUMINISTRO DE AGUA CRUDA
6. TALLERES Y ALMACENES
7. INFRAESTRUCTURA

| ELEMENTOS Y CARACTERISTICAS AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS | | CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | DETERMINACION 8 | | 9 | | | EVALUACION 10 | | | | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BENEFICO | DAÑINO | DIRECTO | INDIRECTO | TEMPORAL | PERMANENTE | ACUMULADO | SINERGICO | REVERSIBLE | ALTERADO DE LA FUENTE | IRREVERSIBLE | PREVENIBLE | INTERVENIBLE | IRRECUPERABLE | REGLA DE ESTANDARES SI | REGLA DE ESTANDARES NO | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA A | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA B | PROBABILIDAD DE OCURRENCIA C | MAGNITUD CONFIABLE | MAGNITUD BENEFICIO | MAGNITUD SINERGIA | MAGNITUD CRITICO | AUSENCIA DE IMPACTOS | CON. O ACTIVIDAD GENERADORA DE IMPACTO |
| ATMOSFERA | MICROCLIMA | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | | ● | ● | | | ● | | ● | | ● | | | | | 1 |
| | CALIDAD DEL AIRE | | ● | | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | | | 2, 3, 4 |
| | NIVEL DE RUIDO | | ● | | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | | | 2, 3 |
| GEOMORFOLOGIA | PLAYA ARENUSA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| | LLANURA DE MATERIAL CONSOLIDADO | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | | 3 |
| | LLANURA DE MATERIAL NO CONSOLIDADO | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | | 3 |
| | PAISAJE | | ● | | ● | ● | | | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | | 1, 2, 3, 7 |
| SUELO | SOLIDOS/LIQUIDOS/GASEOSOS | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | | ● | | ● | ● | | | | | ● | | | 1, 2, 3 |
| | REHOZAMIENTO | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | 1, 2, 3, 4, 5 |
| HIDROLOGIA | SUPERFICIAL | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | 1, 2, 3, 7 |
| | SUBTERRANEA | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | 1, 2, 4, 5, 6 |
| OCEANOGRAFIA | CORRIENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| | BATIMETRIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| | TRANSPORTE LITORAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| VEGETACION | SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA SUCESIONAL | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | ● | | | | | 1 |
| | ACAHUALES Y POTRERIOS | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | 1 |
| | MANGLAR | | ● | ● | | | ● | ● | | ● | | | ● | ● | | ● | | ● | | | | | ● | | | 1 |
| | DE DUNA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| FAUNA | MAMIFEROS | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | | | 1, 2, 3 |
| | AVES | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | | | 1, 2, 3 |
| | REPTILES | | ● | | ● | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | ● | | | | 1, 2, 3 |
| | PECES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| | ARRECIFES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| | PASTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ● | |
| SOCIOECONOMIA | EMPLEO | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | | | | | ● | | | ● | | | | | 1, 2, 3, 7 |
| | VIVIENDA, EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS | ● | | | ● | | ● | ● | | | ● | | | | | | | ● | | | ● | | | | | 1, 2, 3, 7 |
| | ECONOMIA REGIONAL | ● | | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | | | | ● | | | ● | | | | | 1, 2, 3, 7 |
| | ACTIVIDADES PRODUCTIVAS | ● | | ● | | ● | | ● | | ● | | | | | | | | ● | | | ● | | | | | 1, 2, 3, 7 |

| IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES DE UN PROYECTO DE SISTEMA DE TRANSPORTE | | | |
|---|---|---|---|
| | PLANEACION Y DISEÑO | CONSTRUCCION | OPERACION |
| I. IMPACTOS PRODUCIDOS POR EL RUIDO<br>A) Salud pública<br>B) Uso de la tierra | | X | X |
| II. IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE<br>A) Salud pública<br>B) Uso de la tierra | | X | X |
| III. IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AGUA<br>A) Aguas subterráneas<br>1. Alteración del flujo y de su nivel superior<br>2. Interacción con el drenaje superficial<br>B) Aguas superficiales<br>1. Alteración de fondos y orillas<br>2. Efectos de relleno y dragado<br>3. Características de drenaje e inundación<br>C) Aspectos de calidad<br>1. Efectos por la descarga de desechos<br>2. Implicaciones de otras acciones tales como:<br>a) Perturbación de los estratos bentónicos<br>b) Alteración de corrientes<br>c) Cambios en el régimen de escurrimiento<br>d) Intrusión salina en aguas subterráneas<br>3. Uso de la tierra<br>4. Salud pública | | X | X |
| IV IMPACTOS DEBIDO A LA EROSION DEL SUELO<br>A) Económicos y uso de la tierra<br>B) Contaminación | | X | X |
| V IMPACTOS ECOLOGICOS<br>A) Flora<br>B) Fauna | | X | X |

| | PLANEACION Y DISEÑO | CONSTRUCCION | OPERACION |
|---|---|---|---|
| VI IMPACTOS ECONOMICOS | X | X | X |
| A) Uso de la tierra | | | |
| 1. En el área inmediata a la zona del proyecto | | | |
| 2. En la jurisdicción local | | | |
| 3. En la región | | | |
| B) Establecimiento de impuestos | X | X | X |
| 1. Pérdida por desplazamiento | | | |
| 2. Aumento por el incremento de los valores | | | |
| C) Empleos | | | |
| 1. Creación de nuevos empleos | | | |
| 2. Desplazamiento para los trabajadores | | | |
| D) Vivienda y servicios públicos | | | |
| 1. Demanda de nuevos servicios | | | |
| 2. Alteración de los servicios ya existentes | | | |
| E) Ingresos | | | |
| VII IMPACTOS SOCIOPOLITICOS | | X | X |
| A) Daño de : | | | |
| 1. Recursos culturales | | | |
| 2. Recursos científicos | | | |
| 3. Recursos históricos | | | |
| 4. Areas de recreación | | | |
| B) Estilo de vida y actividades | X | X | X |
| 1. Incremento en la movilidad | | | |
| 2. Afectación en las comunicaciones | | | |
| C) Percepción de costo - beneficio para diferentes grupos humanos | X | X | X |
| D) Seguridad personal | | X | X |
| VIII IMPACTOS ESTETICOS Y VISUALES | | X | X |
| A) Recursos escénicos | | | |
| B) Diseño urbano | | | |
| C) Ruido | | | |
| D) Calidad del aire | | | |
| E) Calidad del agua | | | |

| | FASE DE CONSTRUCCION | | | FASE DE OPERACION | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E.A | S.E | E.B | E.A | S.E | E.B |
| **A. TRANSFORMACION DEL TERRENO** | | | | | | |
| a. Compactación | | | | | | |
| b. Erosión | | | | | | |
| c. Cobertura con tierra (Terraplenes) | | | | | | |
| d. Sedimentación | | | | | | |
| e. Estabilidad (deslizamiento) | | | | | | |
| f. Esfuerzo-deformación (sismos) | | | | | | |
| g. Inundación | | | | | | |
| h. Perforación (barrenación) y voladura. | | | | | | |
| j. Suspensión de operaciones | | | | | | |
| **B. USO DEL SUELO** | | | | | | |
| a. Espacio abierto | | | | | | |
| b. Recreativo | | | | | | |
| c. Agrícola | | | | | | |
| d. Residencial | | | | | | |
| e. Comercial | | | | | | |
| f. Industrial | | | | | | |

| | FASE DE CONSTRUCCION | | | FASE DE OPERACION | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | E.A | S.E | E.B | E.A | S.E | E.B |
| **C. RECURSOS HIDRAULICOS** | | | | | | |
| a. Calidad | | | | | | |
| b. Irrigación | | | | | | |
| c. Drenaje | | | | | | |
| d. Agua subterráneas | | | | | | |
| **D. CALIDAD DEL AIRE** | | | | | | |
| a. Oxidos (de azufre, carbono e hidrógeno) | | | | | | |
| b. Partículas suspendidas | | | | | | |
| c. Productos químicos | | | | | | |
| d. Olores | | | | | | |
| e. Gases | | | | | | |
| **E. CONDICIONES BIOLOGICAS** | | | | | | |
| a. Fauna | | | | | | |
| b. Arboles, matorrales, arbustos | | | | | | |
| c. Pastos | | | | | | |

LA EXISTENCIA DE ESTE MOSAICO ESTA DILUCIÓN NO SIEMPRE TENDRÁ RELACIÓN LINEAL CON LA DISTANCIA A LA FUENTE DEL IMPACTO.

- LA REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO TOMA EN CUENTA LA POSIBILIDAD, DIFICULTAD Ó IMPOSIBILIDAD DE RETORNAR A LA SITUACIÓN PREVIA A LA OBRA Ó ACTIVIDAD. DE ESTA MANERA SE HABLARÁ DE IMPACTOS REVERSIBLES O IRREVERSIBLES.

- LA POSIBILIDAD DE RECUPERACIÓN INDICA SI LA PÉRDIDA DE CALIDAD EN EL FACTOR AMBIENTAL PUEDE SER RECUPERABLE, REEMPLAZABLE, O IRRECUPERABLE.

- LOS IMPACTOS PUEDEN SER MITIGABLES Ó NO.

- EL RIESGO DE IMPACTO MIDE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (ALTA, MEDIA Ó BAJA), SOBRE TODO AQUELLAS CIRCUNSTANCIAS NO PERIÓDICAS PERO DE EXCEPCIONAL GRAVEDAD.

TODAS ESTAS CIRCUNSTANCIAS Y CARACTERÍSTICAS DESCRITAS DEFINEN LA MAYOR O MENOR GRAVEDAD Y EL MAYOR Ó MENOR BENEFICIO QUE SE DERIVA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO EVALUADO. TODAS ELLAS DEBEN INTERVENIR EN LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. LA EXPRESIÓN DE ESTA EVALUACIÓN, PARA CADA FACETA DE LA VULNERABILIDAD QUE SE CONTEMPLE, SE CONCRETA NORMALMENTE CON LA UTILIZACIÓN DE ALGUNA ESCALA DE NIVELES DE IMPACTO, DE MANERA QUE FACILITE LA UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN ADQUIRIDA EN LA FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

**ESCALA DE NIVELES DE IMPACTO.**

**IMPACTO COMPATIBLE:**
TRATÁNDOSE DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS ADVERSOS, IMPACTO COMPATIBLE ES LA CARENCIA DE IMPACTO Ó LA POSIBILIDAD DE RECUPERACIÓN INMEDIATA DEL FACTOR AMBIENTAL TRAS EL CESE DE LA ACTIVIDAD. PARA ESTE CASO NO SE NECESITAN MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

EN EL CASO DE IMPACTOS BENÉFICOS ESTOS SON COMPATIBLES CUANDO SE PRESENTAN DE MANERA INMEDIATA A LA ACTIVIDAD QUE LOS ORIGINA Y SON MUY SIGNIFICATIVOS.

**IMPACTO MODERADO:**
TRATÁNDOSE DE IMPACTOS ADVERSOS, ES CUANDO LA RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES RESULTA POSIBLE EN UN CIERTO TIEMPO. NO SE PRECISAN MEDIDAS OBLIGADAS DE MITIGACIÓN.

EN EL CASO DE IMPACTOS BENÉFICOS, ESTOS SON LOS QUE SE PRESENTAN CIERTO TIEMPO DESPUÉS DE REALIZADA LA OBRA Ó ACTIVIDAD Y SON FAVORABLES AL MEDIO.

**IMPACTO SEVERO:**
ESTE OCURRE CUANDO LA MAGNITUD DEL IMPACTO EXIGE, PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL MEDIO, LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN. LA RECUPERACIÓN AÚN CON ESTAS MEDIDAS OCURRE A LARGO PLAZO.

**IMPACTO CRÍTICO:**
SUCEDE CUANDO LA MAGNITUD DE IMPACTO ES SUPERIOR AL UMBRAL ACEPTABLE. EN ESTE CASO SE PRODUCE UNA PÉRDIDA PERMANENTE DE LA CALIDAD DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, SIN POSIBLE RECUPERACIÓN, AÚN CON LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

EN LA MATRIZ SE INCLUYEN LOS COMPONENTE AMBIENTALES DESGLOSADAS EN SUS SUBCOMPONENTES. LA EVALUACIÓN SE REALIZA PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO RESULTANDO UNA MATRIZ PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, OTRA PARA LA DE CONSTRUCCIÓN DE ÉL Y UNA MAS PARA LA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

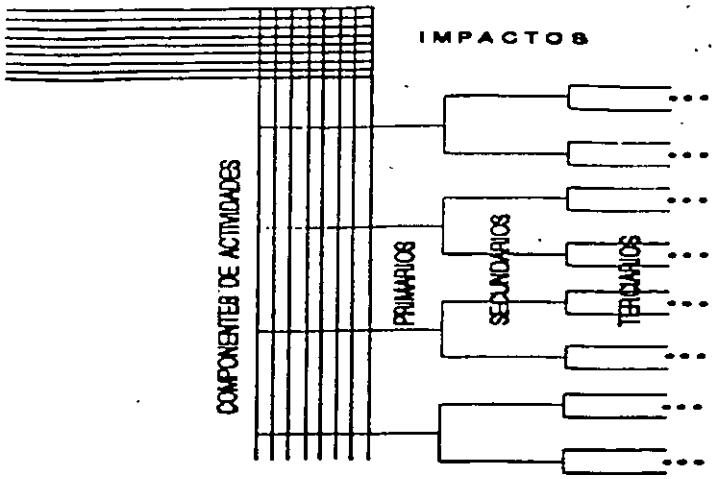
EN CADA MATRIZ SE ANALIZAN LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE CADA ETAPA QUE FUERON IDENTIFICADAS Y SE ANOTAN, MEDIANTE UN NUMERO ASOCIADO CON LA OBRA Ó ACTIVIDAD GENERADA DE IMPACTO.

LAS MATRICES DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SE COMPLEMENTAN CON UNA DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE CAMBIO QUE SE MANIFESTARÁN EN LOS FACTORES AMBIENTALES POR LAS ACCIONES DEL PROYECTO. LOS RESULTADOS PERMITEN PREVER LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN O COMPENSACIÓN QUE DEBERÁN SER IMPLANTADAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

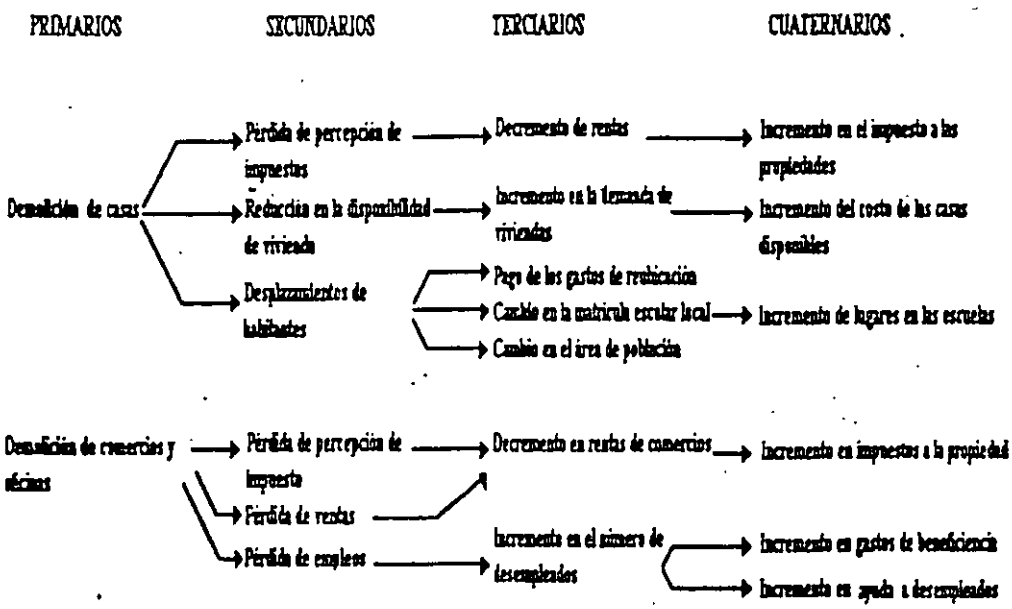
**REDES:**
LOS MÉTODOS DE REDES SON UNA EXPANSIÓN DEL TEMA DE MATRICES QUE INTRODUCEN UNA RED DE CAUSA-CONDICIÓN-EFECTO QUE PERMITE LA IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS ACUMULATIVOS INDIRECTOS. LA RED SE PLANTEA EN FORMA DE DIAGRAMA DE ÁRBOL, POR LO QUE TAMBIÉN SE LLAMA ÁRBOL DE IMPACTOS RELEVANTES, Y ES USADA PARA RELACIONAR Y REGISTRAR EFECTOS SECUNDARIOS, TERCIARIOS Y OTROS EFECTOS ULTERIORES.

UN MARCO CONCEPTUAL DE DICHO ÁRBOL DEBIDO A J. SORENSEN, PARA ELABORAR UNA RED DE ÉSTE TIPO SE REQUIERE RESPONDER A UNA SERIE DE PREGUNTAS RELATIVAS A CADA UNO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO TALES COMO: CUALES SON LAS ÁREAS PRIMARIAS DE IMPACTO, CUALES SON LOS IMPACTOS PRIMARIOS DENTRO DE ÉSTAS ÁREAS, CUALES SON LAS ÁREAS SECUNDARIAS DE IMPACTO, CUALES SON LAS ÁREAS SECUNDARIAS DENTRO DE ÉSTAS ÁREAS, QUE IMPACTOS TERCIARIOS FLUYEN DE ÉSTAS Y ASÍ SUCESIVAMENTE.

PARA EL CASO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA VIALIDAD EN UNA CIUDAD ESTABLECIDA BAJO LA CONSIDERACIÓN DE DOS IMPACTOS PRIMARIOS




Marco conceptual de una red de impactos




Ejemplo de una red de impacto para la construcción de una vialidad en una ciudad

PRINCIPALES, QUE SON: 1) DEMOLICIÓN DE CASAS Y, 2) DEMOLICIÓN DE COMERCIOS Y OFICINAS.
EL MÉTODO DE REDES ES INTERESANTE DEBIDO A QUE TRATAN DE MODELAR LA FORMA COMPLEJA EN QUE OPERA EL AMBIENTE. UNA ACCIÓN PRODUCE CAMBIOS EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES, LOS CUALES EN SU MOMENTO PRODUCIRÁN UNO Ó MÁS CAMBIOS SUBSECUENTES QUE, FINALMENTE, PRODUCIRÁN EFECTOS TERMINALES. POR EJEMPLO, LOS CORTES Y TERRAPLENES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA PODRÍAN PROVOCAR EROSIÓN DEL SUELO Y DE LOS DE LOS TALUDES, Y LOS SEDIMENTOS PODRÍAN LLEGAR A RÍOS Ó ARROYOS CERCANOS.

EL MATERIAL ACARREADO PODRÍA INCREMENTAR LA TURBIEDAD DEL AGUA, AZOLVAR LOS CANALES ALTERAR EL RÉGIMEN HIDRÁULICO DE LAS CORRIENTES DE AGUA Y TODOS ESTOS EFECTOS PODRÍAN ALTERAR EL HÁBITAT DE LA BIOTA ACUÁTICA.

DESAFORTUNADAMENTE, AL CONSTRUIR UNA RED PUEDE OCURRIR QUE CICLOS DE EFECTOS SE REPITAN AL IRSE EXPANDIENDO EL ÁRBOL. ESTO ES DE ESPERARSE CUANDO SE PRESENTEN INTERACCIONES COMPLEJAS ENTRE EFECTOS Y SUS CORRESPONDIENTES REACCIONES EN CADENA.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE QUE DEBE TOMARSE EN CUENTA AL ELABORAR UNA RED, ES LA PROBABILIDAD DE QUE SE PRESENTEN TODOS LOS IMPACTOS ESPERADOS. POR EJEMPLO, UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PUEDE LIBERAR UN EFLUENTE ALTAMENTE NITRIFICADO DENTRO DE UN ESTUARIO. ESTE INCREMENTO CON LA CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES, ESTIMULARÁ EL CRECIMIENTO EXCESIVO DE FITOPLANCTON EN EL ESTUARIO. UN IMPACTO POTENCIAL COMO CONSECUENCIA DEL CRECIMIENTO EXPLOSIVO DEL FITOPLANCTON SERÍA EL INCREMENTO DE SEDIMENTOS EN EL ESTUARIO POR LA ACUMULACIÓN DE ORGANISMOS MUERTOS. LA SEDIMENTACIÓN DEL ESTUARIO PODRÍA ENTONCES HACER DECRECER LA PROFUNDIDAD DEL ESTUARIO.

AL DECRECER LA PROFUNDIDAD, SE PUEDE INCREMENTAR LA PENETRACIÓN DE LUZ SOLAR. PROLIFERAR LAS PLANTAS EN EL FONDO Y AUMENTAR LA TEMPERATURA DEL AGUA.

LA PREGUNTA QUE PUEDE PLANTEARSE ES SI EL CRECIMIENTO EXPLOSIVO DEL FITOPLANCTON PUEDE INCREMENTAR CON ALTA PROBABILIDAD LA TASA DE SEDIMENTACIÓN EN UN ESTUARIO, AL GRADO DE QUE OCURRA UN DECREMENTO SIGNIFICATIVO EN LA PROFUNDIDAD DEL AGUA. SI EL EFECTO DE SEDIMENTACIÓN DEL FITOPLANCTON MUERTO SERÁ UN DECREMENTO IMPERCEPTIBLE DE LA PROFUNDIDAD DEL AGUA EN VARIOS AÑOS, EL IMPACTO NO DEBERÁ INCLUIRSE EN LA RED.

UNA RED DE IMPACTOS PROPORCIONA EN FORMA RESUMIDA UN PANORAMA DE LOS IMPACTOS CAUSADOS Y/O INDUCIDOS POR EL PROYECTO Y SUS ACTIVIDADES RELACIONADAS; POR ÉSTA RAZÓN ES UNA HERRAMIENTA MUY ÚTIL. SIN EMBARGO, ES SOLO UN RESUMEN CUALITATIVO QUE PUEDE USARSE

APLICAN INDICADORES DE IMPACTO, PREVIAMENTE ESTABLECIDOS. SE UTILIZAN TRANSPARENCIAS Y EN CADA UNA DE ELLAS SE MARCAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO.

SE SUPERPONEN DESPUÉS LOS RESULTADOS DE LAS DISTINTAS TRANSPARENCIAS Y, CON LO QUE SE LLEGA A LAS CONCLUSIONES FINALES.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS.**
EN PRINCIPIO, TODOS LO MÉTODOS HAN SIDO ELABORADOS PARA APLICARSE EN SOCIEDADES CON NIVELES DE DESARROLLO DISTINTOS AL DE MÉXICO, Y POR CONSIGUIENTE CON DIFERENTES LINEAMIENTOS QUE NORMAN LA SELECCIÓN DE PLANES PROYECTOS Y PROGRAMAS DE DESARROLLO. NO OBSTANTE ESTO, DICHOS MÉTODOS SIGUEN UN PRINCIPIO DE RACIONALIDAD Y SISTEMATIZACIÓN EN EL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, POR LO QUE SU APLICACIÓN, DENTRO DE LAS LIMITACIONES QUE PRESENTAN Y ADECUÁNDOSE A LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL PAÍS, RESULTAN DE GRAN UTILIDAD. LO ANTERIOR IMPLICA, ADAPTAR LOS MÉTODOS ELABORADOS EN OTROS PAÍSES, PARA SELECCIONAR UNA TÉCNICA PROPIA QUE PERMITA UN ANÁLISIS OBJETIVO DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS, ENMARCADA DENTRO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO DEL PAÍS.

EL USO DE UN MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, DEPENDE DE LAS NECESIDADES ESPECIFICAS DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO Y DEL MISMO PROYECTO EN CUESTIÓN. PARA REALIZAR LA SELECCIÓN DE MÉTODOS SE HAN DESARROLLADO CRITERIOS QUE PUEDEN SERVIR DE BASE PARA QUIENES ESTÁN ELABORANDO LA EVOLUCIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

EN 1977, R. K. JAIN, K. V. URBAN Y G. S. STANCEY PRESENTARON SIETE CONSIDERACIONES CLAVE DE SELECCIÓN, LAS CUALES SON:

**1. FINALIDAD DEL ANÁLISIS DE IMPACTOS.**
ES NECESARIO DEFINIR EL ANÁLISIS PARA TOMA DE DECISIONES O CON FINES DE DIFUSIÓN. UN DOCUMENTO DÉ DECISIÓN ES VITAL PARA DETERMINAR EL MEJOR CURSO DE ACCIÓN; MIENTRAS QUE UNO DE DIFUSIÓN REVELA COMO EL PRINCIPIO, LAS IMPLICACIONES DE LAS ALTERNATIVAS ELEGIDAS. UN DOCUMENTO DE DECISIÓN GENERALMENTE REQUIERE MAYOR ÉNFASIS EN LA IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS CLAVE, LA CUANTIFICACIÓN Y LA COMPARACIÓN DIRECTA DE ALTERNATIVAS. UN DOCUMENTO DE DIFUSIÓN REQUIERE UN ANÁLISIS MAS INTEGRAL Y SE CONCENTRA EN INTERPRETAR LA TRASCENDENCIA DEL ESPECTRO MAS AMPLIO DE POSIBLES IMPACTOS.

**2. ALTERNATIVAS DEL PROYECTO.**
SE REQUIERE CONSIDERAR SI LAS ALTERNATIVAS DIFIEREN SOLO EN MAGNITUD O EN ESQUEMA CONCEPTUAL. SI DIFIEREN EN CUANTO A SU CONCEPTUALIZACIÓN, COMO EL CASO DE LA PREVENCIÓN DE INUNDACIÓN MEDIANTE CONSTRUCCIÓN DE BORDOS EN CONTRA DE LA ZONIFICACIÓN DE ÁREAS DE INUNDACIÓN, ENTONCES LA MAGNITUD DEL IMPACTO DEBERÁ EVALUARSE CON BASE EN UN PATRÓN ABSOLUTO, PUESTO QUE LOS IMPACTOS

SERÁN DIFERENTES TANTO EN TIPO COMO EN TAMAÑO. POR OTRO LADO, LOS GRUPOS DE ALTERNATIVAS QUE DIFIEREN SOLO EN MAGNITUD PERMITEN UNA COMPARACIÓN DE IMPACTOS Y UN MAYOR GRADO DE CUANTIFICACIÓN.

**3. PARTICIPACIÓN SOCIAL.**
ES NECESARIO DEFINIR SI LA PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD EN EL ANÁLISIS SERÁ ACTIVA O SOLO DE REVISIÓN. LA PARTICIPACIÓN ACTIVA PERMITE EL USO DE TÉCNICAS MAS SOFISTICADAS, TALES COMO EL ANÁLISIS POR COMPUTADORA O ESTADÍSTICO QUE RESULTA DIFÍCIL EXPLICAR A UN PUBLICO INTERESADO PERO QUE NO HA PARTICIPADO, ANTERIORMENTE. EL PAPEL DE UNA PARTICIPACIÓN ACTIVA TAMBIÉN PERMITE UN MAYOR GRADO DE CUANTIFICACIÓN O PONDERACIÓN DE LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DIRECTA DE LOS VALORES PÚBLICOS.

**4. INFORMACIÓN EXISTENTE Y RECURSOS DISPONIBLES PARA EL ANÁLISIS.**
UN ASPECTO FUNDAMENTAL PARA SELECCIONAR EL MÉTODO ES LA INFORMACIÓN EXISTENTE, ASÍ COMO LOS RECURSOS DISPONIBLES PARA SU ANÁLISIS. LOS MÉTODOS MAS SOFISTICADOS Y QUE PROPORCIONAN RESULTADOS MAS CONFIABLES REQUIEREN NECESARIAMENTE MAYOR INFORMACIÓN Y RECURSOS PARA SU APLICACIÓN.

**5. CONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO POR EL GRUPO DE ANÁLISIS.**
EL CONOCIMIENTO O FAMILIARIDAD QUE TENGA EL GRUPO QUE REALIZA EL ESTUDIO CON EL ÁREA Y REGIÓN ESTUDIADA AUMENTARA LA VALIDEZ DE ANÁLISIS SUBJETIVO DE LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS.

**6. TRASCENDENCIA DEL PROYECTO O ACCIÓN.**
LA TRASCENDENCIA QUE TENGA EL PROYECTO, O UNA ACCIÓN ESPECIFICA, TANTO EN SU MAGNITUD FÍSICA, COMO UN EFECTO SOCIAL, ES OTRO FACTOR IMPORTANTE EN LA SELECCIÓN DEL MÉTODO POR EMPLEAR. MIENTRAS MAS IMPORTANTE ES UNA ACCIÓN, MAYOR ES LA NECESIDAD DE EXPLICITARLA, CUANTIFICARLA O IDENTIFICAR SUS ASPECTOS CLAVE. LAS PONDERACIONES Y RELACIONES ARBITRARIAS PARA COMPARAR UN TIPO DE IMPACTO (ECOLÓGICO) CONTRA OTRO (ECONÓMICO), LLEGAN A SER POCO APROPIADOS.

**7. CONSIDERACIONES INSTITUCIONALES.**
ES NECESARIO TOMAR EN CUENTA SI LOS MÉTODOS SELECCIONADOS ESTÁN LIMITADOS POR LOS PROCEDIMIENTOS DE LA DEPENDENCIA RESPONSABLE O POR REQUERIMIENTOS DE FORMATO. LAS POLÍTICAS O LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DE LA DEPENDENCIA PUEDEN EXCLUIR ALGUNAS TÉCNICAS AL ESPECIFICAR POR EJEMPLO, ÁMBITOS DE IMPACTOS Y EL TIEMPO DISPONIBLE PARA REALIZAR EL ANÁLISIS

**NUEVE CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL MÉTODO APROPIADO:**

**1. INTEGRIDAD.**
EL MÉTODO SELECCIONADO DEBE COMPRENDER TODAS LAS ALTERNATIVAS, Y PUNTOS DE VISTA SIGNIFICATIVOS. PUES SIN UN ENFOQUE INTEGRAL ES CASI SEGURO QUE LAS DECISIONES NO SEAN OPTIMAS.

**2. APLICABILIDAD.**
EL MÉTODO DEBE SER SIMPLE PARA SER APRENDIDO Y APLICADO POR UN GRUPO PEQUEÑO CON CONOCIMIENTOS LIMITADOS, CON UN PRESUPUESTO REDUCIDO Y EN UN TIEMPO CORTO, SI ASÍ SE REQUIERE.

**3. DESCRIPTIBILIDAD.**
LOS RESULTADOS
SOLUCIONES DEBEN SER DE MANERA TAL QUE PERMITAN EL ENTENDIMIENTO Y CONFIANZA DEL PUBLICO Y ASEGUREN SU PARTICIPACIÓN.

**4. AMPLIABILIDAD.**
DEBE PERMITIR LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS Y DEBE SER FÁCILMENTE AMPLIABLE PARA PROPORCIONAR MAYOR DETALLE EN ASPECTOS CLAVE.
DE ESTA MANERA, EL MISMO MÉTODO DEBE PERMITIR UN ANÁLISIS SUPERFICIAL O UN EXAMEN DETALLADO.

**5. ASPECTOS RELEVANTES.**
LA TÉCNICA DEBE INCLUIR UN INFORME EXPLÍCITO DE TODOS LOS ASPECTOS RELEVANTES, SISTEMÁTICAMENTE ORDENADOS Y PONDERADOS PARA REFLEJAR SU IMPORTANCIA RELATIVA.

**6. SISTEMA ÚNICO.**
EL MÉTODO DEBE REFLEJAR UN ENTENDIMIENTO DEL SISTEMA AMBIENTAL SOCIOECONÓMICO COMO UN TODO Y LAS PRINCIPALES INTERRELACIONES ENTRE LOS DIVERSOS FACTORES.

**7. DISCRIMINACIÓN DE EFECTOS.**
EL MÉTODO DEBE REFLEJAR CAMBIOS QUE CORRERÍAN EN EL FUTURO "SIN EL PROYECTO" Y "CON EL PROYECTO" Y DEBE PERMITIR LA CUANTIFICACIÓN DE LA DIFERENCIA ENTRE CONJUNTOS DE ALTERNATIVAS.

**8.- UNIFORMIDAD.**
DIVERSOS FACTORES SON MEDIDOS CONVENCIONALMENTE CON UNA AMPLIA VARIEDAD DE UNIDADES OBJETIVAS Y SUBJETIVAS (PESOS, BIOMASA, DÍAS DE RECREACIÓN, BUENO-MALO, EMPLEOS, ETC.). POR LO QUE ES RECOMENDABLE EMPLEAR MEDIOS PARA TRANSFORMAR ESTAS MEDICIONES EN UNIDADES UNIFORMES COMO UN ELEMENTO PARA FACILITAR LA COMPARACIÓN.

**9.- SISTEMATIZACIÓN DE INFORMACIÓN.**
LA FACTIBILIDAD PARA RECABAR Y ALIMENTAR LA INFORMACIÓN REQUERIDA POR UN MÉTODO ES UN CRITERIO CLAVE PARA LA IMPLANTACIÓN EXITOSA DE CUALQUIER MODELO. TÉCNICAS POTENCIALMENTE EXCELENTES PUEDEN SER IMPRÁCTICAS POR LA DIFICULTAD EN LA COLECCIÓN DE DATOS.

EL EMPLEO DE UNA TÉCNICA ADECUADA PERMITE DEFINIR LOS IMPACTOS EXISTENTES Y SU MAGNITUD RELATIVA. UNA VEZ HECHO ESTO, SE REQUIERE CARACTERIZAR LOS MISMOS, DEFINIENDO PARA CADA UNO DE ELLOS:

| | |
|---|---|
| DURABILIDAD. | SI ES TEMPORAL O PERMANENTE EL IMPACTO. |
| PLAZO Y FRECUENCIA. | SI EL IMPACTO SE PRESENTA EN EL CORTO O MEDIANO PLAZO, Ó SI ESTE ES INTERMITENTE. |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA. | DEFINE LA PROBABILIDAD QUE SE PRESENTE EL IMPACTO, EN ESTE CASO A MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE LA INCERTIDUMBRE SE REDUCE. |
| FACILIDAD DE MITIGACIÓN. | SI ES POSIBLE ELIMINAR O REDUCIR EL IMPACTO. |

POR ÚLTIMO, UNA VEZ QUE SE HAN IDENTIFICADO Y CARACTERIZADO LOS IMPACTOS, Y SI ENTRE ESTOS EXISTEN IMPACTOS ADVERSOS DE SIGNIFICACIÓN, ES NECESARIO PROCEDER A LA EVALUACIÓN DETALLADA TANTO DE LOS IMPACTOS EN FORMA ESPECIFICA COMO DE PROYECTO EN FORMA GLOBAL PARA CONTAR CON ELEMENTOS SUFICIENTES QUE PERMITAN UNA DECISIÓN OBJETIVA SOBRE LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

EN PRINCIPIO LO IDEAL SERÍA EVALUAR LA TOTALIDAD DE LOS IMPACTOS REGISTRADOS TANTO POSITIVOS COMO NEGATIVOS, PERO EL NUMERO DE ESTOS HARÁ POR LO GENERAL POCO PRÁCTICO EL PROCESO. DE ESTA MANERA SE RECOMIENDA EVALUAR AL PRINCIPIO TODOS LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS COMO SEVEROS Y LOS CONSIDERADOS COMO MÁS RELEVANTES, DE ENTRE LOS NO SEVEROS.

FACUL
DIVISIO

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Mina "El Tezoyo" Ixtapaluca, México*

**Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México D.F. APDO Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## MINA EL TEZOYO. IXTAPALUCA MÉXICO

ACTIVIDAD: EXTRACCIÓN, TRANSFORMACIÓN Y COMERCIO DE MATERIAL PÉTREO; TEZONTLE Y ARENA.

VOLÚMENES: 16,OOO M3/AÑO DE ROCA; 24,000 M3/AÑO ARENA, 32,000 M3/AÑO TEZONTLE.

LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO IXTAPALUCA, ACCESO. KM 37.7 CARRETERA FEDERAL MÉXICO-PUEBLA; MARGEN IZQUIERDO PREDIO UBICADO EN ÁREA NO URBANA; SUPERFICIE 836 HECTÁREAS.

PROCESO: DESPALME Y REMOCIONES DE TIERRA VEGETAL Y TEPETATE. SE ACUMULA DICHO MATERIAL DURANTE RECUPERACIÓN DEL SITIO ATAQUE CON EXPLOSIVOS Y MAQUINARIA PARA EXTRAER MATERIAL EN GREÑA/PIEDRA, ARENA, TEZONTLE Y TEPETATE.

SE TRANSFORMA LA PIEDRA EN LA QUEBRADORA, SE CRIBA Y SE ALMACENA.

## MEDIO AMBIENTE

SOCIOECONÓMICO: IXTAPALUCA 137,357 HABITANTES. SUPERFICIE 319,44 KM2.

EL 43.4 % DE LA POBLACIÓN ES ECONÓMICAMENTE ACTIVIDAD; PORCENTAJE EQUIVALENTE AL DEL ESTADO DE MÉXICO.

AGRICULTURA MUNICIPAL: 7.171 HAS DE TEMPORAL

INDUSTRIA PRINCIPAL: TEXTILES Y ALIMENTOS (YAKULT)

CLIMA: SEMIFRESCO-SUBHUMEDO

UBICACIÓN: 2410 M.S.N.M.

GEOLOGÍA: SITIO LOCALIZADO EN PROVINCIA GEOLÓGICA DENOMINADA EJE VOLCÁNICO, SUBPROVINCIA LAGOS-VOLCANES, ROCAS.
CENOZOICAS DEL TERCIARIO Y CUATERNARIO.

ROCAS PREDOMINANTES: BASALTOS Y TOBAS PIROCLASTICAS

SUELO PREDOMINANTE: FEDOZEM, CAPA SUPERFICIAL, OSCURA Y RICO EN MATERIA ORGÁNICA Y NUTRIENTES.

TOPOGRAFÍA DE LA ZONA: LOMERIOS RAZOS Y ALTOS DERIVADOS DE LA ZONA MONTAÑOSA.

HIDROLOGÍA: ORIGINADA DE LA ZONA MONTAÑOSA, EL AGUA DE ORIGEN PLUVIAL ESCURRE POR ARROYOS INTERMITENTES. NO EXISTEN EN LA ZONA DEPÓSITOS DE AGUA EL SUELO ES MUY PERMEABLE..

VEGETACIÓN PREDOMINANTE: EN LA ZONA EXISTE UN TIPO DE VEGETACIÓN PINO-ENCINO MUY DETERIORADO O CONSECUENCIA DE PRACTICAS AGROPECUARIAS DEL PASADO. LAS ESPECIES ARBÓREAS COMUNES DE LA REGIO SON: EUCALIPTO CEDRO, PINO. LA VEGETACIÓN DEGRADADA CONSISTE EN ARBUSTOS Y HERBÁCEAS. EN ÁREAS PRÓXIMAS AL PREDIO SE ENCONTRARON CULTIVOS DE TRIGO, CEBADA, MAÍZ Y HABA. NO EXISTEN ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.

FAUNA: LA FAUNA EXISTENTE ES RESULTADO DEL DESPLAZAMIENTO DE LA QUE EXISTIÓ EN EL PASADO. CONSECUENCIA CON EXPLOTACIÓN EXCESIVA DE LOS BOSQUES. EN LA REGIÓN SE ENCUENTRAN LAS SIGUIENTES ESPECIES: LAGARTIJA, VÍBORA DE CASCABEL (CROTALUS TRISERATUS) CULEBRA, GAVILÁN, ZOPILOTE, GOLONDRINA, COLIBRÍ, TLACUACHE, ARDILLA, TUZA, RATÓN, ZORRILLO, CACOMIXCLE, ARMADILLO, CONEJO. EN NINGUNA DE ESTAS ESPECIES SE ENCUENTRA EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.

IMPACTOS AMBIENTALES PROVOCADOS POR ESTA EXPLOTACIÓN: LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES SE HA REALIZADO DESDE LA ÉPOCA COLONIAL.

EL ESCENARIO AMBIENTAL ORIGINAL SE RECONSTRUYE MEDIANTE ANÁLISIS CIENTÍFICOS Y CONSULTA BIBLIOGRÁFICA. LA VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL SURGE DE CORRELACIONAR LAS ACCIONES Y ACTIVIDADES PROPIAS DE LA EXPLOTACIÓN CONTRA EL MEDIO AMBIENTE ACTUAL, QUE ES PRODUCTO DE UNA DEGRADACIÓN MUY IMPORTANTE, REALIZADA A TRAVÉS DEL TIEMPO.

## EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. MEDIANTE LA MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD.

L.B LEOPOLD EN 1971 CREO EL MÉTODO QUE A SEMEJANZA CON UNA MATRIZ MATEMÁTICA, DONDE SE INTERRELACIONAN CAUSAS Y EFECTOS EN UN ESCENARIO AMBIENTAL; VALORANDO MEDIANTE UNA ESCALA CONVENCIONAL.

ESTE MÉTODO POR SU CLARIDAD Y SENCILLEZ SE UTILIZA CON MUCHA FRECUENCIA PARA DIAGNOSTICAR Y EVALUAR LOS POSIBLES IMPACTOS QUE PUEDA LLEGAR A PRODUCIR UNA OBRA, PROYECTO O ACCIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE EN UN ESPACIO CONSIDERADO.

PARA EL CASO DE LA MINA " EL TEZOYO" EN IXTAPALUCA, EDO. DE MÉXICO, SE EXPRESA A CONTINUACIÓN LOS FACTORES AMBIENTALES, DEL SITIO Y DE LA ZONA CIRCUNVECINA INMEDIATA, QUE PUDIERAN SUFRIR ALGUNA AFECTACIÓN, CALIFICANDO SU MAGNITUD E IMPORTANCIA.

EL TERMINO MAGNITUD SE UTILIZA EN SU AMPLIA DEFINICIÓN, COMO SINÓNIMO DE EXTENSIÓN, TAMAÑO, VOLUMEN DEL IMPACTO O EFECTO SOBRE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE.

LA IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVO, TRASCENDENTE QUE PUDIERAN REPRESENTAR PARA EL MEDIO AMBIENTE LAS ACIONES NECESARIAS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN MINERA " EL TEZOYO".

DE TAL MANERA SE ESTABLECE LAS RESPECTIVAS ESCALES TANTO DE MAGNITUD COMO DE IMPORTANCIA PARA EL PROYECTO.

**LA ESCALA DE MAGNITUD DE IMPACTOS ES LA SIGUIENTE:**
**MAGNITUD, ESCALA DESCENDENTE DEL 5 AL 1**

5.- IMPACTO DIRECTO, DE INMEDIATO, DE LARGA DURACIÓN.

4.- IMPACTO DIRECTO, A CORO PLAZO, DE CORTA DURACIÓN.

3.- IMPACTO DIRECTO,-A LARGO PLAZO DE LARGA DURACIÓN.

2.- IMPACTO INDIRECTO.

1.- IMPACTO INAPRECIABLE.

**LA ESCALA DE IMPORTANCIA SE DEFINE DE 5 A 1**

5.- EXCESIVA.

4.- ALTA

3.- MEDIA

2.- BAJA

1.- INAPRECIABLE

EN BASE A LO ESTABLECIDO A CONTINUACIÓN SE IDENTIFICAN Y VALORAN LOS IMPACTOS SOBRE LOS ELEMENTOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN SER AFECTADOS.

EN LA MATRIZ SE UBICAN LOS VALORES DE MAGNITUD E IMPORTANCIA, EN CADA INTERRELACIÓN, SEPARÁNDOLOS MEDIANTE UNA LÍNEA DIAGONAL, POR LO QUE SE TIENE LA SIGUIENTE RELACIÓN:

X / Y

DONDE X REPRESENTA MAGNITUD.
Y REPRESENTA IMPORTANCIA.

## SUELO:

LA EXPLOTACIÓN MODIFICARA TANTO SU ESTRUCTURA COMO SU CÁLIDA, POR LOS MOVIMIENTOS DE SUELO Y LA ELIMINACIÓN, DE LA VEGETACIÓN. A DEMÁS SE AFECTARA A MICROORGANISMOS Y ENTOMOFAUNA, AL PONERLA EN CONTACTO DIRECTO CON LOS AGENTES DE INTEMPERIZACION COMO SON EL VIENTO, EL AGUA Y LA RADIACIÓN SOLAR.

ESTE IMPACTO APARENTEMENTE ES GRANDE SIN EMBARGO SU IMPORTANCIA ES RELATIVAMENTE BAJA, POR EL ÁREA QUE INCLUYE EL PROYECTO DENTRO DEL PREDIO.

ESTE IMPACTO DEBERÁ SUBSANARSE MEDIANTE LAS ACCIONES DE MOVIMIENTO DE SUELOS ACUMULANDO EL MATERIAL DE LA CAPA FÉRTIL EN LUGARES PREESTABLECIDOS, PARA COLOCARLOS POSTERIORMENTE, UNA VEZ CONCLUIDA LA EXPLOTACIÓN EN ARES BIEN DEFINIDAS.

EN ESTE PUNTO RECORDARSE ADEMÁS QUE LA EXPLOTACIÓN DE ESTE BANCO Y MUCHOS OTROS DE LA ZONA SE HA REALIZADO DESDE MUCHOS AÑOS ATRÁS.

## HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

AL NO EXISTIR CAUCE HIDRÁULICO NATURAL ALGUNO EN EL PREDIO O ÁREA CIRCUNVECINA, NO SE ALTERARA LA HIDROLOGÍA DE LA ZONA. SIN EMBARGO LOS PATRONES DE ESCORRENTÍA NATURAL DEL SITIO, SI HAN SUFRIDO MODIFICACIONES DESDE EL INICIO DE ACTIVIDADES MINERAS EN ESTE SITIO.

ESTE IMPACTO EN SI, NO ES IMPORTANTE NI DE GRAN MAGNITUD EL CAMBIO DE LOS PATRONES DE ESCORRENTÍA SI ALTERA EL VOLUMEN DE INFILTRACIÓN DE AGUAS PLUVIALES EN EL SITIO, POR LOS CAMBIOS DEL PERFIL TOPOGRÁFICO DEL TERRENO, QUE HA SIDO MODIFICADO DE MANERA IMPORTANTE AL INCLUIR AHORA SUPERFICIES PLANAS HORIZONTALES.

LO ANTERIOR PROVOCA QUE EN EL SITIO AUMENTE EL VOLUMEN DE INFILTRACIÓN, EN CONSECUENCIA TAMBIÉN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDAD DEL SUELO.

## HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

LOS PATRONES DE ESCURRIMIENTO SUBTERRÁNEO DE TODA LA REGIÓN, MANTIENEN UNA DIRECCIÓN BIEN DEFINIDA HACIA EL VALLE DE MÉXICO, POR LO QUE EL ECHO DE PROVOCAR UN AUMENTO EN EL VOLUMEN DE INFILTRACIÓN EN EL SITIO, REDUCIRÁ EL VOLUMEN QUE SE PIERDE POR EVAPORACIÓN Y ESTE VOLUMEN INFILTRADO, AUMENTARA EL CAUDAL QUE SE INTEGRARA HA LOS MANTOS ACUÍFEROS DEL VALLE.

## ATMÓSFERA (CALIDAD DEL AIRE)

LAS OPERACIONES DE TRITURACIÓN, ACARREO, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXPLOTACIÓN DA LUGAR A LA PRODUCCIÓN DE POLVOS; DICHA EMISIÓN DE POLVOS, MAS LA DE HUMOS, PRODUCIDOS POR LA MAQUINARIA VEHÍCULOS UTILIZADOS, NO RESULTA DE IMPORTANCIA PARA LA ZONA, FUE SU DESPLAZAMIENTO PRODUCTO DE LOS VIENTOS DOMINANTES DE LA REGIÓN NO ES IMPORTANTE NI SIQUIERA PARA EL ÁREA MISMA DE LA EXPLOTACIÓN.

SIN EMBARGO DEBERÁN ADOPTARSE LAS MEDIDAS CONSECUENTES CON LA BÚSQUEDA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA MANTENIENDO EN BUEN ESTADO LA MAQUINARIA, EQUIPO Y TRANSPORTE, ADEMÁS DE LA BÚSQUEDA DE ADITAMENTOS, CONTENEDORES DE POLVOS EMITIDOS DURANTE LAS ACCIONES DEL TRITURADO Y TRANSPORTE MEDIANTE BANDAS ELÁSTICAS.

CON RESPECTO A LOS ELEMENTOS BIOLÓGICOS, DURANTE UNA EXPLOTACIÓN DE ESTA NATURALEZA, EL IMPACTO MAS SIGNIFICATIVO OCURRE DURANTE LA APERTURA DE ÁREAS PARA UBICAR INSTALACIONES, DE LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES OBJETIVO Y RAZÓN DE LA EMPRESA.

EL FACTOR BIOLÓGICO DE VEGETACIÓN (FLORA) AFECTADO ES PRINCIPALMENTE EL ESTRADO HERBACIO Y ARBUSTIVO, YA QUE CON RESPECTO A ESPECÍMENES DE ÁRBOL, LA POBLACIÓN NATURAL DE LOS MISMOS NO ES LO SIGNIFICATIVA QUE FUE EN ÉPOCAS PASADAS, SIN EMBARGO LOS INDIVIDUOS QUE SEAN AFECTADOS POR CORTE O DERRUMBE DURANTE LA EXPLOTACIÓN, DEBERÁN SER SUSTITUIDOS EN NUMERO SUPERIOR AL AFECTADO.

EL PLAN DE RECUPERACIÓN DE SITIO, ESTA DIRIGIDO PRECISAMENTE A ESO, POR TANTO LAS ÁREAS DONDE CONCLUYAN LOS TRABAJOS DE EXPLOTACIÓN SERÁN OBJETO DE ACCIONES DE REFORESTACIÓN, PREVIO REACOMODO DE LAS CAPAS EDÁFICAS DEL LUGAR.

LA PLUSVALÍA ECONÓMICA DEL PREDIO, DEBE SER PREOCUPACIÓN DEL INVERSIONISTA EMPRESARIO, OCUPADO EN LA EXPLOTACIÓN MINERA, POR LO QUE LA REFORESTACIÓN PLANEADA DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LA REGIÓN Y EL SITIO EN PARTICULAR. DICHA PLUSVALÍA SOLO PUEDE MANTENERSE AL REALIZAR LABORES PLANEADAS DE EXPLOTACIÓN Y RECUPERACIÓN.

EN RESUMEN LA AFECTACIÓN A LA FLORA, AUNQUE ESTA SE ENCUENTRA YA MUY DEGRADADA, RESULTA IMPORTANTE EL IMPACTO SOBRE ELLA, PUES PUEDE LLEGAR A SIGNIFICAR EL EXTERMINIO DE LA FLORA DEL SITIO.

## MATRIZ I DE IMPACTOS FACTORES FÍSICOS

SIMBOLOGÍA
O IMPORTANCIA
-
O MAGNITUD
+ IMPACTO BENÉFICO
- IMPACTO ADVERSO

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUELO | | | | | | 10 | | | | |
| EROSIÓN | -10/3 | -5/3 | | | | | | | | +10/6 |
| CONTAMINACIÓN | | | -5/1 | -5/2 | -5/1 | 2 | -5/1 | -5/1 | | |
| USO ACTUAL | -10/5 | -10/1 | | -5/2 | -5/2 | -8/2 | -10/1 | -5/3 | -10/2 | +10/5 |
| GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA | | | | | | 10 | | | | |
| TOPOGRAFÍA | | -1/1 | | | | 8 | | | -1/1 | |
| U. GEOLÓGICAS U GEOMORFOLÓGICAS | | | | | | -10/8 | | | | |
| AGUA SUBTERRÁNEA | -2/1 | -2/1 | -1/1 | -1/1 | -5/3 | -4/2 | | | | +10/5 |
| SUPERFICIAL | -6/3 | -4/1 | | | | -5/1 | | | -1/1 | +1/1 |
| ATMÓSFERA MICROCLIMA | -8/1 | -1/1 | | | | -5/1 | | | | +10/5 |
| CALIDAD DEL AIRE | -1/5 | -1/3 | -5/2 | -1/1 | -4/2 | -8/2 | -8/2 | -3/2 | -3/1 | +10/5 |
| RUIDO | -1-5 | -5/3 | -10/2 | | -2/1 | -10/5 | -10/5 | -7/2 | | |

NOTA:

1.- DEMONTE Y LIMPIEZA DEL SITIO
2.- CONSTRUC. DE CAMINOS DE ACCESO
3.- MAQUINARIA Y EQUIPO
4.- ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES Y EXPLOSIVOS
5.- INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS
6.- BARRENACIÓN Y EXCAVACIÓN
7.- PLANTA TRITURADORA DE ROCAS
8.- TRANSPORTE DE MATERIAL
9.- ALMACENAMIENTO DE MATERIALES
10.- REFORESTACIÓN

## MATRIZ II DE IMPACTOS FACTORES BIOLÓGICOS

SIMBOLOGÍA.
) IMPORTANCIA
-
0 MAGNITUD
+ IMPACTO BENÉFICO
- IMPACTO ADVERSO

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FLORA** | | | | | | | | | | |
| VEGETACIÓN SECUNDARIA | | | | | | | | | | |
| PASTIZAL, ARBUSTO | | | | | | | | | | |
| ENCINO, MEDRAÑO | -10/5 | | | | | | | | | +10/5 |
| **FAUNA** | | | | | | | | | | |
| ARTRÓPODOS | -10/1 | -2/1 | | | | -10/1 | | | | +10/5 |
| REPTILES | -10/2 | -5/1 | | -5/1 | | -8/2 | | | | +8/5 |
| AVES | -10/2 | -5/1 | -5/1 | -3/1 | | -6/1 | -3/1 | | | +8/5 |
| MAMÍFEROS | -10/2 | -5/1 | -5/1 | | | -8/2 | | | | +8/5 |

NOTA:

1.- DESMONTE Y LIMPIEZA DEL SITIO
2.- CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO
3.- MAQUINARIA Y EQUIPO
4.- ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y EXPLOSIVOS
5.- INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS
6.- BARRENACIÓN Y EXCAVACIÓN
7.- PLANTA TRITURADORA DE ROCA
8.- TRANSPORTE DE MATERIAL
9.- ALMACENAMIENTO DE MATERIAL
10.- REFORESTACIÓN

## MATRIZ III DE IMPACTOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS

SIMBOLOGÍA
0 IMPORTANCIA
-
0 MAGNITUD
+ IMPACTO BENÉFICO
- IMPACTO ADVERSO

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| USO DE POTENCIAL DEL SUELO | -10/10 | | | | | | | | | |
| EMPLEO | +8/4 | +8/4 | | +2/1 | +6/1 | +8/1 | +8/1 | 3/2 | 3/1 | +5/1 |
| ECONÓMICA MUNICIPAL | | | | | | | +8/2 | | | |
| SALUD PUBLICA | | | -7/2 | -1/1 | -2/1 | -3/1 | -3/2 | | | +10/2 |
| POBLACIÓN | -3/1 | -3/1 | -3/1 | -3/1 | -3/1 | -5/1 | -3/1 | -5/1 | -3/1 | +10/5 |
| SERVICIOS PÚBLICOS | | | | | | | +5/2 | | | |
| CALIDAD DE VIDA | | | | | | | +2/1 | | | |
| PAISAJE | -10/5 | -5/1 | -8/1 | -3/1 | -5/1 | -5/2 | -6/2 | -6/1 | -8/1 | +10/5 |

1.- DESMONTE Y LIMPIEZA DEL SITIO
2.- CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO
3.- MAQUINARIA Y EQUIPO
4.- ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y EXPLOSIVOS
5.- INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS
6.- BARRENACIÓN Y EXCAVACIÓN
7.- PLANTA TRITURADORA
8.- TRANSPORTE DE MATERIAL
9.- ALMACENAMIENTO DE MATERIAL
10.- REFORESTACIÓN

## ELEMENTOS BIOLÓGICOS AFECTADOS

EL IMPACTO MAS SIGNIFICATIVO QUE REPRESENTA PARA LOS ELEMENTOS BIOLÓGICOS DEL SITIO Y ÁREA CIRCUNDANTE, LA EXPLOTACIÓN MINERA "EL TEZOYO", HA OCURRIDO DE ESPACIOS, PARA MANIOBRAS, ALMACENAJE, ACCESO Y POR SUPUESTO DURANTE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES.

EL FACTOR BIOLÓGICO DE VEGETALES (FLORA) QUE HA RESULTADO MAS AFECTADO HA SIDO EL ESTRATO HERBÁCEO Y ARBUSTIVO, DADO QUE POR LA AFECTACIÓN HISTÓRICA DE LA REGIÓN EL ESTRATO ARBOREO ACTUALMENTE SE ENCUENTRA MUY DEGRADADO EN RELACIÓN AL QUE EXISTIÓ EN ÉPOCAS PASADAS.

LAS ACCIONES PARA DESMONTAR, DESPALMAR, NIVELAR Y EXCAVAR, ELIMINAR POR COMPLETO LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS INVOLUCRADAS. AL RESPECTO, PARA ANULAR O COMPENSAR DICHO IMPACTO, DEBERÁN REALIZARSE ACCIONES DE REFORESTACIÓN EN ÁREAS PREDETERMINADAS EN CONSECUENCIA CON EL PLAN DE EXPLOTACIÓN.

OTRO ELEMENTO BIOLÓGICO MUY AFECTADO DESDE MUCHO TIEMPO ATRÁS POR LA PRESENCIA HUMANA, ES LA FAUNA; ESTO OCURRE ADEMÁS POR SU ASOCIACIÓN CON LA VEGETACIÓN EXISTENTE.

LA FAUNA QUE SE VERA AFECTADA POR EL PROYECTO CONSISTE EN MAMÍFEROS PEQUEÑOS, COMO RATAS DE CAMPO Y ARDILLAS PRINCIPALMENTE; AVES CON HÁBITOS ALIMENTICIOS GRANÍVOROS PRINCIPALMENTE, DEBIDO A LA BAJA DENSIDAD POBLACIONAL, PRODUCTO DE LA CRECIENTE ACTIVIDAD HUMANA QUE SE OBSERVA EN AMPLIA REGIÓN CIRCUNDANTE.

EN CUANTO A LA ENTOMOFAUNA, LAS ACTIVIDADES PARA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DEL SUELO, HAN AFECTADO GRAN CANTIDAD DE PEQUEÑOS ORGANISMOS COMO ACAROS. INSECTOS, ARÁCNIDOS ETC., ADEMÁS DE MICROORGANISMOS COMO ALGAS, HONGOS Y BACTERIAS, LAS CUALES REQUIEREN DE CIERTAS CONDICIONES MICROAMBIENTALES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA QUE RESULTAN MODIFICADAS DURANTE LA EXPLOTACIÓN. LA IMPORTANCIA DE LA ENTOMOFAUNA Y EL TIPO Y NUMERO DE MICROORGANISMOS, RADICA EN EL POTENCIAL DE FERTILIDAD QUE LE ATRIBUYEN AL SUELO COMO AGENTES DE INTEGRACIÓN DE NUTRIENTES REQUERIDOS POR LOS VEGETALES Y POR CONSIGUIENTE POR LA CADENA ALIMENTICIA QUE INCLUYE DESDE LUEGO AL HOMBRE.

UNO DE LOS IMPACTOS QUE SE OBSERVA OCURREN EN UNA AMPLIA ZONA DONDE SE INCLUYE "EL TEZOYO" ES DEL USO DEL SUELO, CAMBIANDO DEL BOSQUE QUE EXISTIÓ EN EL PASADO AL DEL USO AGRÍCOLA.

EL IMPACTO ADVERSO QUE SUFRE EL SUELO POR UNA ACTIVIDAD DE ESTA NATURALEZA, DEBE ANULARSE O AL MENOS DISMINUIRSE O MITIGARSE MEDIANTE LA REMOCIÓN Y DEPOSITO PROTEGIDO, DE LA CUBIERTA DE SUELO VEGETAL, AL INICIO DE LA EXPLOTACIÓN; PARA SU POSTERIOR REACOMODO EN LA CUBIERTA DEL SUELO RESULTANTE DE LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES.

## USO DEL SUELO

UN IMPACTO MUY SIGNIFICATIVO QUE SE OBSERVA HA OCURRIDO AL TRAVÉS DEL TIEMPO EN UNA AMPLIA ZONA QUE INCLUYE "EL TEZOYO", ES EL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO, QUE SE OBSERVA DESDE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO, OBRA DE ACCESO E INICIO DEL ATAQUE DE EXPLOTACIÓN MINERA.

EL CAMBIO DE USO DEL SUELO SE VA DANDO SEGÚN AVANCE EN EL FRENTE DE TRABAJO. ESTO OCURRE EN UNA EXPLOTACIÓN TRADICIONAL EN EL CASO DE "EL TEZOYO" SE BUSCA RECUPERAR EL ÁREA QUE SE EXPLOTE MEDIANTE LA REPOSICIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL DEL SUELO, ASÍ COMO ACCIONES DE REFORESTACIÓN.

## ESTÉTICA

RESULTA OBVIO QUE EL PAISAJE QUE PUEDE OFRECER UNA ZONA DE CULTIVO, EN COMPARACIÓN CON EL BOSQUE ORIGINAL QUE EXISTIÓ, ES MUY DIFERENTE; POR LO CUAL LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE RECUPERACIÓN POR ETAPAS ES DEL TODO NECESARIO.

## NIVEL CULTURAL

EN ESTE RENGLÓN EL IMPACTO RESULTA POSITIVO PARA EL ESTILO DE VIDA DE UNA AMPLIA COMUNIDAD HUMANA AL PERMITIRLE CONSTRUIR SUS PROYECTOS, UTILIZANDO MATERIALES APROPIADOS PARA SUS FINES. IGUALMENTE ESTA ACTIVIDAD PROVOCARA LA CREACIÓN DE NUEVOS EMPLEOS.

## RESUMEN DE IMPACTOS PREVISTOS

MEDIANTE UN ANÁLISIS - RESUMEN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DETECTADOS; EN LA EXPLOTACIÓN MINERA "EL TEZOYO", QUE SE EFECTÚA EN IIXTAPALUCA, EDO. DE MÉXICO. LOS ELEMENTOS AMBIENTALES, QUE SERÁN AFECTADO DE MANERA SIGNIFICATIVA ESTÁN:

A) EL CAMBIO DE USO DEL SUELO A LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA, EN ALGUNAS ÁREAS; PUES GRAN PARTE DE ELLAS SERÁN RECUPERADAS.

B) EL PAISAJE NATURAL.

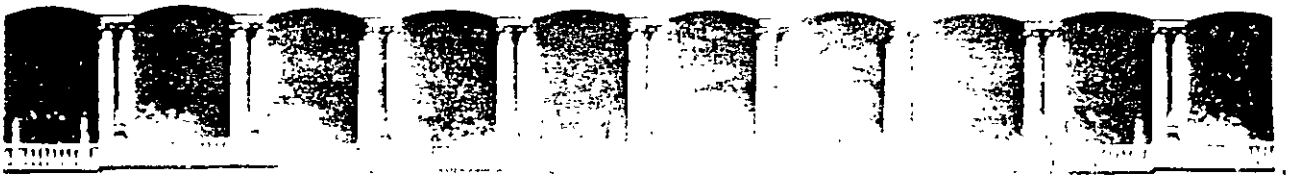
C) LA CALIDAD DEL AIRE.

D) LA CALIDAD DEL SUELO

E) LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS QUE SE DESTINARAN PARA FUTURO USO AGRÍCOLA.

F) LA FAUNA QUE EXISTE EN ESTRECHO VINCULO CON LA FLORA Y SUELOS AFECTADOS

G) HIDROLOGÍA SUPERFICIAL, EN CUANTO A LOS PATRONES DE ESCORRENTÍA LOCAL.



Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*


Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.



Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1087 Fax 512-6673 521-4020 AL 26

## LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

La LGEEPA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

Esta Ley pretende ser una "ley marco" que comprende todos los aspectos relativos a la protección y mejoramiento del ambiente:

### TITULO I

- Capítulo II y III de la LGEEPA trata las bases para un sistema de concurrencia administrativa de las autoridades federales, estatales y locales. A través de este sistema se pretende la descentralización de funciones que se delegan a los gobiernos estatales y municipales. Así mismo establece las bases para que se dé una coordinación entre las distintas entidades de la Administración Pública Federal.(Ver cuadros 1 Y 2)

- El capítulo IV y V tratan el tema de la política ecológica y sus instrumentos de aplicación, a saber:
  1. Planeación ecológica.
  2. Ordenamiento Ecológico del territorio nacional.
  3. Criterios ecológicos para la promoción del desarrollo.
  4. Regulación ecológica de los asentamientos humanos.
  5. Evaluación de Impacto Ambiental.
  6. Normas Técnicas Ecológicas (NOMS).
  7. Medidas de protección de Flora y Fauna.
  8. Convenios de Concertación (Investigación, educación, acciones ecológicas) y Acuerdos de Coordinación.
  9. Sistema de Información y vigilancia.

### TITULO II

Comprende tres capítulos en los que se contemplan las categorías de áreas naturales protegidas existentes en México, el procedimiento para su declaratoria y

establecimiento; así mismo contempla el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP).

En éste titulo se contemplan medidas de protección para la flora y fauna silvestres y acuáticas.

TITULO III

Contempla los criterios para el aprovechamiento racional de los siguientes elementos naturales:

- agua
- ecosistemas acuáticos.
- Suelo y sus recursos.

TITULO IV

- Contempla criterios para la protección al ambiente (Atmósfera, agua, ecosistemas acuáticos y suelo).

- Establece criterios para la prevención de accidentes relacionados con actividades riesgosas. (Usos de suelo programas para la prevención de accidentes, estudios de riesgo)

- Sienta las bases para la regulación del manejo de materiales y residuos peligrosos. (Listados, autorización para la instalación y operación de sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos. Así como requerimiento de una guía ecológica para su importación y exportación).

- Establece la competencia de la SEMARNAP para realizar la evaluación de impacto ambiental de instalaciones nucleares y radioactivas. Así mismo establece la competencia de la Secretaría de Energía y de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y salvaguardias el cuidar la exploración, explotación y beneficio de materiales

radioactivos se lleven a cabo de acuerdo a las normas de seguridad nuclear, radiológica y física.

- Por último establece criterios para evitar la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores y contaminación visual.

## TITULO V

Prevee la promoción de la participación social en:
- La formulación de la política ecológica.
- La aplicación de sus instrumentos.
- En acciones de información y vigilancia.
- En general, en acciones ecológicas.

## TITULO VI

Es el último título de la ley y señala:
- Las medidas de control y seguridad.
- Las sanciones administrativas aplicables
- El recurso de inconformidad.
- Los delitos del orden federal
- La denuncia popular.

Es importante resaltar que la LGEEPA cuenta actualmente con 3 reglamentos:

- Impacto ambiental.
- Prevención y control de la Contaminación a l Atmósfera.
- Residuos Peligrosos.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*El TLC y su Acuerdo Paralelo en Materia de Cooperación Ambiental*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Telefonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# CENTRO MEXICANO DE DERECHO AMBIENTAL A.C.

**ASUNTO: SEGUIMIENTO DE LA PRIMERA PETICIÓN PRESENTADA ANTE LA COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL (CCA).**

## EL TLC Y SU ACUERDO PARALELO EN MATERIA DE COOPERACIÓN AMBIENTAL

Ante la tendencia mundial de la conformación de bloques económicos regionales, y con el objetivo de desarrollar su economía a través de más intensas y mejores relaciones comerciales, México negoció, en pleno ejercicio de su soberanía, un Tratado de Libre Comercio ( TLC) con Canadá y Estados Unidos, mismo que entró en vigor el 1ro de Enero de 1994, convirtiéndose, de conformidad con el artículo 133 de nuestra Carta Magna, en Ley nacional.

La decisión de establecer una zona de libre comercio en América del Norte provocó una gran polémica, particularmente en torno a aquellos asuntos que se refieren a la dimensión ambiental y al ámbito laboral. Llegó a tal grado la discusión que después de la publicación del texto final del acuerdo comercial, los tres gobiernos tuvieron que negociar acuerdos suplementarios relacionados con el medio ambiente (adicionalmente a las disposiciones ambientales contenidas en el texto del TLC) y los asuntos laborales: Acuerdos Paralelos en Materia de Cooperación Ambiental y Laboral.

El TLC, y los Acuerdos suplementarios fueron firmados por el Ejecutivo de nuestro país y ratificados por el senado de la República Mexicana.

El **Acuerdo Paralelo para la Cooperación Ambiental** (APCA) tiene entre otros de sus **objetivos** los siguientes (art. 1 APCA):

- Proteger y mejorar el Medio Ambiente en territorio de cada una de los países que lo integran;
- Fomentar la Cooperación entre los tres países en el diseño de políticas ambientales;
- Cooperar en la elaboración de leyes y reglamentos más adecuados que garanticen el cuidado y la protección del ambiente, así como mejorar la observancia y la aplicación de estas leyes y reglamentos;
- Promover la transparencia y la participación de la sociedad en la elaboración de las leyes, reglamentos y políticas ambientales

Para cumplir con los objetivos del Acuerdo, los países que lo firmaron se comprometieron a realizar una serie de acciones al interior de cada uno de ellos en cooperación con los otros socios. Entre las **obligaciones para los países Parte** del mismo figuran entre otras:

- Las autoridades deben elaborar periódicamente y poner a disposición de la sociedad un informe sobre el estado del medio ambiente;
- Los países deben asegurar tanto la participación ciudadana como el uso de procedimientos abiertos y transparentes para crear leyes y normas ambientales. Por lo anterior, las partes deben, en la medida de lo posible, publicar y poner a la disposición de quien lo requiera las propuestas de leyes, reglamentos y procedimientos que regulen el cuidado del medio ambiente o que tengan que ver con cualquier asunto incluido en el Acuerdo y permitir que se formulen observaciones sobre las propuestas;
- Deben buscar, así mismo, la aplicación efectiva de las leyes, reglamentos y procedimientos que resulten una vez llevada a cabo la consulta pública.
- Diseñar y revisar medidas para hacer frente a los accidentes ambientales. Entre las medidas de esta naturaleza está la evaluación del impacto que sobre el ambiente tienen diversas actividades industriales y de creación de infraestructura.

## LA COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL

La Comisión para la Cooperación Ambiental es el órgano operativo y administrador del Acuerdo Paralelo en Materia de Cooperación Ambiental. Su creación está estipulada en el artículo 8 del Acuerdo. La Comisión está integrada por un **Consejo de Ministros**, un **Secretariado** y un **Comité Consultivo Público Conjunto**.

El **Consejo de Ministros** es la instancia superior y órgano rector de la Comisión. Lo integran los Secretarios de Estado encargados del medio ambiente de cada uno de los tres países. De acuerdo con el el artículo 10 del APCA, este Consejo:

- Constituye un foro de discusión entre las Partes del Acuerdo;
- Discute en torno a la correcta aplicación del Acuerdo Paralelo Ambiental;
- Fortalecer la cooperación para crear y mejorar las leyes y normas ambientales nacionales; así como para el intercambio de información sobre leyes y reglamentos;
- Procura fomentar la cooperación trilateral en lo que se refiere a asuntos ambientales;
- Formular recomendaciones sobre una amplia variedad de asuntos ambientales, entre los que cabe señalar lo relativo a la elaboración de recomendaciones acerca de enfoques sobre el cumplimiento y aplicación de las leyes ambientales.
- Cooperar con la Comisión del Libre Comercio prevista el texto principal del TLC en la prevención o resolución de disputas relacionadas con el medio ambiente y el libre comercio;

El **Secretariado** es la instancia ejecutiva de la CCA; éste trabaja en coordinación con el Consejo para otorgarle el apoyo técnico y administrativo que requiera; también apoya a los grupos de trabajo que el propio Consejo establezca. Es presidido por un Director Ejecutivo que es elegido para su cargo por un periodo de 3 años con la posibilidad de ser reelecto por tres años más. Entre otras de sus funciones están las siguientes:

- Preparar un informe anual de la Comisión;
- Preparar reportes técnicos que considere adecuados. Estos son sometidos a la consideración del Consejo.
- Puede recibir peticiones de personas y de organizaciones no gubernamentales que denuncien la falta de aplicación efectiva del derecho ambiental en cualquiera de los tres países, y en caso de que lo ordene el Consejo, elaborar expedientes de hechos.

En el desempeño de sus funciones, el Director Ejecutivo y el personal de apoyo no solicitarán ni recibirán instrucciones de ningún gobierno ni de ninguna autoridad externa al Consejo. Se deberá respetar el carácter internacional de las responsabilidades del Director Ejecutivo y del personal del Secretariado y se evitará influir en el cumplimiento de ellas.

El **Comité Consultivo Público Conjunto** está formado por quince personas expertas en materia ambiental, cinco de cada país que deben representar a la sociedad de sus naciones respectivas. Entre las función del Comité están las siguientes:

- Asesorar al Consejo sobre los asuntos dentro del ámbito del APCA;
- Proporcionar información científica y técnica al Secretariado.

## LAS PETICIONES PRESENTADAS ANTE EL SECRETARIADO DE LA CCA:

1. De conformidad con el artículo 14 del APCA, el Secretariado se encuentra facultado para recibir peticiones de personas y organizaciones no gubernamentales que denuncien la falta de aplicación del derecho ambiental en cualquier país Parte del Acuerdo. Sólo aceptará peticiones que presenten evidencia suficiente sobre la presunta falta y que cuente con la documentación que compruebe la violación del país demandado.
2. Las peticiones presentadas que hayan sido aceptadas por el Secretariado darán lugar a un proceso de comunicación con la Parte denunciada.
3. Si después del proceso de comunicación antes mencionado el Secretariado considera que la petición no ha sido debidamente resuelta, informará al Consejo sobre la necesidad de que se realice un expediente de hechos.

4. El Secretariado elaborará un expediente de hechos únicamente cuando exista una votación favorable de las dos terceras partes del Consejo.

Es así como se establece un canal a través del Secretariado para las aclaraciones sobre la aplicación efectiva de la legislación ambiental nacional.

**INTEGRACION DE UN EXPEDIENTE DE HECHOS DEL CASO DE LA TERMINAL PORTUARIA EN COZUMEL, QUINTANA ROO.**

El pasado 1 de agosto de 1996 el Consejo de Ministros de la CCA decidieron por unanimidad formar un expediente de hechos sobre el caso de la terminal portuaria para cruceros turísticos en Cozumel, Quintana Roo.

La decisión del Consejo de Ministros de integrar un expediente de hechos demuestra la voluntad política de los tres Gobiernos por hacer cumplir los siguientes tres objetivos establecidos en el articulo 1 del APCA ya antes mencionados: **Fortalecer la cooperación para la elaborar y mejorar las leyes, reglamentos, procedimientos, políticas y prácticas ambientales; Mejorar la observancia y la aplicación de las leyes y reglamentos ambientales; Y promover la transparencia y la participación de la sociedad en la elaboración de leyes, reglamentos y políticas ambientales.**

Con base en dichos objetivos, los peticionarios consideramos que la decisión del Consejo de Ministros de la CCA constituye una gran oportunidad para abrir un foro de discusión a nivel público, en el que se analice de una manera transparente, la aplicación o falta de aplicación efectiva de la legislación ambiental en este caso.

**ORIGEN DE LA PETICIÓN**

La petición formulada por el Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (CEMDA), el Comité de Protección de los Recursos Naturales A.C. (COPRORENA) y Grupo de los 100 surge por dos razones de forma y uno de fondo:

1. FALTA DE MECANISMOS ADECUADOS DE PARTICIPACIÓN SOCIAL: En México únicamente contamos con la denuncia popular como instrumento para solicitar a nuestras autoridades ambientales la aplicación efectiva de la legislación ambiental. En este sentido cabe señalar que COPRORENA presentó denuncias populares ante la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PFPA), denuncias que no fueron debidamente atendidas.

2. FALTA DE INTERES JURIDICO, ya que no existe una acción que pueda ser ejercitada por las peticionarias para exigir el cumplimiento efectivo de la legislación en defensa del medio ambiente y de los recursos naturales, salvo en los casos en que el peticionario sea directamente afectado por un acto de autoridad.

3. NECESIDAD DE UNA APLICACIÓN EFECTIVA DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO: A pesar de que en México se cuenta con la evaluación de impacto ambiental de los proyectos de desarrollo, existen percepciones diferentes en relación a la forma en que técnica como legalmente debe ser aplicado este instrumento, percepciones que es necesario que se discutan de manera pública a fin de que prevalezca la que más favorezca la protección de nuestros recursos naturales.

De manera sintética las dos posiciones serían las siguientes:
Nosotros consideramos que de conformidad con los objetivos que persigue el instrumento de evaluación de impacto ambiental establecido en el artículo 28 de nuestra LGEEPA, la manifestación de impacto ambiental (MIA) presentada por los inversionistas en el caso de la Terminal Portuaria en Cozumel, debió de haber contemplado todos los aspectos que integran un proyecto de esta naturaleza de acuerdo con el título de Concesión y la Ley de Puertos.

La manifestación de impacto ambiental que debió haberse presentado para la realización de la Terminal Portuaria de Cozumel (MIA) no solo debió de haber evaluado el impacto ambiental de la construcción de un muelle en su parte en agua, sino también: a) el impacto ambiental por la operación de dicho muelle; b) el daño que se pudiera ocasionar por la construcción y operación en su parte terrestre por las vialidades de acceso al mismo, el estacionamiento, y el edificio terminal, y c) el impacto ambiental acumulativo de proyectos asociados, como es el caso del club de golf, un hotel y un centro comercial, así como lo referente a los medios de transporte que operarían en dicha terminal portuaria.

Todavez que a la fecha el proyecto de la terminal portuaria no cuenta con la evaluación de un impacto ambiental integral, no es válida la afirmación por parte de nuestras autoridades de que se hayan establecido medidas de mitigación efectivas, a riesgo de permitir que el procedimiento de evaluación de impacto ambiental fomente la ineficacia de este instrumento.

Las autoridades mexicanas difieren de esta interpretación de la LGEEPA, así como las disposiciones ambientales contenidas en el título de Concesión y la Ley de Puertos, considerando viable la evaluación parcial de estas obras como proyectos separados.

## UNA PETICIÓN CONFORME A DERECHO

En el mes de enero de 1996 se presentó la petición en relación al caso, dando cumplimiento a los requisitos establecidos en los artículos 14 y 15 del Acuerdo de Cooperación Ambiental, según los cuales las peticionarias únicamente tiene entre otras obligaciones: **identificarse claramente, proporcionar información suficiente que permita que dicha petición sea revisada y que parezca estar encaminada a promover la aplicación de la ley, así como haber acudido a los recursos legales a su alcance.**

Entre los requisitos no figura la obligación por parte de las peticionarias de demostrar el daño que se les pudiere causar con motivo de lo denunciado, como tampoco la obligación de agotar los recursos legales al alcance de los particulares en su país para posteriormente someter el caso a la consideración de la CCA, como reiteradamente lo han manifestado las autoridades ambientales mexicanas.

## OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN CON LA PETICIÓN

La integración de un expediente de hechos en torno al caso contribuirá, en nuestro juicio, a lograr los siguientes objetivos:

1. **Transparentar las decisiones** de las autoridades ambientales a través del procedimiento establecido ante la CCA.
2. Crear un **foro de discusión pública** en el que se analicen, con base en el expediente de hechos, los problemas que se presentaron en este caso para aplicación efectiva de nuestras leyes, reglamentos, procedimientos, políticas y prácticas ambientales, en particular de aquellas disposiciones que rigen el procedimiento de evaluación de impacto ambiental en México (el esclarecimiento de los hechos hablará por sí solo).
3. **Que las Partes identifiquen deficiencias** en la aplicación de la legislación ambiental mexicana, así como **identificar cuales fueron los motivos de hecho y de derecho que ocasionaron la ineficacia e ineficiencia de la legislación.**
4. Que **prevalezca la cooperación** a través de la CCA a fin de que sea un modelo de participación y colaboración para mejorar y fortalecer la política ambiental de cada país.
5. Que las Partes mantengan un **intercambio de experiencias** que permitan lograr el **mejoramiento de las leyes, reglamentos, procedimientos, políticas y prácticas ambientales en los tres países** con base en el análisis de los casos que se presenten ante la CCA.

6. **Aprovechar el gran potencial de colaboración económica y comercial, siempre y cuando considere la dimensión ambiental** a través de una aplicación efectiva de la legislación ambiental en los tres países. Las manifestaciones de impacto ambiental no deben ser vistas como un obstáculo para los inversionistas, sino como una oportunidad para llevar a cabo proyectos de desarrollo que sean un negocio que respete el medio ambiente y los recursos naturales.
7. **Probar y evaluar la eficacia de este nuevo mecanismo de discusión público (CCA).**

LAS PETICIONARIAS NO BUSCAN:

- "Lamentarse" ante la CCA
- presionar al gobierno mexicano para modificar sus leyes
- utilizar un mecanismo de vigilancia o un órgano de fiscalización supranacional.
- el amparo de una corte internacional.
- determinaciones o conclusiones de culpabilidad.
- condenas o sanciones comerciales (no contempladas en los arts. 14 y 15 de ACA)
- equiparar cooperación con intervención.

**CEMDA persigue ante todo el respeto a un estado de derecho que proteja el medio ambiente de México.**

**Para mayor información comunicarse con Korina Esquinca o Maria Elena Mesta al CEMDA. Tels. 2-86-33-23 y 2-11-25-93**

**ASUNTO: RESUMEN DEL CASO "TERMINAL PORTUARIA EN COZUMEL, QUINTANA ROO"**

**ANTECEDENTES DEL CASO**

1. INMOBILIARIA LA SOL S.A. DE C.V. que forma parte del mismo grupo que PROMOCIONES Y DESARROLLOS INMOBILIARIOS H. S.A. DE C.V. (CONSORCIO H) intento promover la realización de un muelle desde 1986. Dicho proyecto no fue autorizado en los términos presentados, es decir por pretender realizarse dentro de una área natural protegida conocida como "Arrecifes de Cozumel".

2. En Agosto de 1990 CONSORCIO H presentó una nueva manifestación de impacto ambiental respecto del muelle (**MIA-90**), a la cual en esta ocasión recayó una resolución favorable condicionada por 64 requisitos (**resolución 410-3088 de fecha 14 de diciembre de 1990**).

   - La **MIA-90** no cumple con los requisitos de información que se establecen en los **artículos 28 y 32 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** y **9, 10, 13 y 16 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental (RIA)**, ni reúne la información requerida por el "**Instructivo**", por no manifestar: la descripción de la obra o actividad, el programa de construcción, el montaje de instalaciones y operación correspondiente, el programa de manejo de residuos, así como tampoco el programa para el abandono de las obras o cese de actividades.

   - Por su parte, la SEDUE omite la aplicación efectiva de la legislación en materia de impacto ambiental al no haber observado el procedimiento señalado en el **artículo 13 del RIA. La SEDUE:** a) procedió a la realizar la evaluación y dictar una resolución favorable ( oficio **410-3088**) sin contar con la información legal requerida para ello;. b) procedió a requerir información en forma extemporánea, a través de supuestas condicionantes; c) impuso la condicionante 24 de la **resolución 410-3088** , misma que contraviene el **artículo segundo del "decreto que declara la zona de refugio para la protección de flora y fauna marinas de la costa occidental de la isla de Cozumel"**.

   - A lo anterior cabe añadir que la **SEDUE** contraviene a su vez los artículos **15, fracción XII** de la **LGEEPA, 13** del **RIA, apartado IV** del **Instructivo** y el **DZR**, al no observar los instrumentos de política ambiental local, como son los planos y destinos de usos de suelo.

La falta de aplicación de la legislación ambiental es comprobable mediante el análisis de los siguientes documentos:

- **Análisis de las condicionantes 13, 14, 15, 16, 21, 22, 31, 52 y 54 de la resolución 410.30 88.**

- Lectura del informe preventivo para la realización de proyecto de *"Instalación y Operación de la Planta de Concreto para la Construcción del Muelle Cruceros de Cozumel"*, presentado el día 28 de Octubre de 1994, en adelante mencionado como **IP-94** y **"Proyecto Planta de Concreto"**. Este proyecto debió haber sido presentado en la **MIA-90** como parte del método constructivo y no hasta 1994.

- **Decreto de Declaratoria de Usos, Destinos y Reservas del Municipio de Cozumel, Q. Roo** publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 9 de Marzo de 1987, el cual prohibe la creación de usos portuarios en otras zonas que no sean las señaladas en con el Número 7 en el plano de usos, destinos y reservas correspondiente.

**EL CASO DE LA "TERMINAL PORTUARIA EN COZUMEL, QUINTANA ROO"**

1. El 22 de julio de 1993 la SCT otorgó a CONSORCIO H **una concesión para la "construcción, operación y explotación de una terminal portuaria de uso público para cruceros turísticos"**, ("**Proyecto Terminal Portuaria**"), el cual consiste en: un muelle, un edificio terminal para pasajeros, el acceso de la terminal al muelle de cruceros turísticos, un estacionamiento y la vialidad de acceso público a la carretera Chan-Kanaab.

   - **Conforme a la Condición quinta inciso e) de la Concesión CONSORCIO H quedó obligada a presentar** *"un dictamen de impacto ambiental de la terminal"* **dentro del plazo de tres meses contados a partir del otorgamiento del título de concesión.**

- Conforme a la **Condición Vigésima primera de la Concesión** constituyen causas de revocación del título la no exhibición con oportunidad y en debida forma de los documentos técnicos mencionados en la condición quinta, así como cualquiera de las causas previstas en el artículo 33 de la ley de puertos, entre las que figura incumplir con las obligaciones señaladas en el título de concesión en materia de protección ecológica.

- Conforme a los antecedente X y condición vigésima cuarta de la Concesión CONSORCIO H estuvo de acuerdo en que la interpretación o integración de lo establecido en éste título se hiciera conforme a lo dispuesto en los artículos 4 y 16 de la Ley de Puertos. Conforme a ésta ley (L P) el cumplimiento de la **condición quinta inciso e)** debe entenderse como la presentación de un dictamen de impacto ambiental de la terminal portuaria comprendida ésta como una unidad, tal y como lo establece el artículo segundo de la L.P.:

  *"Artículo 2 (L.P.).-Para los efectos de esta ley, se entenderá por:...IV.- Terminal: La unidad establecida en un puerto o fuera de él, formada por obras, instalaciones y superficies, incluidas su zona de agua, que permite la realización íntegra de la operación portuaria la que se destina".*

2. A la fecha **CONSORCIO H** ha incumplido con la obligación señalada en la **Condición quinta inciso e) de la concesión**; así mismo ha iniciado las obras del **"Proyecto Terminal Portuaria"** sin contar con una manifestación de impacto ambiental que contemple todas las obras que la integran además de los impactos acumulativos de proyectos asociados como lo son: el club de golf, un hotel y un centro comercial, y lo referente a los medios de transporte que operarían en dicha terminal portuaria, contraviniendo lo dispuesto en el **artículo 28 de la LGEEPA.**

3. Así mismo las autoridades del Instituto Nacional de Ecología, como la Dirección General de Puertos de la SCT, han incumplido con lo dispuesto en el **artículo 28 de la LGEEPA y 13 y 14 del reglamento** al no haber requerido una manifestación de impacto ambiental integral de la Terminal portuaria (**"Proyecto Terminal Portuaria"**) en debida forma y oportunamente:

   - El INE ha otorgado ilegalmente prórrogas desde 1993, sin tomar en consideración que proyecto a partir de 1993 fue modificado substancialmente,. de tal manera que conforme a las **condicionantes** 3, 19 y 57 de la **resolución 410-3088** está debió de haber negado la prórroga solicitada por CONSORCIO H mediante comunicados de fechas 4 de enero y 7 de marzo de 1994. Al otorgarse la prorroga de fecha 13 de abril de 1994, mediante **Oficio DGNA-2741** el INE hace caso omiso a lo dispuesto en la **Condición quinta inciso e) del título de concesión.** Por las mismas razones resultan ilegales las resoluciones de fechas: 12 de agosto de 1994 (**oficio DGNA-7855** que autoriza el inicio de obra del **"Proyecto Muelle"**, 25 de noviembre de 1994 (**oficio DGNA-10809** que autoriza la ejecución de los programas de monitoreo ambiental y de rescate de especies); 20 de diciembre de 1994 (**Oficio DGNA-11262** que autoriza el informe preventivo IP-94 del **proyecto Planta de Concreto"**)

   - La SCT a su vez otorgó la autorización de inicio de obras (**oficio 112.201.-2497/93**) del muelle que forma parte del **"Proyecto Terminal Portuaria"**, sin previamente verificar el cumplimiento en debida forma y oportunamente de la **condición quinta inciso e) del título de concesión**, violando a su vez lo establecido en el **artículo 28 de LGEEPA y 33 de la LP.**

Los anteriores constituyen actos jurídicos de tracto sucesivo, lo que implica un incumplimiento que ha permanecido en el tiempo y que a la fecha persiste una falta de aplicación efectiva de la legislación ambiental.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Instructivo para Presentar la Manifestación de Impacto Ambiental a la que se Refieren los Artículos 10 y 15 del Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México, D F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos. 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

**INSTRUCTIVO PARA PRESENTAR LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL A LA QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 10 Y 15 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO EN MATERIA DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL.**

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 DE LA EMPRESA

A) NOMBRE.
B) NOMBRE Y PUESTO DEL REPRESENTANTE LEGAL DEL PROYECTO.
C) EXPERIENCIA EN EL RAMO DE LA OBRA O ACTIVIDAD QUE SE PROPONE.
D) DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.
E) NUMERO TELEFÓNICO Y FAX.

**1.2 DEL PROYECTO**

**A) NOMBRE**
B) NATURALEZA
C) CAPACIDAD INSTALADA Y DE OPERACIÓN
D) INVERSIÓN REQUERIDA
E) VIDA ÚTIL
F) UBICACIÓN FÍSICA
1. COORDENADAS
2. ANEXAR PLANO DE LOCALIDADES EN DONDE SE INCLUYAN VÍAS DE ACCESO.
3.- ESTADO, MUNICIPIO, COLONIA, CALLE, C.P., TELÉFONO.
G) SUPERFICIE TOTAL
H) ANEXAR PLANO ARQUITECTÓNICO DE CONJUNTO, INDICANDO LA UBICACIÓN Y DIMENSIONES DE CADA UNO DE LOS SERVICIOS.
I) MANIFESTAR LA SUPERFICIE DESTINADA PARA ÁREAS VERDES.
J) USO ACTUAL Y POTENCIAL DEL SUELO EN EL SITIO.
K) SITIOS ALTERNATIVOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO.
L) SITUACIÓN LEGAL DEL PREDIO.
M) USOS DEL SUELO EN LAS COLINDANCIAS DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN ELLOS.

**I. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

**1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO (AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS)**

**2. ALCANCES DEL PROYECTO**

- INSUMOS REQUERIDOS.
- MERCADO.
- PROYECTOS ASOCIADOS.
- ÁREA DE INFLUENCIA.

**3. CONGRUENCIA CON LAS NORMAS Y REGULACIONES ESTABLECIDAS EN LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN SIGUIENTE:**

- PROYECTOS Y PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EXISTENTES. PARA LA REGIÓN DONDE SE PRETENDA UBICAR EL PROYECTO.

- PLANES DE DESARROLLO URBANO VIGENTES A NIVEL ESTATAL, REGIONAL METROPOLITANO, MUNICIPAL, DE CENTRO DE POBLACIÓN ESTRATÉGICO DE CENTRO DE POBLACIÓN O PARCIAL SEGÚN CORRESPONDA.

**4. PLANES DE MODIFICACIÓN O AMPLIACIÓN DEL PROYECTO.**

**III. OBJETIVOS DEL PROYECTO.**

**IV. METODOLOGÍA EMPLEADA.**

SE DESCRIBEN DETALLADAMENTE, PARA CADA UNO DE LOS INCISOS SUBSIGUIENTES (DEL V. AL XII.). LOS MÉTODOS EMPLEADOS PARA OBTENER LA INFORMACIÓN PRESENTADA.

**V. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.**

**A) MEDIO NATURAL.**
DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL ANTES DE EJECUTAR EL PROYECTO.

**B) RASGOS FÍSICOS.**

**1. CLIMATOLOGÍA.**
- CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA CON BASE EN LA CLASIFICACIÓN DE KOPPEN MODIFICADA POR E. GARCÍA.
- TEMPERATURA PROMEDIO Y EXTREMAS.
- HUMEDAD RELATIVA.
- PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL Y EXTREMAS. CITAR TEMPORADA DE LLUVIAS.
- NUBOSIDAD.
- VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO.
- EFECTO DE INVERSIÓN TÉRMICA.
- INTEMPERISMOS SEVEROS.

**2. GEOMORFOLOGÍA.**
- FISIOGRAFÍA (PROVINCIAS Y SUBPROVINCIAS.
- CARACTERÍSITICAS DEL RELIEVE.
- EFECTOS DEL INTEMPERISMO Y LA EROSIÓN.

**3. GEOLOGÍA.**
- DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL ÁREA. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y ESTABILIDAD MECÁNICA
- DESCRIPCIÓN GENERAL ESTRATIGRÁFICA (UNIDADES ROCA, FORMACIONES. ETC.)
- DESCRIPCIÓN DE CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES ENFATIZANDO LA DETECCIÓN DE FALLAS Y FRACTURAS.
- EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL ÁREA (GEOLOGÍA HISTÓRICA EVENTOS TECTÓNICOS PROCESOS SEDIMENTARIOS, ETC)
- SISMICIDAD, UBICACIÓN RELATIVA, SUSCEPTIBILIDAD SÍSMICA. ETC.
- INESTABILIDAD ARTIFICIAL SE DESCRIBIRÁN Y ANALIZARÁN TODAS LAS CONDICIONES DE POSIBLE INESTABILIDAD MECÁNICA DEL SITIO, DERIVADAS DE LA ACTIVIDAD HUMANA (MINAS, PRESAS, ETC.) QUE CONSTITUYAN RIESGO PARA EL SITIO Y EL ENTORNO GENERAL EN CASO NECESARIO, SE APOYARÁ EL ANÁLISIS EN ESTUDIOS INDIRECTOS (GEOFÍSICA) Y OTRAS PRUEBAS.
- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS, MECÁNICA DE SUELOS, PERMEABILIDAD. CAPACIDAD DE CARGA. ETC.

**4.- HIDROLOGÍA SUSPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.**

- CUERPOS Y CORRIENTES DE AGUA EN EL SITIO Y CERCANOS AL MISMO, PERMANENTES O INTERMITENTES.
- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE ESCORRENTÍA POR UNIDAD DE TIEMPO.
- ACTIVIDADES EN QUE SON APROVECHADOS.
- DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS QUE PUDIESEN CONTAMINAR ESTOS CUERPOS Y SU VOLUMEN DE GENERACIÓN, EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.
- ÁREA INUNDABLE.
- PROFUNDIDAD DEL MANTO FREÁTICO.
- INTERRELACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE SUELOS Y/O ROCA AFLORANTE CON ACUÍFEROS LIBRES Y CONFINADOS.

**C) VEGETACIÓN.**

1.- ESTRATIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DOMINANTES.
2.- DISTRIBUCIÓN DENTRO DEL PREDIO Y EN SU ÁREA DE INFLUENCIA.
3.- ABUNDANCIA Y DENSIDAD RELATIVA.
4.- ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.
5.- ESPECIES ENDÉMICAS, AMENAZADAS Y EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.
6.- ESPECIES EXÓTICAS O QUE SE PRETENDAN INTRODUCIR.
7.- MICROORGANISMOS DE INTERÉS ECONÓMICO O CIENTÍFICO.

**D) DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE HONGOS.**

**E) FAUNA.**

1.- LISTADO FAUNÍSTICO DE LA ZONA.
2.- ESPECIES DE VALOR COMERCIAL.
3.- ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO
4.- ESPECIES MIGRATORIAS.
5.- ESPECIES AMENAZADAS, RARAS, ENDÉMICAS Y EN PELIGRO DE EXTINCIÓN
6.- MICROORGANISMOS DE INTERÉS ECONÓMICO O CIENTIFICO.

**F) ECOSISTEMAS Y PAISAJE.**

1.- DINÁMICA NATURAL DE LAS COMUNIDADES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES.
2.- BARRERAS FÍSICAS.
3.- CUALIDADES ESCÉNICAS Y TURÍSTICAS.
4.- ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.
5.- ARQUITECTURA DEL PAISAJE.

**G) MEDIO SOCIOECONÓMICO Y ASPECTOS CULTURALES.**

1.- POBLACIÓN TOTAL Y POR GRUPOS QUINQUENALES.
2.- DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN.
3.- POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA Y OCUPADA.
4.- DEMANDA DE MANO DE OBRA.
5.- NIVELES DE INGRESO (EN VACES SALARIO MÍNIMO Y PER CAPITA)
6.- ACTIVIDADES Y PROCESOS ECONÓMICOS (AGRICULTURA SILVICULTURA, GANADERÍA, PESCA, ACTIVIDADES EXTRACTIVAS, INDUSTRIA Y COMERCIO).

7.- GRUPOS ÉTNICOS, FOLKLORE Y PATRONES CULTURALES.
8.- ZONAS ARQUEOLÓGICAS CIRCUNDANTES.
9.- SITIOS DE INTERÉS HISTÓRICO.
10. CARACTERÍSTICAS Y SERVICIOS DE LA VIVIENDA.
11. DISPONIBILIDAD, CALIDAD, OFERTA Y DEMANDA DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS.
- COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.
- AGUA POTABLE DRENAJE, ENERGÍA ELÉCTRICA Y ALUMBRADO PÚBLICO.
- EDUCACIÓN.
- SALUD.
- RECREACIÓN Y DEPORTE.

**VI. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, EMPLEADO AL MENOS DOS MÉTODOS:**

- AD HOC.
- SUPERPOSICIONES.
- LISTADO DE VERIFICACIÓN.
- ANÁLISIS DE COSTO-BENÉFICO.
- DELPHI.
- MEDICIÓN DIRECTA.
- JUICIO EXPERTO.
- ÍNDICES E INDICADORES.
- MATRICES.
- REDES DE EVENTOS.
- OTROS.

**A) ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN.**

1.- PROGRAMA DE TRABAJO CALENDARIZADO.
2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO.
3.- ÁREA QUE RESULTARÁ AFECTADA.

4.- ELEMENTOS Y RECURSOS NATURALES QUE SERÁN AFECTADOS.
- SUELO Y SUBSUELO.
- FLORA.
- FAUNA.
- AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.
- AIRE.
- MICROCLIMA.
- PAISAJE.
- OTROS.

5.- MODIFICACIÓN DE ELEMENTOS Y CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS.
- USO DEL SUELO.
- VALOR DEL SUELO.
- SALUD.
- SEGURIDAD PÚBLICA.
- ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y ASPECTOS FISCALES.
- EMPLEO.
- TRANSPORTE PÚBLICO.
- IMAGEN URBANA.
- VIALIDADES.

6.- EN EL CASO DE NIVELACIONES ESPECIFICAR.
- VOLÚMENES REQUERIDOS DE CORTES Y/O RELLENOS.
- CARACTERÍSTICAS Y ORIGEN DEL MATERIAL DE RELLENO.
- UBICACIÓN DE LOS BANCOS DE MATERIALES.
- PROGRAMA DE ACCIONES.
- LOCALIZACIÓN DE SITIOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIALES DE CORTE.

7.- EN CASO DE DRAGADOS ESPECIFICAR.
- VOLUMEN DE MATERIAL A EXTRAER.
- TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN, FORMAS DE MANEJO Y SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.

8.- TIPOS Y CANTIDADES DE MATERIALES A UTILIZARSE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA, FORMA DE TRASLADO Y ALMACENAMIENTO.

9.- EQUIPO A UTILIZARSE EN LA OBRA.
- INVENTARIO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

10.- REQUERIMIENTOS DE AGUA CRUDA Y POTABLE.
- FUENTE DE SUMINISTRO.
- CONSUMO MENSUAL.
- FORMA DE ALMACENAMIENTO.

11.- REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA.
- TIPO.
- FUENTE DE SUMINISTRO.
- CONSUMO MENSUAL.
- FORMA DE ALMACENAMIENTO.
- ETAPA DEL PROCESO EN QUE SE EMPLEARÁ.
- EMISIONES CONTAMINANTES ORIGINADAS POR SU USO.

12.- CARACTERIZACIÓN Y CANTIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERANDO FORMA DE RECOLECCIÓN ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.

**D) ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

**1. EN CASO DE LAS INDUSTRIAS DE LA TRANSFORMACIÓN Y EXTRACTIVO.**

- DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PROCESOS.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA.
- MATERIAL PRIMAS O MATERIAL BÁSICO, QUE SERÁ UTILIZADO DURANTE OPERACIÓN DE LA PLANTA, INDICANDO VOLÚMENES Y POR ALMACENAMIENTO.
- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS. SUSTANCIAS EMPLEADA Y GENERADAS EN EL PROCESO.
- SUSTANCIAS RIESGOSAS Y PELIGROSAS EMPLEADAS Y GENERADAS PROCESO, INCLUIR ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TRATAMIENTO, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL.
- PRODUCTOS, SUBPRODUCTOS Y SU MANEJO.
- CARACTERÍSTICAS DE LOS ENVASES Y EMBALAJES.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD INSTALARÁN EN LA PLANTA. INCLUYENDO EL SISTEMA CONTRA INCENDIO

- ÉPOCA DE MAYOR ACTIVIDAD EN EL AÑO.
- NUMERO DE TRABAJADORES Y TURNOS.

2.- RECURSOS NATURALES DEL ÁREA QUE SERÁN APROVECHADOS CANTIDAD Y PROCEDENCIA.

3.- REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA.
- TIPO.
- FUENTE DE SUMINISTRO.
- FORMA DE ALMACENAMIENTO.
- CONSUMO MENSUAL.
- ETAPA DEL PROCESO EN QUE SE EMPLEARÁ.
- MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE COMBUSTIBLES.
- EMISIONES CONTAMINATES ORIGINADAS POR SU USO.

4.- REQUERIMIENTOS DE AGUA CRUDA Y POTABLE.
- FUENTE DE SUMINISTRO.
- FORMA DE ALMACENAMIENTO.
- CONSUMO MENSUAL.
- USO QUE SE DARÁ AL AGUA.

5.- RESIDUOS GENERADOS.
- CARACTERIZACIÓN.
- VOLUMEN GENERADO.
- FORMA DE RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO.
- RECICLAJE.
- DISPOSICIÓN FINAL.

6.- EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA.
- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONTAMINANTES.

7.- AGUAS RESIDUALES.
- FUENTE EMISORA
- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONTAMINANTES.
- GASTO.
- CUERPO RECEPTOR.

8.- SUELO.
- PROCESOS EROSIVOS.
- ELEMENTOS CONTAMINANTES DEL SUELO.
- CAMBIOS FISICOQUÍMICOS.

9.- SEGURIDAD SOCIAL.
- TÓXICOS Y REPERCUSIONES EN LA SALUD.
- MEDIDAS DE SEGURIDAD.
- SITUACIONES O CONDICIONES QUE PUEDEN ALTERAR LA PAZ SOCIAL.
- POSIBLES ACCIDENTES Y PLANES DE EMERGENCIA.

**C) ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.**

1.- PLANES PARA USO DEL SUELO AL TÉRMINO DE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.
2.- PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DEL ÁREA AFECTADA.

**VII. SÍNTESIS: JERARQUIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES PREVISTOS.**

1.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.
2.- ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.
3.- ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

**VIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.**

1.- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.
2.- ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.
3.- ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

**IX. OPCIONES Y RECOMENDACIONES.**

**X. CONCLUSIONES.**

**XI. REFERENCIAS, DOCUMENTOS, BIBLIOGRAFÍA, PLANOS Y ANEXOS DIVERSOS.**

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Anexo*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# Prefacio

En el presente *Informe sobre el Desarrollo Mundial 1992*, el decimoquinto de esta serie anual, se investigan los vínculos que existen entre el desarrollo económico y el medio ambiente. El Informe de 1990 sobre la pobreza, el del año pasado sobre las estrategias de desarrollo económico y el presente constituyen una trilogía sobre las metas del desarrollo y los medios para alcanzarlo.

El mensaje principal de este Informe es la necesidad de integrar las consideraciones ambientales en la elaboración de las políticas. El valor del medio ambiente se ha subestimado por demasiado tiempo, lo que ha causado perjuicios para la salud humana, ha reducido la productividad y ha menoscabado las perspectivas de desarrollo. En el Informe se aduce que *es* sostenible un desarrollo económico y de los recursos humanos continuo, e incluso más acelerado, y que ese desarrollo puede ser coherente con la *mejora* de las condiciones ambientales, si bien dar una respuesta adecuada a los problemas del medio ambiente exigirá cambios importantes en materia de políticas, programas e instituciones. Se requiere una estrategia doble. En primer lugar, es necesario aprovechar con decisión y energía los vínculos positivos que existen entre un crecimiento eficiente del ingreso y el medio ambiente. Esto requiere, por ejemplo, la eliminación de políticas distorsionantes (como las de subvención de la energía, los insumos químicos, el agua y la extracción de madera) que fomentan el uso excesivo de recursos naturales; un hincapié mayor en los programas de población, educación femenina, actividades de investigación y extensión agropecuarias, y servicios de saneamiento y suministro de agua potable; mayor participación local en el diseño y la ejecución de programas de desarrollo, y políticas de comercio abierto e inversión que alienten la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología. En segundo lugar, es necesario establecer instituciones y políticas que fuercen a los que han de tomar decisiones —grandes sociedades, unidades familiares, agricultores y gobiernos— a adoptar formas de comportamiento que causen menos daños. Ambas partes de la estrategia son esenciales.

En los casos en que sea necesario llegar a soluciones de compromiso entre el crecimiento y la calidad del medio ambiente, el Informe recomienda hacer una evaluación cuidadosa de los costos y beneficios de las distintas políticas, tomando en cuenta las incertidumbres y el carácter irreversible que pueden tener los procesos ecológicos. Por supuesto, habrá quienes prefieran un enfoque de la protección ambiental más absoluto, pero para las autoridades que han de administrar recursos escasos procurando elevar el nivel de bienestar de sus ciudadanos de una forma responsable desde el punto de vista ambiental, es esencial que las soluciones de compromiso se definan con criterio racional y que se formulen políticas eficaces en función de los costos. En el Informe se demuestra que se producen muchos daños con pocas o nulas ventajas en términos de mayores ingresos y que una evaluación cuidadosa de los beneficios y los costos dará por resultado un deterioro del medio ambiente mucho menor que el que se causa en la actualidad.

Con su hincapié en la coherencia esencial que existe entre unas políticas acertadas de desarrollo y de protección ambiental, el Informe sigue la tradición de análisis anteriores, incluido el influyente trabajo de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (*Nuestro futuro común*, 1987). También se aprovechan en él las investigaciones y la experiencia acumuladas en muchas partes del Banco Mundial y se utilizan los cimientos sentados por su Departamento del Medio Ambiente y por las divisiones del medio ambiente de las oficinas regionales, establecidas en 1987. Las deliberaciones e investigaciones que han sido necesarias para la preparación de este Informe han desempeñado un importante papel en lo referente a alentar a nuestros economistas, expertos sectoriales y especialistas en cuestiones ambientales a reflexionar con mayor claridad y de forma más constructiva acerca de las vinculaciones entre el medio ambiente y el desarrollo, y acerca de la formulación de políticas y programas para lograr un desarrollo que sea sostenible. Es probable que el resultado duradero sea el que las consideraciones ambientales se arraiguen en cada aspecto de las tareas del Banco aún más a fondo de lo que han estado hasta ahora.

Al igual que los de años anteriores, el *Informe sobre el Desarrollo Mundial 1992* incluye los Indicadores del desarrollo mundial, en los que se ofrecen estadísticas sociales y económicas seleccionadas sobre 125 países. El Informe es un estudio realizado por el personal del Banco Mundial y los juicios que se formulan en él no son necesariamente reflejo de la opinión del Directorio de la institución o de los gobiernos representados en éste.

Lewis T. Preston
Presidente del
Banco Mundial

31 de marzo de 1992

Este Informe ha sido preparado por un equipo dirigido por Andrew Steer e integrado por Dennis Anderson, Patricia Annez, John Briscoe, John A. Dixon, Gordon Hughes, Maritta Koch-Wesser, William Magrath, Stephen Mink, Kenneth Piddington, Nemat Shafik y Sudhir Shetty. Aportaron importantes trabajos y un asesoramiento valioso las siguientes personas: Jock Anderson, Wilfred Beckerman, Nancy Birdsall, Ravi Kanbur, Theodore Panayotou, David Pearce, Anwar Shah y David Wheeler. El equipo contó con la asistencia de Lara Akinbami, Ifediora Amobi, Wendy Ayres, Sushenjit Bandyopadhyay, William Cavendish, Nathalie Johnson, Andrew Parker y Salenna Wong-Prince. El trabajo se llevó a cabo bajo la dirección general de Lawrence H. Summers.

Otras muchas personas, tanto funcionarios del Banco como de fuera de la institución, han hecho valiosos comentarios y aportaciones (véase la nota bibliográfica). Mohamed T. El-Ashry proporcionó asesoramiento y coordinó los aportes del Departamento del Medio Ambiente. El Departamento de Economía Internacional preparó los datos y las proyecciones que se presentan en el Capítulo 1 y elaboró también los Indicadores del desarrollo mundial. Las personas encargadas de la composición del Informe fueron: Ann Beasley, Kathryn Kline Dahl, Stephanie Gerard, Jeffrey N. Lecksell, Nancy Levine, Jonathan Miller, Hugh Nees, Carol Rosen, Kathy Rosen, Walton Rosenquist y Brian J. Svikhart. El personal auxiliar, dirigido por Rhoda Blade-Charest, estuvo integrado por Lasan Alli, Trinidad S. Angeles, Kathleen Freeman, Denise M. George, Jajuk Kadarmanto y Lucy Kimani. La redactora principal fue Frances Cairncross. La traducción del Informe y los Indicadores se realizó en la División de Servicios Lingüísticos del Banco Mundial.

# Indice

**Figuras del texto**

## Cuadros del texto

# Siglas

| | |
|---|---|
| AIF | Asociación Internacional de Fomento |
| BIRF | Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento |
| CE | Comunidad Europea (Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal y Reino Unido) |
| CFC | Clorofluorocarbono |
| CFI | Corporación Financiera Internacional |
| CGIAR | Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales |
| CITES | Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres |
| CNUMAD | Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo |
| DBO | Demanda bioquímica de oxígeno |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| FMAM | Fondo para el Medio Ambiente Mundial |
| FMI | Fondo Monetario Internacional |
| GATT | Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio |
| G-7 | Grupo de los Siete (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido) |
| IPCC | Grupo Intergubernamental sobre Cambios Climáticos |
| OCDE | Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía) |
| OENU | Oficina de Estadística de las Naciones Unidades |
| OIE | Organismo Internacional de Energía |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| ONG | Organización no gubernamental |
| ONUDI | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial |
| PIB | Producto interno bruto |
| PNB | Producto nacional bruto |
| PNUD | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo |
| PNUMA | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |
| SIMUVIMA | Sistema mundial de vigilancia del medio ambiente |
| UICN | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (ahora Alianza Mundial para la Naturaleza) |
| UNCLOS | Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar |
| USAID | Agencia para el Desarrollo Internacional EUA |

# Definiciones y notas sobre los datos

## Agrupaciones de países

Con ciertos fines analíticos y relacionados con las operaciones, el Banco Mundial clasifica a los países según su producto nacional bruto (PNB) per cápita. Los países se clasifican como de ingreso bajo, de ingreso mediano (subdivididos en países de ingreso mediano bajo y países de ingreso mediano alto) o de ingreso alto. Además de la clasificación según el ingreso, otros grupos analíticos se basan en regiones, exportaciones y nivel de la deuda externa.

En la presente edición del Informe sobre el Desarrollo Mundial y su anexo estadístico, los Indicadores del desarrollo mundial, el grupo de Europa, Oriente Medio y Norte de Africa ha sido dividido en dos: a) Europa y b) Oriente Medio y Norte de Africa. Como en ediciones anteriores, en el Informe de este año se utilizan las estimaciones más recientes de que se dispone del PNB per cápita para clasificar a los países; por consiguiente, los países que integran cada grupo de ingreso pueden variar de una edición a otra. Una vez decidida la clasificación para una determinada edición, todos los datos históricos que en ella se presentan se basan en la misma agrupación de países. A continuación se definen los grupos de países utilizados en el Informe de este año.

- *Países de ingreso bajo* son los que en 1990 tenían un PNB per cápita de hasta $610.
- *Países de ingreso mediano* son los que en 1990 tenían un PNB per cápita superior a $610 pero inferior a $7.620. Dentro de este grupo se establece otra división entre países de ingreso mediano bajo y países de ingreso mediano alto, adoptándose como línea divisoria un PNB per cápita de $2.465 en 1990.
- *Países de ingreso alto* son los que en 1990 tenían un PNB per cápita de $7.620 o más.

A veces se hace referencia a los países de ingreso bajo y de ingreso mediano con la expresión "países en desarrollo", por razones de conveniencia; con ello no se pretende sugerir que todos los países así agrupados experimenten un nivel similar de desarrollo o que otros países hayan alcanzado una fase preferida o final del proceso de desarrollo; la clasificación por niveles de ingreso no indica necesariamente un determinado nivel de desarrollo. (En los Indicadores del desarrollo mundial, los países de ingreso alto que según la clasificación de las Naciones Unidas o según sus propias autoridades son considerados países en desarrollo se identifican mediante el símbolo †). El uso del término "países" en referencia a las economías no supone juicio alguno por parte del Banco Mundial en cuanto a la situación jurídica o de otra índole de cualquier territorio.

- La agrupación *Otros países* está formada por Corea (República Popular Democrática de), Cuba y la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). En los cuadros principales de los Indicadores del desarrollo mundial solamente aparecen las cifras globales correspondientes a este grupo, pero en el Recuadro A.2 de las notas técnicas de los mismos figuran los indicadores seleccionados notificados para cada uno de esos países.
- *Todo el mundo* comprende todos los países, incluidos los que tienen una población de menos de 1 millón de habitantes, que no aparecen por separado en los cuadros principales. Véanse en las notas técnicas de los Indicadores del desarrollo mundial los métodos de agregación utilizados para mantener los mismos grupos de países a lo largo del tiempo.

## Agrupaciones con fines analíticos

Además de las agrupaciones geográficas de los países, con fines analíticos se utilizan otras clasificaciones que se superponen en parte, basadas predominantemente en las exportaciones o la deuda externa. A continuación se enumeran los países incluidos en estos grupos que tienen una población de más de 1 millón de habitantes. Los que tienen menos de 1 millón de habitantes, si bien no se muestran por separado, se incluyen en las cifras globales del grupo correspondiente.

- *Exportadores de combustibles* son los países cuyas exportaciones y reexportaciones de petróleo y gas representaron como mínimo un 50% de sus exportaciones en el período de 1987–89. Estos países son Angola, Arabia Saudita, Argelia, Congo, Emiratos Arabes Unidos, Irán (República Islámica del), Iraq, Libia, Nigeria, Omán, Trinidad y Tabago, y Venezuela. Aun cuando la antigua URSS satisface el criterio establecido, ha sido excluida de esta agrupación debido a limitaciones de los datos disponibles.
- *Países de ingreso mediano gravemente endeudados* (expresión que en los Indicadores del desarrollo mundial se abrevia como "gravemente endeudados") son 15 países que se considera han tenido graves dificultades para atender el servicio de la deuda externa. Se definen como los países en los que tres de los cuatro coeficientes clave, promediados a lo largo del período de 1988–90, se encuentran por encima de un nivel

crítico, a saber: relación entre la deuda y el PNB (50%), relación entre la deuda y la exportación de bienes y de todos los servicios (275%), relación entre el servicio de la deuda acumulado y la exportación (30%) y relación entre los intereses devengados y la exportación (20%). Los 15 países son Argelia, Argentina, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Congo, Côte d'Ivoire, Ecuador, Marruecos, México, Nicaragua, Perú, Polonia, República Arabe Siria y Venezuela.

• En los Indicadores del desarrollo mundial, *miembros de la OCDE*, subgrupo de "países de ingreso alto", abarca a los miembros de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, con excepción de Grecia, Portugal y Turquía, que se incluyen en el grupo de los países de ingreso mediano. En el texto principal del Informe sobre el Desarrollo Mundial, la expresión "países de la OCDE" comprende, a menos que se indique lo contrario, a todos los países miembros de esa organización.

**Regiones geográficas (países de ingreso bajo y de ingreso mediano)**

• *Africa al Sur del Sahara* comprende todos los países situados al sur del Sahara con excepción de Sudáfrica.

• *Asia Oriental y el Pacífico* incluye a todos los países de ingreso bajo e ingreso mediano del este y el sudeste de Asia y el Pacífico ubicados al este de China y Tailandia, incluidos estos dos países.

• *Asia Meridional* abarca Bangladesh, Bhután, India, Maldivas, Myanmar, Nepal, Pakistán y Sri Lanka.

• *Europa* abarca a los países europeos de ingreso mediano, a saber, Albania, Bulgaria, Checoslovaquia, Grecia, Hungría, Polonia, Portugal, Rumania, Turquía y Yugoslavia. En algunos análisis que aparecen en el presente Informe se utilizan las categorías "Europa Oriental" (los países enumerados a excepción de Grecia, Portugal y Turquía) o "Europa Oriental y la antigua URSS".

• *Oriente Medio y Norte de Africa* comprende a los siguientes países de ingreso bajo e ingreso mediano: Afganistán, Arabia Saudita, Argelia, Egipto, Irán, Iraq, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Omán, República Arabe Siria, Túnez y Yemen (República del).

• *América Latina y el Caribe* comprende todos los países americanos y caribeños situados al sur de los Estados Unidos de América.

**Notas sobre los datos**

• *Billón* significa un millón de millones (1.000.000.000.000).

• Las *toneladas* (t) son toneladas métricas, que equivalen a 1.000 kilogramos (kg) o 2.204,6 libras.

• Los *dólares* ($) son dólares corrientes de los Estados Unidos, salvo indicación en contrario.

• Las *tasas de crecimiento* se basan en datos a precios constantes y, a menos que se indique otra cosa, se han calculado usando el método de los mínimos cuadrados. Véanse más detalles sobre este método en las notas técnicas de los Indicadores del desarrollo mundial.

• El *símbolo* / en las fechas, como por ejemplo en "1988/89", significa que el período puede ser inferior a dos años pero abarca al menos una parte de ambos años civiles, y se refiere a una campaña agrícola, el período de que se ocupa un estudio o un ejercicio económico.

• El *símbolo* . . en los cuadros significa "no se dispone de datos".

• El *símbolo* — en los cuadros significa "no es aplicable".

• El *número* 0 ó 0,0 en los cuadros significa cero o menos de la mitad de la unidad mostrada, la cual no se conoce con mayor precisión.

La fecha límite para todos los datos incluidos en l Indicadores del desarrollo mundial es el 31 de marzo de 1992.

Los datos históricos que se presentan en el Informe de este año pueden diferir de los incluidos en ediciones anteriores debido a la continua actualización que se lleva a cabo a medida que se dispone de datos más fiables, a la adopción de un nuevo año base para los datos que se expresan a precios constantes, y a cambios en la composición por países de las agrupaciones según el nivel de ingreso y de las agrupaciones analíticas.

Los *términos económicos y demográficos* se definen en las notas técnicas de los Indicadores del desarrollo mundial.

# Panorama general

El logro de un desarrollo sostenido y equitativo sigue siendo la empresa más ardua que enfrenta el género humano. A pesar de los avances logrados en el curso de las últimas generaciones, todavía hay más de 1.000 millones de personas que viven en condiciones de suma pobreza y sufren de un acceso totalmente insuficiente a los recursos y servicios de educación, salud, infraestructura, tierra y crédito que necesitarían para poder disfrutar de un mejor nivel de vida. Proporcionar oportunidades a fin de que estas personas —y los cientos de millones cuya situación no es mucho mejor— puedan hacer realidad todo su potencial es la empresa esencial del desarrollo.

Sin embargo, si bien la conveniencia intrínseca del desarrollo es un hecho universalmente reconocido, desde hace algunos años viene aumentando la preocupación acerca de si las restricciones relacionadas con el medio ambiente limitarán o no el desarrollo, y si el proceso de desarrollo causará daños ambientales graves, lo que a su vez menoscabaría la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. Esta preocupación debería haberse tomado en cuenta hace tiempo. Hay una serie de problemas ambientales que revisten ya suma gravedad y requieren atención urgente. La apuesta de la humanidad en la protección del medio ambiente es de enormes proporciones, y la consideración de los valores ambientales se ha descuidado con demasiada frecuencia en el pasado.

En este Informe se investigan las relaciones bidireccionales entre el desarrollo y el medio ambiente. Se describe en él el modo en que los problemas ambientales pueden poner en peligro el logro de los objetivos del desarrollo, y de hecho lo hacen. Esto puede ocurrir de dos formas. En primer lugar, la calidad del medio ambiente —por ejemplo, el agua potable en abundancia y el aire limpio y saludable— forma parte del mejoramiento del bienestar que el desarrollo pretende aportar. Si los beneficios que suponen unos ingresos en aumento se ven neutralizados por los costos que la contaminación se cobra en la salud y la calidad de la vida, a esto no se le puede llamar desarrollo. En segundo término, los daños al medio ambiente pueden menoscabar la productividad futura. La degradación de los suelos, el agotamiento de los acuíferos y la destrucción de ecosistemas, todo ello en nombre del aumento de los ingresos hoy, pueden hacer peligrar las perspectivas de obtención de ingresos el día de mañana.

En el Informe se investigan también los efectos que el crecimiento económico tiene —para bien o para mal— en el medio ambiente. Se identifican las condiciones en que unas políticas encaminadas al crecimiento eficaz de los ingresos pueden ser complementarias de las orientadas a la protección del medio ambiente, y se identifican las concesiones recíprocas entre unas y otras. Sus conclusiones son positivas. Hay grandes oportunidades de ganar por ambos lados que siguen sin aprovecharse. Entre ellas, la más importante se refiere a la reducción de la pobreza; la lucha contra la pobreza es no sólo un imperativo moral, sino también una tarea esencial para la ordenación del medio ambiente. Aún más, hay políticas que se justifican sólo por motivos económicos y que pueden brindar considerables beneficios también en la esfera ambiental. La eliminación de las subvenciones al consumo de los combustibles fósiles y el agua, el otorgamiento a los agricultores pobres de título de propiedad de la tierra que trabajan, el obligar a las empresas estatales muy contaminantes a ser más competitivas y la eliminación de las reglas que premian con derechos de propiedad a los que talan los bosques son algunos ejemplos de políticas que contribuyen a mejorar tanto la eficiencia económica como la calidad del medio ambiente. De igual modo, las inversiones en mejores sistemas de saneamiento y suministro de agua y en servicios más eficaces de investigación y extensión pueden a la vez hacer que mejore el medio ambiente y que aumenten los ingresos.

Sin embargo, estas políticas no son suficientes para garantizar la buena calidad ambiental; también es esencial contar con instituciones públicas fuertes y políticas enérgicas dedicadas a la protección del medio ambiente. En el curso de las dos últimas décadas el mundo ha aprendido a recurrir más a los mercados y a depender menos de los gobiernos en la tarea de promover el desarrollo, pero la protección ambiental es un campo en el que los gobiernos deben seguir representando un papel principal. Los mercados privados ofrecen escasos o nulos incentivos para reducir la contaminación. Ya se trate de la contaminación del aire en los centros urbanos, de la descarga de desechos insalubres en los cursos públicos de agua o de la explotación excesiva de tierras cuya propiedad no está clara, los argumentos a favor de la adopción de medidas por parte del sector público son irrebatibles. Puede que sea necesario llegar a soluciones de compromiso entre el crecimiento del ingreso y la protección del medio ambiente, lo que exigirá una evaluación cuidadosa de los costos y beneficios de las distintas políticas en la medida en que afecten a la población actual y a las generaciones futuras. Los datos disponibles muestran que las ganancias derivadas de

## Recuadro 1 El desarrollo y el medio ambiente: mensajes fundamentales de este Informe

La protección del medio ambiente es parte esencial del proceso de desarrollo. Sin una protección ambiental adecuada se socavan las posibilidades de desarrollo, y sin desarrollo no habrá recursos suficientes para las inversiones que se requieran y, por ende, no podrá protegerse el medio ambiente.

El período de la próxima generación nos presenta retos y oportunidades sin precedente. Entre 1990 y 2030, período en el que la población mundial crecerá en 3.700 millones de personas, la producción de alimentos tendrá que aumentar al doble, mientras que la producción industrial y el uso de energía se triplicarán probablemente en todo el mundo y se quintuplicarán en los países en desarrollo. Este crecimiento trae consigo el riesgo de un deterioro ambiental abrumador. Por otra parte, podría aportar una mejor protección del medio ambiente, aire y agua más limpios y la virtual eliminación de la extrema pobreza. Todo dependerá de las políticas que se decida seguir.

### Prioridades

Se ha prestado atención insuficiente a los problemas ambientales que perjudican la salud y la productividad del mayor número de personas, en especial los pobres. Se deberá otorgar prioridad a lo siguiente:

- La tercera parte de la población mundial que no cuenta con servicio de saneamiento adecuado y los 1.000 millones de personas que carecen de suministro de agua potable
- Los 1.300 millones de personas expuestas al riesgo de respirar el hollín y el humo del aire de las ciudades
- Los 300 a 700 millones de mujeres y niños expuestos a una grave contaminación del aire que respiran cuando se cocina en ambientes cerrados usando combustibles inadecuados
- Los cientos de millones de agricultores, habitantes de bosques y poblaciones indígenas que viven a cuenta de la tierra y cuya supervivencia depende de una acertada gestión del medio ambiente.

Abordar los problemas ambientales que enfrentan estas personas requerirá mayores progresos en lo referente a la reducción de la pobreza y el aumento de la productividad. Es imperativo que se aproveche la oportunidad actual para provocar una *aceleración* del desarrollo humano y económico que sea sostenida y equitativa.

### Políticas para un desarrollo sostenido

Se necesitan dos tipos de políticas: las que toman como punto de partida los vínculos positivos que existen entre el desarrollo y el medio ambiente y las que procuran destruir los vínculos negativos.

*Aprovechamiento de los vínculos positivos*

Hay un gran margen para tomar medidas que promuevan el aumento de los ingresos, el alivio de la pobreza y la mejora del medio ambiente, en especial en los países en desarrollo. Entre estas políticas con las que no se puede perder cabe citar:

- La eliminación de los subsidios que alientan el uso excesivo de combustibles fósiles, aguas de riego y plaguicidas, así como el exceso de extracción de madera
- El esclarecimiento de los derechos de gestión y propiedad de tierras, bosques y pesquerías
- El suministro acelerado de servicios de saneamiento y suministro de agua potable, educación (en especial para las niñas), planificación de la familia, y extensión, crédito e investigación agrícolas
- La adopción de medidas que habiliten, eduquen y comprometan a los agricultores, las comunidades, las poblaciones indígenas y las mujeres, a fin de que puedan tomar decisiones y efectuar inversiones que redunden en su interés a largo plazo.

la protección ambiental son a menudo elevadas y que los costos, en términos de los ingresos que se dejen de obtener, son moderados si se adoptan las políticas apropiadas. La experiencia en este campo indica que las políticas tienen mayor eficacia cuando se orientan a las causas fundamentales en vez de a los síntomas, se concentran en abordar los problemas cuya solución reportará los mayores beneficios, usan incentivos en vez de reglamentaciones en todos los casos posibles y reconocen las limitaciones administrativas.

Unas políticas ambientales enérgicas complementan y refuerzan las de desarrollo; son a menudo los más pobres quienes sufren en mayor medida las consecuencias de la contaminación y la degradación del medio ambiente. A diferencia de los ricos, los pobres no tienen los medios económicos para protegerse del agua contaminada; en las ciudades, es corriente que pasen gran parte de su tiempo en las calles, respirando aire contaminado; en las zonas rurales, lo más probable es que cocinen en hogares abiertos de leña o estiércol, respirando humos peligrosos; sus tierras son las que tienen mayores probabilidades de sufrir erosión. Es posible también que los pobres obtengan gran parte de sus medios de vida de los recursos naturales que no se comercializan, por ejemplo, las tierras de pastoreo comunales o los bosques, donde tradicionalmente se han recogido alimentos, combustibles y materiales de construcción. La pérdida de esos recursos puede perjudicar en particular a los más pobres. Por todo ello, es probable que las políticas ambientales apropiadas tengan un poderoso efecto de redistribución.

La adopción de decisiones relativas a ciertos problemas ambientales se complica en razón de las

*Políticas ambientales con orientación específica*

Ahora bien, estas políticas de resultado positivo en todo respecto no serán suficientes. Es esencial también contar con políticas e instituciones vigorosas que se orienten a resolver problemas ambientales específicos. Entre las sugerencias para la adopción de políticas eficaces cabe citar las siguientes:

- Es menester evaluar con detenimiento las soluciones de compromiso entre los ingresos y la calidad del medio ambiente, teniendo en cuenta los efectos inciertos e irreversibles a largo plazo. Equilibrar con cuidado los costos y los beneficios es especialmente importante en el caso de los países en desarrollo, donde los recursos escasean y las necesidades básicas están aún por satisfacer.
- Las normas y las políticas tienen que ser realistas y armonizar con la capacidad que tenga cada país para vigilar y obligar a su cumplimiento, así como con sus tradiciones administrativas.
- Es probable que en los países en desarrollo resulten atrayentes las políticas más indirectas y las que tienen elementos que inducen automáticamente a su cumplimiento. Es necesario que las políticas vayan con la corriente del mercado y no en su contra, usando incentivos siempre que sea posible, en lugar de reglamentaciones.
- Los gobiernos deben lograr la adhesión de grupos que favorezcan el cambio, a fin de restringir el poder de los intereses creados, responsabilizar a las instituciones y acrecentar la buena disposición a sufragar los costos de la protección ambiental. La participación local en la formulación y aplicación de las políticas ambientales y en las inversiones tendrá elevados rendimientos.

*Los costos de un medio ambiente mejor*

Los costos de la protección y mejora del medio ambiente son elevados en términos absolutos, pero moderados en comparación con sus beneficios y con las ganancias que se pueden derivar del crecimiento económico. Mejorar el entorno para el desarrollo puede hacer necesario que las tasas de inversión en los países en desarrollo se eleven en 2% a 3% del PIB de aquí a fines del presente decenio. Ello permitiría la estabilización de las condiciones de los suelos, una mayor protección de los bosques y hábitats naturales, la mejora de la calidad del aire y el agua, el aumento al doble de los gastos para fines de planificación familiar, un notable incremento de las tasas de matrícula escolar de las niñas y el acceso universal a los servicios de saneamiento y agua potable para el año 2030. Los costos de abordar las cuestiones relacionadas con la atmósfera mundial serían adicionales.

**Búsqueda mancomunada de soluciones**

Encontrar, poner en práctica y financiar soluciones exigirá mancomunidad de esfuerzos entre las naciones. Específicamente:

- Es esencial mejorar los conocimientos, aplicar nuevas técnicas y aumentar las inversiones. También se necesitarán el libre comercio y los mercados de capital abiertos, la recuperación de la capacidad crediticia mediante la reforma de las políticas y el alivio selectivo de la carga de la deuda, y un crecimiento de la economía mundial vigoroso y consciente de los problemas ambientales.
- La estrecha vinculación entre la pobreza y los problemas ambientales constituye un argumento convincente a favor de una mayor ayuda para aminorar la pobreza y desacelerar el crecimiento de la población, así como de la conveniencia de abordar el problema del deterioro ambiental que perjudica a los pobres.
- Los países de ingreso alto deben cumplir una función destacada en lo que se refiere a financiar la protección de los hábitats naturales de los países en desarrollo, de los que se beneficia el mundo entero. Deben asumir también la responsabilidad primaria en lo referente a abordar los problemas de ámbito mundial de los que son los principales causantes (el recalentamiento del planeta producido por el efecto de invernadero y el agotamiento de la capa de ozono).

incertidumbres que rodean a los procesos físicos y ecológicos, el largo plazo de sus efectos y la posibilidad de umbrales más allá de los cuales pueden producirse cambios imprevistos o irreversibles. Los nuevos datos disponibles acerca de que el efecto de los clorofluorocarbonos (CFC) en el agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera es mayor de lo que se pensaba es un recordatorio oportuno de lo poco que sabemos. Todas estas incertidumbres requieren que se preste mucha mayor atención a las investigaciones y a la formulación de políticas preventivas y flexibles.

Debido a que este Informe trata del desarrollo y el medio ambiente, en él la atención se centra principalmente en el bienestar de los países en desarrollo. Los problemas ambientales más urgentes que enfrentan estos países —el agua insalubre, el saneamiento inadecuado, el agotamiento de los suelos, el humo de los fuegos usados para cocinar en el interior de las viviendas y el humo en el exterior procedente de la quema de carbón— son diferentes de los relacionados con la opulencia de los países ricos —como las emisiones de dióxido de carbono, el agotamiento de la capa de ozono de la estratosfera, el smog fotoquímico, la lluvia ácida y la eliminación de sustancias peligrosas y desechos— y plantean una amenaza más directa para la salud y la vida humanas. Los países industriales deben resolver sus propios problemas, pero tienen también un importantísimo papel que desempeñar en lo referente a contribuir al mejoramiento del medio ambiente en los países en desarrollo.

- Primero, los países en desarrollo necesitan tener acceso a tecnologías menos contaminantes y aprender de los éxitos y fracasos de las políticas ambientales de los países industriales.

• Segundo, algunos de los beneficios de las políticas ambientales de los países en desarrollo —por ejemplo, la protección de los bosques tropicales y de la diversidad biológica— revierten en los países ricos, por lo que éstos deberían sufragar una parte equivalente de los costos.

• Tercero, algunos de los problemas que pueden tener que enfrentar los países en desarrollo —en particular el recalentamiento atmosférico y el agotamiento de la capa de ozono— tienen su origen en los elevados niveles de consumo de los países ricos; por lo tanto, la carga de encontrar y poner en práctica soluciones debería recaer en estos últimos.

• Cuarto, las pruebas cada vez más sólidas y numerosas acerca de los vínculos entre la reducción de la pobreza y el logro de las metas ambientales representan un argumento poderoso a favor de respaldar más enérgicamente los programas orientados a aminorar la pobreza y el crecimiento de la población.

• Quinto, la capacidad de los países en desarrollo para disfrutar un aumento sostenido del ingreso dependerá de las políticas económicas que sigan los países industriales; serán útiles las que proporcionen mayor acceso a los mercados de capital y comerciales, las encaminadas a aumentar el ahorro y rebajar los tipos de interés mundiales y las que promuevan un crecimiento vigoroso, a la vez que responsable desde el punto de vista ambiental, en los propios países industriales.

Para conseguir un desarrollo acelerado y una mejor ordenación del medio ambiente se requieren reformas de las políticas y cambios institucionales. Los obstáculos son grandes. A pesar de ello, el momento presente no tiene precedente en cuanto a las posibilidades de cambio que ofrece. El reconocimiento creciente de la importancia de las cuestiones ambientales, la rápida introducción de programas de reforma económica en todo el mundo y la tendencia hacia la democratización y la participación en el proceso de desarrollo son todos elementos que apuntan en la dirección correcta. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (CNUMAD) —la "Cumbre sobre la Tierra"— que se celebrará en junio de 1992 ofrece una oportunidad para que las naciones del mundo se comprometan respecto de un programa de reforma. Es fundamental que las energías desencadenadas por la CNUMAD no se disipen, sino más bien se encaucen hacia la solución de los problemas ambientales que plantean una amenaza más inmediata para el desarrollo.

## Atención a los problemas importantes

Este Informe no pretende ser exhaustivo en su análisis de los problemas ambientales, sino más bien identificar aquéllos que revisten mayor gravedad y sugerir estrategias para abordarlos. No todos los problemas pueden ser prioritarios en todos y cada uno de los países. Partiendo del punto de vista de que las cuestiones ambientales de mayor prioridad son las que influyen directamente en el bienestar de un gran número de personas, el Informe llega a la conclusión de que en el debate que tiene lugar actualmente sobre el medio ambiente se ha prestado atención insuficiente a los problemas del saneamiento y el suministro de agua potable, la contaminación del aire en las zonas urbanas y en los interiores de las viviendas, y la degradación grave de los suelos.

Los daños al medio ambiente pueden tener costos de tres tipos para el bienestar humano presente y futuro: la salud humana puede resultar perjudicada; la productividad económica puede reducirse, y el placer o la satisfacción que se derivan de un entorno impoluto —lo que con frecuencia se denomina "esparcimiento"— pueden desaparecer. Todos estos valores son difíciles de medir, pero ello es especialmente cierto en el caso del tercero. El "esparcimiento" comprende aspectos que van desde los relacionados con el recreo o las diversiones hasta los asociados con sentimientos espirituales profundos acerca del valor intrínseco del mundo natural. La dificultad que entraña medir este valor es un argumento a favor de una participación mucho mayor del público en la fijación de las prioridades. En el Cuadro 1 se exponen las posibles consecuencias para la salud y la productividad de diferentes formas de ordenación desacertada del medio ambiente. Dado que los problemas ambientales varían de unos países a otros y según la fase de industrialización en que se encuentran, cada país tiene que determinar cuidadosamente cuáles son sus propias prioridades.

### *Agua potable y saneamiento*

Para los 1.000 millones de personas que viven en los países en desarrollo sin suministro de agua potable y los 1.700 millones que no tienen acceso a servicios de saneamiento, éstos son los problemas ambientales más importantes de todos. Tienen efectos catastróficos en la salud; son los principales factores contribuyentes a los 900 millones de casos anuales de enfermedades diarreicas, que causan la muerte de más de tres millones de niños; dos millones de estas muertes podrían evitarse si se dispusiera de saneamiento adecuado y agua pura. En cualquier momento dado hay 200 millones de personas que padecen de esquistosomiasis y 900 millones que están infestadas de anquilostomas. El cólera y las fiebres tifoideas y paratifoideas siguen haciendo estragos en la salud humana. Facilitar acceso a los servicios de agua potable y saneamiento no erradicará todas estas enfermedades, pero sería el medio más eficaz por sí solo para aliviar los sufrimientos humanos.

También son elevados los costos económicos de un suministro insuficiente. En Africa, muchas mujeres dedican más de dos horas diarias al acarreo de agua; en Yakarta se gasta cada año en hervir agua una cantidad equivalente a 1% del producto interno bruto

**Cuadro 1 Principales consecuencias para la salud y la productividad de una ordenación ambiental desacertada**

| *Problema ambiental* | *Efecto en la salud* | *Efecto en la productividad* |
|---|---|---|
| Contaminación y escasez del agua | Más de dos millones de muertes y miles de millones de casos de enfermedad al año son atribuibles a la contaminación; la escasez contribuye a higiene deficiente en los hogares y supone peligros adicionales para la salud | Disminución de la pesca; gasto de tiempo de las unidades familiares rurales y gastos municipales en suministro de agua potable; agotamiento de acuíferos, que lleva a compactación irreversible; limitación de la actividad económica a causa de restricciones de agua |
| Contaminación del aire | Numerosos efectos en la salud, tanto agudos como crónicos; los niveles excesivos de partículas en las zonas urbanas son responsables de 300.000 a 700.000 muertes prematuras cada año y de un 50% de las toses infantiles crónicas; en las zonas rurales pobres, la salud de unos 400 a 700 millones de personas, principalmente mujeres y niños, se resiente a causa del humo en los interiores de las viviendas | Restricciones de uso de vehículos y de actividad industrial durante episodios críticos; efectos de la lluvia ácida en bosques y masas de agua |
| Desechos sólidos y peligrosos | Las basuras en putrefacción contribuyen a la difusión de enfermedades y atasco de tuberías de drenaje. Los riesgos planteados por los desechos peligrosos suelen estar localizados, pero con frecuencia son graves | Contaminación de los recursos de aguas subterráneas |
| Degradación de los suelos | Menos nutrición de los agricultores pobres que labran suelos agotados; mayor susceptibilidad a las sequías | En los suelos tropicales son comunes las pérdidas de productividad que oscilan entre 0,5% y 1,5% del PNB; sedimentación de embalses, canales de transporte fluvial y otras obras de infraestructura hidráulica |
| Deforestación | Inundaciones localizadas que producen muertes y enfermedades | Pérdida de potencial de explotación forestal sostenible, así como de las funciones de prevención de la erosión, estabilidad de las cuencas hidrológicas y captación de carbono que tienen los bosques |
| Pérdida de diversidad biológica | Posible pérdida de nuevos medicamentos | Reducción de la adaptabilidad de los ecosistemas y pérdida de recursos genéticos |
| Cambios atmosféricos | Posibles traslados de las enfermedades transmitidas por vectores; riesgos derivados de desastres climáticos naturales; enfermedades atribuibles al agotamiento de la capa de ozono (quizás 300 000 casos adicionales al año de cáncer de piel en todo el mundo, así como 1,7 millones de casos de cataratas) | Daños a las inversiones en zonas costeras, debidos a la elevación del nivel del mar; cambios regionales de productividad agrícola; perturbación de la cadena alimentaria marina |

(PIB) municipal, y en ciudades como Bangkok, México y Yakarta el bombeo excesivo de agua subterránea ha causado hundimientos, daños estructurales e inundaciones.

*Aire limpio*

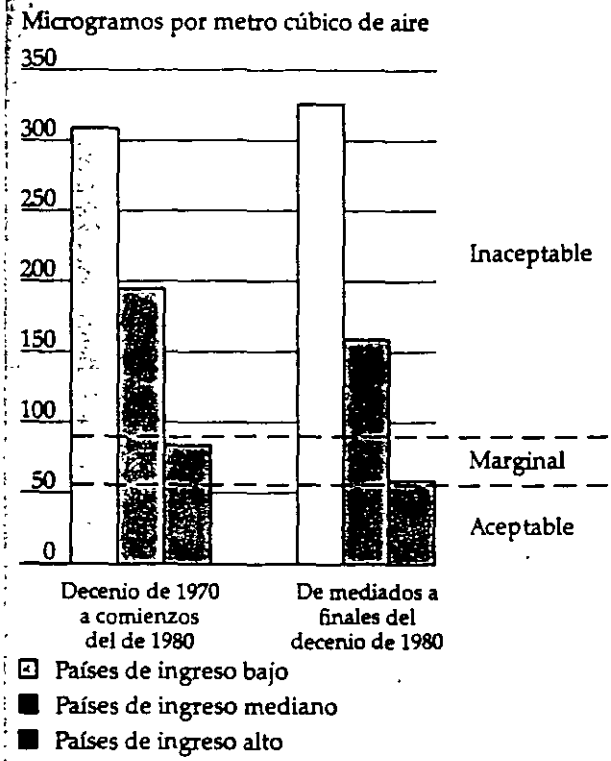
Las emisiones de las industrias y el transporte, así como las derivadas del consumo doméstico de energía, imponen costos graves en materia de salud y productividad. Tres problemas específicos se destacan por su considerable efecto en el sufrimiento humano.

PARTICULAS EN SUSPENSION. En la segunda mitad del decenio de 1980 había en todo el mundo unos 1.300 millones de personas que vivían en zonas urbanas que no cumplían las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en materia de partículas (polvo y humo) en suspensión en el aire y que, por lo tanto, estaban expuestas al peligro de enfermedades respiratorias graves y cánceres (véase la Figura 1). Si las emisiones pudieran reducirse hasta el punto en que esas normas se cumplieran en todas partes, se calcula que podrían salvarse cada año entre 300.000 y 700.000 vidas y se ahorrarían a muchas personas más los sufrimientos causados por las dificultades respiratorias crónicas.

PLOMO. Se ha determinado que los elevados niveles de plomo en el aire, debidos principalmente a las emisiones de los vehículos motorizados, son el mayor peligro ambiental en una serie de ciudades grandes del mundo en desarrollo. Estimaciones correspondientes a Bangkok indican que, en promedio, un niño ha perdido cuatro o más puntos de cociente intelectual al cumplir los siete años de edad debido a la elevada exposición al plomo, con las consiguientes consecuencias duraderas en la productividad futura. Para los adultos, entre las consecuencias cabe citar la hipertensión y riesgos más elevados de dolencias cardíacas, ataques cerebrales y muerte. En la Ciudad de México, es posible que la exposición al plomo

*Los humos [illegible] en los países pobres, en tanto que se [illegible] con los [illegible] de ingreso alto*

**Figura 1 Contaminación del aire en las zonas urbanas: concentraciones medias de partículas en suspensión, por grupos de países según el ingreso**




*Nota:* Los períodos de las series cronológicas difieren según el lugar. Los criterios de aceptabilidad se basan en las normas de la Organización Mundial de la Salud en materia de calidad del aire.
*Fuente:* Datos del SIMUVIMA sobre el aire.

sea culpable de hasta un 20% de la incidencia de la hipertensión.

CONTAMINACION DEL AIRE EN EL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS. Para cientos de millones de los habitantes más pobres del mundo, el humo y los gases derivados del uso de combustibles de biomasa (como leña, paja y tortas de estiércol) plantean riesgos para la salud mucho mayores que cualquier tipo de contaminación del aire exterior. Las mujeres y los niños son los que más sufren esta forma de contaminación, cuyos efectos en la salud equivalen con frecuencia a los de fumar varios paquetes de cigarrillos diarios.

OTRAS FORMAS DE CONTAMINACION. Se calcula que alrededor de 1.000 millones de personas viven en ciudades que exceden las normas de la OMS relativas al dióxido de azufre. Los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles son un problema en un número menor pero creciente de ciudades en las que el proceso de industrialización es rápido y que cuentan con un cuantioso parque de vehículos motorizado[illegible]

*Suelos, agua y productividad agrícola*

La pérdida de potencial productivo en las zonas rurales es un problema más importante y difundido, si bien menos espectacular, que el que evocan las imágenes del avance de los desiertos. En particular, la degradación de los suelos está llevando al estancamiento o la disminución de los rendimientos en zonas de muchos países, en especial en tierras vulnerables en las que los agricultores más pobres tratan de arañar un vivir. La erosión es el síntoma más visible de esta degradación. La calidad de los datos sobre las condiciones de los suelos es deficiente, pero cálculos sin refinar indican que las pérdidas de potencial productivo atribuibles al agotamiento de los suelos pueden alcanzar anualmente un 0,5% a 1,5% del PIB en algunos países. La erosión puede también dañar la infraestructura económica —por ejemplo, las presas— aguas abajo. Incluso cuando la erosión es insignificante, los suelos pueden resentirse de agotamiento de nutrientes y elementos físicos y biológicos.

El anegamiento y la salinización son problemas graves en algunas zonas de regadío, y son con frecuencia resultado de políticas e infraestructuras que no reconocen en medida suficiente la escasez cada [illegible] mayor de este recurso. Los crecientes conflictos ac[illegible] del uso del agua significan que, en el futuro, el aumento adicional de la productividad agrícola deberá tener lugar con un riego más eficiente y, en algunas regiones, con menos agua en general.

La intensificación de la agricultura continuará a medida que la expansión a nuevas zonas de cultivo se haga más difícil. Los elevados niveles de insumos y los cambios en la utilización de las tierras serán causas de fricciones en las comunidades rurales y otros sectores económicos. Estos problemas, que en tiempos se limitaban sobre todo a los sistemas agrícolas altamente intensivos de Europa y América del Norte, son ahora cada vez más aparentes en regiones como Punjab, Java y partes de China.

*Hábitats naturales y pérdida de diversidad biológica*

Los bosques (en especial los bosques tropicales húmedos), las tierras húmedas costeras e interiores, los arrecifes de coral y otros ecosistemas están experimentando procesos de conversión o degradación a tasas rápidas según normas históricas. Los bosques tropicales se han reducido en una quinta parte en el presente siglo, y el ritmo se ha acelerado. Como muestra la Figura 2, en los años ochenta la defo[illegible]ción en los trópicos se produjo a razón de un [illegible]6 anual, siendo la tasa correspondiente a Asia ligeramente más alta (1,2%) y la de Africa al Sur del Sahara

más baja (0,8%). La desaparición de los bosques tiene costos ecológicos y económicos muy altos —pérdida de protección de las cuencas hidrológicas, modificación del clima local y pérdida de protección de las costas y bancos de pesca— y afecta a las vidas de las personas. Las mujeres africanas tienen que recorrer mayores distancias en busca de leña, los pobladores indígenas de las selvas amazónicas sucumben a las enfermedades de los colonos y 5.000 habitantes de poblados de Filipinas murieron recientemente a causa de inundaciones provocadas en parte por la deforestación de las laderas de las montañas.

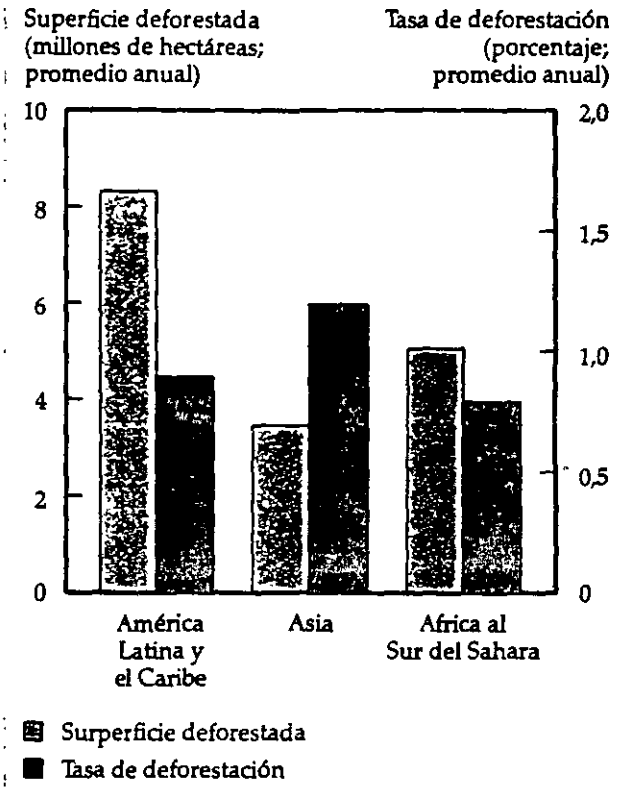
La extinción de especies tiene lugar actualmente a un ritmo elevado conforme a patrones históricos, y muchas más especies están en peligro a causa de la pérdida de su hábitat. Modelos que vinculan la extinción de las especies a la desaparición de los hábitats indican que, a menos que las actuales tasas de deforestación y destrucción de hábitats por otras causas disminuyan pronunciadamente, en el próximo siglo será difícil evitar que los rápidos aumentos en el ritmo de extinción de especies se aproximen a los de extinciones masivas prehistóricas.

*Recalentamiento atmosférico debido al efecto de invernadero*

La acumulación de dióxido de carbono y otros gases que producen el efecto de invernadero harán que se eleven las temperaturas medias del planeta. La magnitud de este efecto sigue sin estar clara, pero la estimación más fidedigna del Grupo Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC) es que las temperaturas mundiales medias pueden aumentar en 3° Celsius hacia fines del próximo siglo, en el supuesto de que todo se mantenga sin modificación, con una incertidumbre que varía de menos de 2° Celsius a más de 5° Celsius. Si el grado de recalentamiento de la Tierra no está aún claro, las consecuencias de este fenómeno están rodeadas de incertidumbre todavía mayor. Aunque investigaciones recientes han calmado los temores acerca de la posibilidad del deshielo de los casquetes polares o el aumento precipitado del nivel de los mares, todavía hay motivos de preocupación. Corren riesgo las naciones con tierras bajas, y quizás los bosques y ecosistemas no se adapten fácilmente a los desplazamientos de las zonas climáticas. Las consecuencias dependerán no sólo de que se adopten políticas encaminadas a la reducción de las emisiones, sino también de lo eficaz que sea la adaptación de las economías al aumento de las temperaturas. Las mejores estimaciones, todavía muy poco elaboradas y basadas principalmente en estudios realizados en países industriales, apuntan a que los costos económicos serán probablemente modestos en comparación con el aumento del bienestar que producirían unos ingresos más altos. Pero estos costos no se distribuirán por igual; los cambios climáticos no serán uniformes, habrá diferencias en cuanto a la capacidad de los países para reaccionar al cambio y la importancia

*Los bosques tropicales se redujeron a un ritmo sin precedentes en los años ochenta*

**Figura 2 Pérdida de bosques tropicales en las regiones en desarrollo, 1980-90**




*Fuente:* Datos de la FAO.

relativa de la agricultura —el sector económico más sensible al clima— es distinta en unos y otros países. Se están empezando a realizar investigaciones, en escala modesta, sobre los posibles efectos en la agricultura tropical, y es preciso que esta actividad aumente.

**El desarrollo, el medio ambiente y las perspectivas a largo plazo**

Los problemas ambientales de los países varían según la fase de desarrollo en que se encuentren, la estructura de su economía y sus políticas ambientales. Algunos problemas tienen relación con la falta de adelanto económico; en los países en desarrollo, los servicios inadecuados de saneamiento y agua potable, la contaminación del aire en los interiores de las viviendas a causa del uso de combustibles de biomasa y muchos tipos de degradación de los suelos tienen como causa fundamental la pobreza. En este caso, la tarea será acelerar un aumento equitativo del ingreso

y promover el acceso a los recursos y tecnologías que se necesiten. Sin embargo, otros muchos problemas se exacerban con el *crecimiento* de la actividad económica. La contaminación industrial y relacionada con el uso de energía (a nivel nacional y mundial), la deforestación causada por la explotación maderera comercial y el uso excesivo de agua son el resultado de una expansión económica que no toma en cuenta debidamente el valor del medio ambiente. En tal caso, lo que hay que hacer es lograr que en el proceso decisorio se reconozca el valor de escasez de los recursos ambientales (véase el Recuadro 2). Con o sin desarrollo, el rápido aumento de la población puede hacer más difícil abordar muchos de los problemas ambientales.

*Importancia de los programas de población y de lucha contra la pobreza*

La población mundial crece en la actualidad a una tasa aproximada de 1,7% al año. Aunque esta tas presenta una disminución respecto de la máxima 2,1% alcanzada en los últimos años del decenio de 1960, el crecimiento en términos absolutos —de casi 100 millones al año— nunca ha sido tan alto En el período de 1990–2030 es probable que la población mundial crezca en 3.700 millones de personas, lo que supone un aumento mucho mayor que el de cualquier generación anterior, y quizás mucho mayor que el de cualquier generación futura. De este aumento, el 90% tendrá lugar en países en desarrollo. En el curso de

**Recuadro 2 El desarrollo sostenible**

La expresión "desarrollo sostenible" fue acuñada y difundida por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (la Comisión Brundtland) en su influyente informe de 1987 *Nuestro futuro común*. La idea del sostenimiento del planeta ha demostrado ser una metáfora poderosa en la tarea de despertar la conciencia del público y centrarla en la necesidad de una mejor administración ambiental.

La definición que da la Comisión Brundtland de las características que ha de tener el desarrollo para ser sostenible —"asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias"— es merecedora del respaldo decidido de este Informe. También creemos, junto con la Comisión, que satisfacer las necesidades de los pobres de la presente generación es esencial para poder atender en forma sostenible las necesidades de las generaciones que la sigan. No hay ninguna diferencia entre las metas de la política de desarrollo y las de una protección adecuada del medio ambiente. Ambas deben concebirse con la mira de mejorar el bienestar.

No obstante, dar precisión al concepto de sostenibilidad ha resultado tarea difícil. No es dable aducir que todos los recursos naturales deben conservarse. Un proceso de desarrollo satisfactorio inevitablemente supondrá cierto grado de desbroce de tierras, perforación de pozos de petróleo, construcción de presas en los ríos y avenamiento de pantanos. Algunos han aducido que el capital natural debería conservarse en cierta medida global, haciendo que las pérdidas en una zona tengan necesariamente que reponerse en otra. Este enfoque ha servido para que la atención se centre en la necesidad de estimar el valor de los recursos ambientales y en la importancia de proteger ciertos sistemas ecológicos esenciales.

En el presente Informe se respaldan los esfuerzos por determinar y asignar valores, pero se va aún más lejos. Las sociedades pueden elegir entre acumular capital humano (por medio de la educación y el progreso tecnológico) o activos físicos debidos a la mano del hombre a cambio, por ejemplo, de agotar sus reservas de minerales o convertir una forma de uso de la tierra a otros fines. Lo que importa es que la productividad global del capital acumulado —incluidas las repercusiones en la salud humana y el placer estético, así como en los ingresos— compense con creces cualquier pérdida derivada del agotamiento del capital natural. En el pasado, los beneficios de la actividad humana a menudo se han exagerado, mientras que los costos de las pérdidas ambientales se han ignorado. Estos costos deben tomarse en cuenta en la adopción de decisiones y todas las repercusiones a corto y a largo plazo deben analizarse cuidadosamente. Esto no puede hacerse sin tomar en cuenta las incertidumbres y el carácter irreversible de algunos procesos ambientales, sin reconocer que algunos de los beneficios son intangibles y que ciertas repercusiones tendrán lugar en un futuro muy lejano. No a todos los recursos ambientales se les puede o debe asignar valores monetarios, pero sí es necesario que las soluciones de compromiso se pongan de manifiesto de la forma más explícita posible.

A veces se aduce que los beneficios de las inversiones humanas son de carácter temporal, en tanto que los beneficios de un medio ambiente impoluto son eternos. Esto ha impulsado a algunos a abogar a favor del uso de una tasa de actualización más baja en el análisis de proyectos, pero hacer esto podría llevar a *más* deterioro (al fomentar las inversiones), en vez de menos. La solución radica no en aplicar tasas de actualización más bajas artificialmente, sino en asegurar que los beneficios de una economía en expansión se reinviertan.

Basar las políticas de desarrollo y medio ambiente en una comparación de costos y beneficios y en un análisis macroeconómico detenido fortalecerá la protección ambiental y llevará a niveles de bienestar crecientes y sostenibles. Cuando en este Informe se usan las expresiones "desarrollo sostenible" y "desarrollo responsable desde el punto de vista ambiental", nos referimos a esta definición más restringida.

esas cuatro décadas, se prevé que la población de Africa al Sur del Sahara aumente de 500 a 1.500 millones, la de Asia de 3.100 a 5.100 millones y la de América Latina de 450 a 750 millones.

El aumento rápido de la población contribuye con frecuencia al deterioro del medio ambiente. Los sistemas tradicionales de ordenación de la tierra y los recursos pueden no ser capaces de adaptarse con la rapidez necesaria para evitar la explotación excesiva, y los gobiernos pueden ser incapaces de mantenerse a la par de las necesidades tanto de las personas como de infraestructura de una población en aumento. Además, la densidad de la población por sí sola planteará grandes dificultades en materia de ordenación ambiental. Por ejemplo, dejando aparte las islas pequeñas y las ciudades-Estado, sólo Bangladesh, la República de Corea, los Países Bajos y la isla de Java (Indonesia) tienen en la actualidad densidades superiores a 400 habitantes/km$^2$. Sin embargo, es probable que una tercera parte de la población mundial viva a mediados del siglo próximo en países que tengan esas densidades de población; prácticamente toda Asia Meridional las tendrá (la de Bangladesh aumentará a 1.700 habitantes/km$^2$), así como un número considerable de países africanos, Filipinas y Viet Nam.

El rápido crecimiento de la población puede exacerbar los efectos de la pobreza y el deterioro ambiental, que se refuerzan mutuamente. Los pobres son tanto las víctimas como los agentes de ese deterioro. Debido a que carecen de recursos y tecnología, los agricultores ávidos de tierra recurren al cultivo de laderas montañosas propensas a la erosión y se trasladan a zonas de bosques tropicales, donde los rendimientos de los cultivos en los campos desbrozados por lo general disminuyen abruptamente tras sólo unos pocos años. Las familias pobres con frecuencia tienen que atender necesidades urgentes a corto plazo y esto las lleva a abusar del capital natural, por ejemplo, a través de una tala excesiva de árboles para leña, sin reemplazar los nutrientes del suelo.

El estancamiento de la agricultura en Africa al Sur del Sahara es un ejemplo especialmente evidente del modo en que los vínculos entre la pobreza, el crecimiento de la población y el deterioro ambiental se refuerzan entre sí. La lenta evolución hacia la intensificación agrícola que tuvo lugar durante la primera mitad del presente siglo fue interrumpida por la pronunciada aceleración del crecimiento demográfico a lo largo de los últimos 40 años. La baja productividad agrícola, a causa principalmente de los deficientes incentivos y la falta de suministro de servicios, ha demorado la transición demográfica y fomentado la degradación de los suelos y la deforestación, lo que a su vez ha reducido la productividad. Los bosques de Africa se redujeron en 8% en los años ochenta, el 80% de las tierras de pastoreo del continente muestran señales de deterioro y en países como Burundi, Kenya, Lesotho, Liberia, Mauritania y Rwanda los períodos de barbecho son a menudo insuficientes para restaurar la fertilidad del suelo.

El 90% del aumento de la población mundial ocurrirá en las zonas urbanas. De hecho, se prevé que sólo en Africa al Sur del Sahara, Oriente Medio y Norte de Africa y América Central habrá poblaciones rurales todavía en aumento durante la próxima generación. La urbanización contribuye a que disminuyan las presiones sobre el medio ambiente, pero trae consigo todo un conjunto diferente de problemas relacionados con el crecimiento industrial, las emisiones y los desechos.

La única solución duradera a los diversos problemas que causa el rápido aumento de la población está en la adopción de políticas que contribuyan a mejorar los niveles de aptitudes de las personas y la productividad y, de ese modo, a elevar los ingresos. El mejoramiento de las oportunidades de educación de las niñas quizás sea la política ambiental más importante a largo plazo en Africa y otras regiones del mundo en desarrollo. La educación es un instrumento poderoso de reducción de la fecundidad; en un estudio reciente sobre varios países se determinó que en el caso de las mujeres con educación secundaria, en promedio, el número de hijos que tienen se reduce de 7 a 3. También deben aumentar las posibilidades de acceso a los servicios de planificación familiar. En los países en desarrollo la tasa de utilización de anticonceptivos subió de 40% en 1980 a 49% en 1990. Las proyecciones demográficas mencionadas suponen que esta tasa llegará a 56% en el año 2000 y a 61% en el 2010, lo que requerirá un aumento del gasto en programas de planificación familiar de $5.000 millones a $8.000 millones en el decenio de 1990.

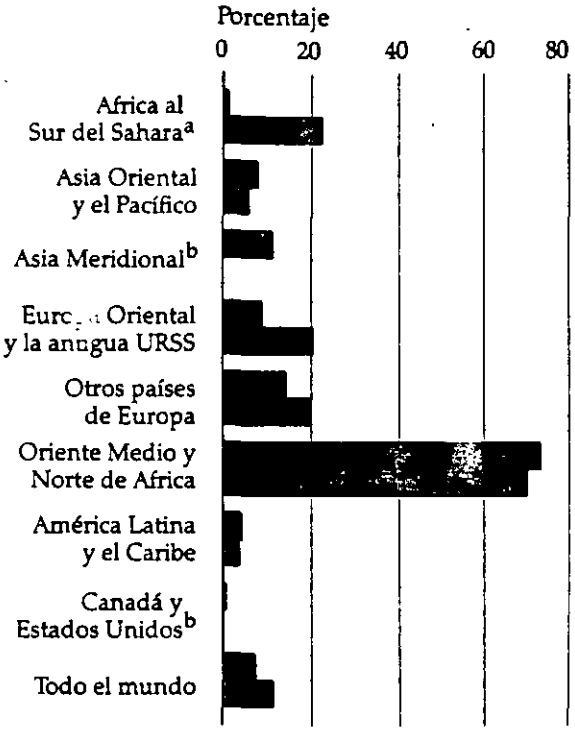
*El crecimiento económico y el medio ambiente*

¿Qué presiones impondrá el crecimiento económico al entorno natural en los años venideros? A fin de poder dar respuesta a esta pregunta, en el presente Informe se analiza una proyección a largo plazo del producto económico. Conforme a las tendencias actuales de productividad y teniendo en cuenta los aumentos de población indicados por las proyecciones, el producto de los países en desarrollo aumentará en 4% a 5% al año entre 1990 y 2030 y hacia finales de este período será alrededor de cinco veces lo que es hoy. El producto de los países industriales aumentará con más lentitud, pero así y todo se triplicará a lo largo del período. El producto mundial en el año 2030 será 3,5 veces el actual, es decir, aproximadamente $69 billones (a precios de 1990).

Si la contaminación y la degradación del medio ambiente aumentaran al mismo ritmo que ese crecimiento del producto, el resultado sería una contaminación y deterioro atroces para el medio ambiente. Decenas de millones de personas morirían cada año por estas causas, la escasez de agua sería intolerable y los bosques tropicales y otros hábitats naturales se reducirían a una fracción de lo que son actualmente. Afortunadamente, este resultado no es inevitable, y no

*La e[illegible] pero [illegible]*

**Figura 3 Uso y escasez de agua, por regiones**




■ Tomas anuales de agua como proporción del total de recursos hídricos de la región

■ Proporción de la población de la región que vive en países que tienen recursos hídricos per cápita anuales de menos de 2.000 m³

*Nota:* Los grupos regionales abarcan a los países de ingreso alto. Los datos corresponden a los decenios de 1970 y 1980.
a. Incluye a Sudáfrica.
b. Nigún país de la región tiene recursos hídricos per cápita anuales de menos de 2.000 m³.
*Fuentes:* Datos del Instituto Mundial sobre Recursos; datos del Banco Mundial.

ocurrirá si se adoptan políticas apropiadas y procedimientos institucionales enérgicos.

Las fuentes de recursos terrestres son limitadas, como también lo es la capacidad de las zonas de absorción de emisiones de la Tierra. El que estas limitaciones impongan o no confines al crecimiento de la actividad humana dependerá de las posibilidades de sustitución, del progreso técnico y del cambio estructural. El forzar a los responsables de la adopción de decisiones a respetar la escasez y los límites de los recursos naturales tiene un efecto poderoso en sus acciones. Por ejemplo, si bien hace apenas 15 años estuvieron de moda los temores de que al mundo se le acabarían los metales y otros minerales, la oferta potencial de éstos supera ahora a la demanda. Los precios de los minerales han mostrado una tendencia a la baja bastante constante a lo largo de los últimos años y experimentaron una disminución pronunciada en los años ochenta, lo que produjo una saturación que amenazó con empobrecer a los países que dependen de las exportaciones de productos primarios.

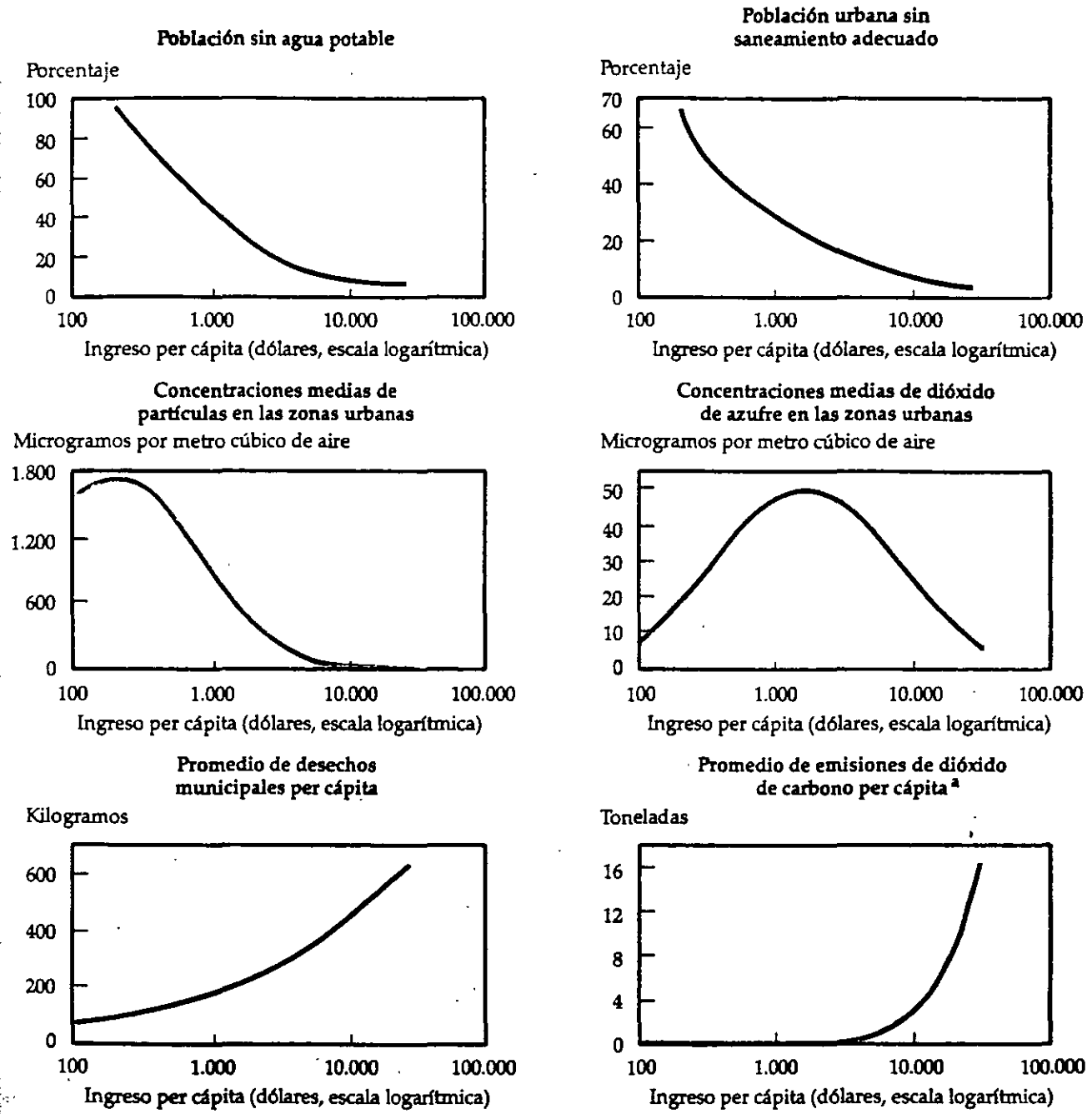
En contraste, en el caso de otros recursos naturales es la demanda la que con frecuencia excede a la oferta. Esto es lo que sucede con el agua, no sólo en las zonas áridas del Oriente Medio, sino también en el norte de China, Java oriental y partes de la India (véase la Figura 3). Los acuíferos se están agotando, a veces de forma irreversible, y la toma de agua de los ríos es ya a menudo tan grande que las funciones ecológicas de éstos se menoscaban y las posibilidades de expansión adicional del riego están quedando sumamente limitadas.

El motivo de que algunos recursos —como el agua, los bosques y el aire limpio— sufran asedio mientras que otros —como los metales, los minerales y la energía— no están en esa situación es que la escasez de estos últimos se refleja en los precios de mercado, que crean incentivos poderosos a favor de la sustitución, el progreso técnico y el cambio estructural. En el caso del primer grupo, su característica principal es el acceso sin restricciones, lo que quiere decir que no hay incentivos para usarlos con moderación. En consecuencia, se requieren políticas e instituciones que obliguen a todos los que han de tomar decisiones —las grandes sociedades, los agricultores, las unidades familiares y los gobiernos— a tener en cuenta en su conducta el valor social de esos recursos. Esto no es tarea fácil. No obstante, los datos disponibles indican que cuando las políticas ambientales cuentan con el apoyo del público y se obliga con firmeza a cumplir las normas, las fuerzas positivas de la sustitución, el progreso técnico y el cambio estructural pueden ser tan poderosas como las que inciden en los productos que se comercializan, como los metales y minerales. Esto explica por qué el debate sobre el medio ambiente se ha trasladado, con razón, de la preocupación sobre las *limitaciones físicas* al crecimiento hacia el interés acerca de los incentivos al *comportamiento humano* y las medidas que puedan superar las *deficiencias del mercado y las políticas.*

En la Figura 4 se ofrece un ejemplo del modo en que el aumento de la actividad económica puede provocar problemas ambientales, pero también contribuir a abordarlos si las políticas y las instituciones son adecuadas. Se ponen de manifiesto tres perfiles:

- Algunos problemas disminuyen con el aumento del ingreso. Esto se debe a que el mayor ingreso proporciona los recursos necesarios para prestar servicios públicos, como saneamiento y electricidad en las zonas rurales. Cuando los individuos no tienen ya que preocuparse por la supervivencia diaria pueden dedicar

**Figura 4 Indicadores ambientales en países con diferentes niveles de ingreso**




*Nota:* Las estimaciones se basan en un análisis de regresión de datos del decenio de 1980 correspondientes a una muestra transversal de países.
a. Emisiones derivadas de los combustibles fósiles.
*Fuente:* Shafik y Bandyopadhyay, documento de antecedentes; datos del Banco Mundial.

recursos a inversiones rentables en conservación. Esta sinergia positiva entre el crecimiento económico y la calidad del medio ambiente no debe subestimarse.

• Ciertas situaciones empeoran al principio, pero luego mejoran con el aumento de los ingresos. En esta categoría se encuadran casi todos los tipos de contaminación del aire y el agua, así como algunas clases de deforestación y de invasión de los hábitats naturales. Esta mejora no es en absoluto automática; se produce sólo cuando los países introducen deliberadamente

políticas que aseguran que los recursos adicionales se usen para abordar los problemas ambientales.

• Algunos indicadores de tensiones ambientales empeoran a medida que aumenta el ingreso. Ejemplos actuales de esto son las emisiones de carbono y óxidos de nitrógeno y los desechos municipales. En estos casos, la reducción de la contaminación es relativamente costosa, mientras que los costos relacionados con tales emisiones y desechos no se perciben aún como elevados, a menudo porque es otro el que los soporta. De nuevo, las políticas son el factor fundamental. En la mayoría de los países, los individuos y las empresas tienen pocos incentivos para reducir las emisiones y los desechos y, en tanto esos incentivos no se creen —a través de reglamentos, cargos u otros medios—, el daño seguirá aumentando. Sin embargo, lo ocurrido en el caso de otras formas de contaminación, en que se ha logrado un cambio completo de situación, demuestra lo que se puede hacer una vez se adopta un compromiso en materia de política ambiental.

La Figura 4 no da por supuesto que haya una relación inevitable entre los niveles de ingreso y determinados problemas ambientales; los países pueden adoptar políticas que den por resultado condiciones ambientales mucho mejores (o peores) que las de otros países con un nivel de ingreso similar. Tampoco se supone que el panorama sea estático; como resultado del progreso tecnológico, el trazado de algunas de esas curvas ha descendido en el curso de las últimas décadas, ofreciendo a los países una oportunidad de que su proceso de desarrollo evolucione de manera menos perjudicial de lo que antes era posible.

**Las políticas de desarrollo y el medio ambiente**

Para atacar las causas fundamentales del deterioro ambiental se necesitan dos conjuntos generales de políticas. Ambos son necesarios, y ninguno será suficiente por sí solo.

• Políticas que procuran aprovechar los vínculos positivos entre el desarrollo y el medio ambiente, corrigiendo o evitando las deficiencias de la normativa oficial, mejorando el acceso a los recursos y la tecnología, y promoviendo el aumento equitativo del ingreso.

• Políticas que se orientan a problemas ambientales específicos, a saber, los reglamentos e incentivos que se requieren para obligar a que en la adopción de decisiones se reconozcan los valores ambientales.

*Aprovechamiento de los vínculos positivos*

Afortunadamente, muchas políticas que son acertadas para fomentar la eficiencia económica son también beneficiosas para el medio ambiente. Esas políticas llevan a menos desperdicio, menos consumo de materias primas y más innovación tecnológica.

En el *Informe sobre el Desarrollo Mundial 1991* se describieron los elementos de una estrategia de desarrollo "en armonía con el mercado". Entre ellos cabe citar: las inversiones en recursos humanos, a través de las políticas de educación, salud, nutrición y planificación familiar; la creación de un clima propicio para las empresas, garantizando mercados competitivos, eliminando rigideces del mercado, esclareciendo las estructuras legales y proporcionando infraestructura; integración con la economía mundial por medio de la promoción del comercio y los flujos de capital, y el logro de la estabilidad macroeconómica.

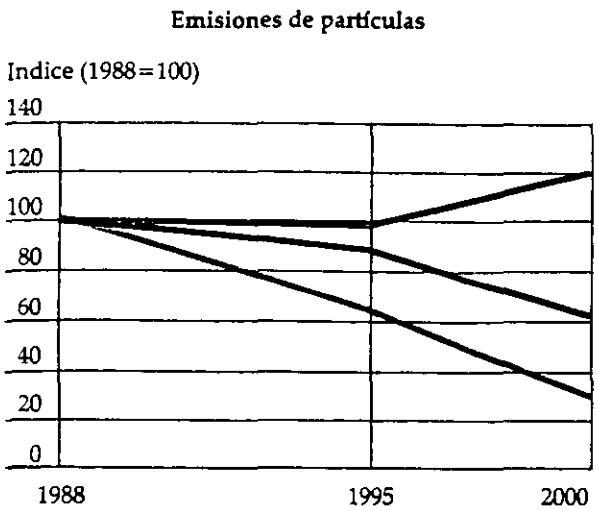
Todas estas políticas pueden *facilitar* la mejora de la ordenación del medio ambiente. Por ejemplo, un mejor nivel de educación es esencial para que se difunda la adopción de tecnologías agrícolas apropiadas desde el punto de vista ambiental, que requieren poseer más conocimientos que los procedimientos convencionales. La libertad de los movimientos de capital internacionales puede por su parte facilitar la transferencia de tecnologías nuevas y menos contaminantes. Ahora bien, en este conjunto de elementos hay dos que revisten especial importancia, a saber, la eliminación de las distorsiones que fomentan el uso excesivo de recursos y el esclarecimiento de los derechos de propiedad.

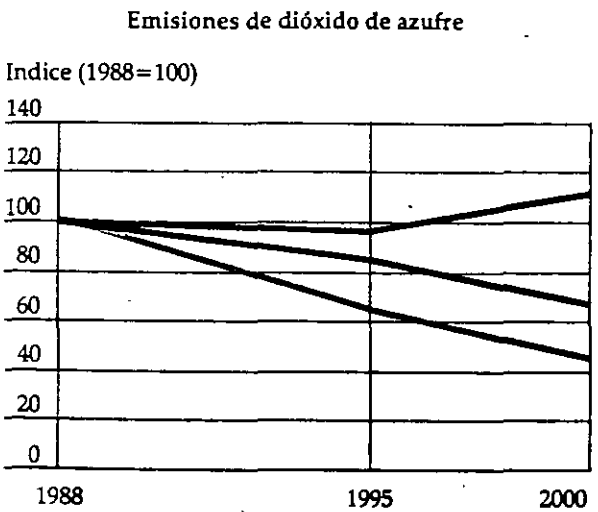
ELIMINACION DE LAS DISTORSIONES. Algunas políticas gubernamentales son claramente dañinas para el medio ambiente. Se destacan las que distorsionan los precios en general y las de subvención de los precios de los insumos en particular. Los subsidios de los energéticos, por ejemplo, representan para los gobiernos de los países en desarrollo un costo de más de $230.000 millones al año, cifra que equivale más de cuatro veces el volumen mundial total de la asistencia oficial para el desarrollo. Corresponde a la antigua URSS y a Europa Oriental la mayor parte de esta cantidad ($180.000 millones); las estimaciones indican que más de la mitad de la contaminación del aire en ellos es atribuible a esas distorsiones (véase la Figura 5). La eliminación de todas las subvenciones de los energéticos —incluidas las del carbón en los países industriales— no sólo daría como resultado grandes avances en materia de eficiencia y saldos fiscales, sino también reducciones pronunciadas de la contaminación a nivel nacional y la disminución en un 10% de las emisiones mundiales de carbono derivadas del uso de energía. Otros incentivos distorsionantes han tenido también graves consecuencias ambientales; en una muestra de cinco países africanos, las tarifas de extracción de madera oscilaban entre 1% y 33% de los costos de replantación; en la mayoría de los países asiáticos, los cargos por el agua de riego cubrían menos del 20% de los costos de suministro de ese recurso, y las subvenciones de los plaguicidas oscilaban entre 19% y 83% de los costos en una muestra reciente de siete países de América Latina, Africa y Asia.

Las distorsiones de los incentivos son evidentes en particular en el comportamiento de las empresas estatales. Este aspecto es importante debido a que muchos sectores en los que estas empresas ocupan un lugar prominente —generación de energía eléctrica,

*La eliminación de las subvenciones y la aplicación de impuestos a la energía pueden reducir de forma pronunciada la contaminación del aire*

**Figura 5 Efecto de los precios de la energía en la contaminación del aire en Polonia, 1988-2000**




Ningún cambio respecto de los precios de la energía en 1988
Precios de la energía ajustados al nivel de EE.UU. en 1988
Precios de la energía ajustados al nivel de Europa en 1988

*Fuente:* Estimaciones del Banco Mundial.

cemento, acero y minería— son también sectores reos de gran contaminación; las "alturas dominantes" son también las "alturas contaminantes". Por lo tanto, el medio ambiente puede beneficiarse si se obliga a los gerentes de las empresas estatales a ser más responsables de sus actos y a estar expuestos a la misma competencia que el sector privado.

ESCLARECIMIENTO DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD. Cuando las personas tienen acceso sin restricción alguna a recursos como los bosques, las tierras de pastoreo y los bancos de pesca, tienden a explotarlos en exceso. El otorgamiento de títulos a los agricultores de Tailandia ha contribuido a reducir el deterioro de los bosques, y los títulos de propiedad dados a los habitantes de los barrios de tugurios de Bandung (Indonesia) han hecho que se tripliquen las inversiones familiares en servicios sanitarios; el ofrecimiento de seguridad de tenencia de la tierra a los agricultores de las montañas de Kenya ha reducido la erosión de los suelos, la oficialización de los derechos comunitarios sobre las tierras en Burkina Faso está mejorando mucho la explotación de éstas y la asignación de derechos transferibles a los recursos pesqueros ha frenado la tendencia a la sobrepesca en Nueva Zelandia.

El error más grave que cometen los gobiernos al tratar de eliminar el acceso sin restricciones a los recursos es nacionalizar éstos en nombre de la conservación. Con frecuencia, las nacionalizaciones han sido reflejo de la incapacidad de las autoridades y los organismos de asistencia para distinguir entre los sistemas tradicionales de propiedad común, que promueven una ordenación adecuada de los recursos naturales, y los sistemas de acceso sin restricciones, que dan por resultado una explotación excesiva de los mismos. Cuando la tierra y el agua han sido nacionalizadas y se han abandonado los procedimientos tradicionales de ordenación de estos recursos, las consecuencias ambientales han sido a menudo funestas, como lo fueron en el caso de los bosques de Nepal.

*Políticas orientadas a modificar el comportamiento*

Las políticas descritas son importantes, pero no son suficientes. La eliminación de los subsidios a los combustibles no bastará para acabar con la contaminación del aire en ciudades como Beijing o México, y evidentemente no se pueden solucionar con el otorgamiento de derechos de propiedad la mayoría de los problemas ambientales que afectan adversamente a grandes grupos de personas fuera del lugar donde se originan, como la contaminación del aire y el agua, la destrucción de las cuencas hidrológicas, la pérdida de diversidad biológica y otros similares. En tales situaciones se requieren políticas específicas que estimulen o exijan a los usuarios de los recursos tomar en cuenta las repercusiones que sus acciones tienen en el resto de la sociedad.

Las políticas encaminadas a modificar el comportamiento son de dos tipos generales: las que utilizan incentivos (o políticas "basadas en el funcionamiento del mercado"), según las cuales se cobran a los que contaminan impuestos o cargos de acuerdo con los daños que causan, y las que aplican restricciones cuantitativas (o "mecanismos oficiales de control"), que no tienen esa flexibilidad.

Los instrumentos que se basan en el funcionamiento del mercado son los mejores en principio, y a

menudo también lo son en la práctica. Alientan a quienes contaminan con costos mínimos de control a adoptar el máximo posible de medidas paliativas; de ese modo imponen una carga menos pesada a la economía. Un análisis de seis estudios sobre el control de la contaminación del aire en Estados Unidos reveló que, en comparación con las medidas aplicadas en la práctica, las de costo mínimo podían reducir los costos de ese control en 45% a 95%. Los incentivos económicos se han usado durante años en formas indirectas; ejemplos de ellos son los impuestos a los combustibles y vehículos (en la mayoría de los países de la OCDE), las tarifas por congestión (en Singapur) y los recargos aplicados a insumos perjudiciales en potencia, como los plaguicidas y los plásticos (en Dinamarca y Suecia). Está cobrando importancia creciente la aplicación de cargos más específicos, como los impuestos a las emisiones de carbono introducidos recientemente en algunos países europeos, los permisos negociables de contaminación del aire (en Estados Unidos), los sistemas de depósito y devolución utilizados para las botellas y las baterías (en varios países europeos), los cargos por desechos peligrosos y las fianzas de cumplimiento que están en estudio en Bangkok, y los recargos aplicados a los derechos por pie para que cubran los costos de la replantación, como en Indonesia. Los países industriales han sido remisos en la adopción de estrategias basadas en el funcionamiento del mercado debido en parte a que los ecologistas sostenían que la degradación del medio ambiente era inaceptable a cualquier precio, pero sobre todo debido a que las grandes industrias temían tener que adoptar normas para las emisiones de contaminantes *y además* pagar cargos por las emisiones restantes. Casi todos están ahora de acuerdo en que los instrumentos basados en el mercado han sido subutilizados, Estos instrumentos son especialmente prometedores para los países en desarrollo, que no pueden permitirse incurrir en los costos adicionales innecesarios de los mecanismos menos flexibles, como los que han soportado los países de la OCDE.

Los mecanismos oficiales de control de carácter cuantitativo, como los reglamentos específicos sobre las técnicas de reducción de la contaminación que deben usarse en determinadas industrias, han adquirido mala reputación en los últimos años debido a su costo elevado y a que reprimen la innovación. Sin embargo, en algunas situaciones puede que sean el mejor instrumento disponible. En los casos en que hay unas pocas industrias muy contaminantes, como sucedía en la ciudad industrial de Cubatão (Brasil), puede que el método más rápido y eficaz sea la reglamentación directa. La ordenación del uso de la tierra en las zonas de frontera es otro ejemplo de situación que puede requerir controles directos.

La elección del instrumento apropiado dependerá de las circunstancias. La conservación de una capacidad administrativa escasa es una consideración importante. Para muchos países en desarrollo serán interesantes los instrumentos indirectos que no necesitan un control tan minucioso, los cuales pueden consistir en impuestos o cargos aplicados a los insumos contaminantes, más bien que a la contaminación en sí. También serán atractivas las medidas que por sí mismas ofrecen incentivos para cumplirlas, como los sistemas de depósito y devolución y las fianzas de cumplimiento.

De la experiencia reciente cabe derivar varias enseñanzas:

• *Las normas deben ser realistas y con posibilidades de obligar a su cumplimiento.* Muchos países en desarrollo han fijado normas de una rigidez poco realista —a menudo las de los países de la OCDE— y las han obligado a cumplir sólo de forma selectiva. Esto ha supuesto desperdicio de recursos, ha facilitado la corrupción y ha socavado la credibilidad de todas las políticas ambientales. Las leyes puestas en vigor y los mapas de zonificación en las paredes de las oficinas gubernamentales son con frecuencia un indicio genuino de preocupación por el tema pero, a menos que las medidas se apliquen, pueden proporcionar una sensación falsa de tener controlados los problemas graves. Es mejor tener un menor número de normas más realistas y que verdaderamente se obliguen a cumplir.

• *Los controles deben guardar armonía con el marco general de políticas.* Muchas políticas bien intencionadas se han visto frustradas por otras que tiran en dirección opuesta. China y Polonia han tenido impuestos a la contaminación durante años, pero no han servido de nada debido a que a las empresas estatales no les interesaba la rentabilidad. En Africa al Sur del Sahara, la planificación del uso de la tierra por lo general ha fracasado a causa de políticas que no han fomentado la intensificación de la agricultura y el empleo no agrícola. La preocupación del Brasil por la sobrepesca en las aguas costeras de Bahía quedó en nada cuando el Gobierno ofreció subsidios para la compra de nuevas redes de nilón a comienzos del decenio de 1980.

• *Con frecuencia se requerirá una combinación de políticas.* Dado que los daños ambientales se deben con frecuencia a diferentes agentes y causas, es posible que la modificación de una sola política no sea suficiente. Por ejemplo, para reducir la contaminación del aire debida al tráfico de vehículos en la Ciudad de México se necesitarán normas obligatorias sobre emisiones y motores, mejoras de la calidad de los combustibles e impuestos a la gasolina.

### *Examen del gasto público*

El gasto público puede tener un efecto notable en el medio ambiente, para bien o para mal. Es evidente en la actualidad que numerosos proyectos de inversión del sector público —con frecuencia respaldados por organismos de desarrollo, incluido el Banco Mundial— han provocado daños por no haber tenido en cuenta debidamente los aspectos ambientales o no haber

estimado la magnitud de sus efectos. El programa de transmigración de Indonesia, el plan Mahaweli de Sri Lanka y los proyectos Polonoreste del Brasil son ejemplos de programas de gran envergadura que produjeron daños imprevistos en los primeros años. Igualmente importantes, sin embargo, son los aspectos de diseño técnico de los distintos componentes de los proyectos, por ejemplo, el trazado de las carreteras, el diseño de los sistemas hidráulicos y el suministro de acceso a los bosques y las tierras húmedas.

A partir de los análisis de los proyectos hidroeléctricos estadounidenses realizados en los años cincuenta y sesenta, se han hecho progresos considerables en la aplicación de técnicas de costos-beneficios a las cuestiones relativas al medio ambiente. Esos análisis han dado por resultado que se triplique la rentabilidad estimada de algunos proyectos forestales y que se reduzcan a la mitad los rendimientos de algunos proyectos hidroeléctricos y viales, haciendo que resulten poco atractivos.

La mayor parte de los países y organismos de asistencia han adoptado recientemente procedimientos de evaluación ambiental. Aún se está en los comienzos al respecto; es preciso desarrollar aptitudes técnicas y aprender mejor cuáles son las dificultades de incorporar en la formulación de decisiones los resultados de esas evaluaciones, que a menudo son de índole no cuantitativa. Se ha descubierto que dotar de transparencia a todo este proceso contribuye en medida importante a mejorar su calidad y sus efectos. También ha demostrado ser de importancia fundamental el escuchar las opiniones locales; algunas de las enseñanzas que se derivan de la experiencia del Banco Mundial indican que la información debe compartirse con los habitantes de la localidad desde muy al principio del ciclo de los proyectos y que los comentarios de las comunidades afectadas deben incorporarse al diseño de éstos.

## Necesidad de eliminar los impedimentos a la acción

Incluso en los casos en que hay procedimientos sencillos para abordar los problemas ambientales, a menudo los gobiernos han encontrado dificultades para convertirlos en medidas eficaces. Entre las razones de que exista esa brecha entre las buenas intenciones y los resultados cabe citar las presiones políticas, la falta de datos y conocimientos, unas instituciones débiles y la participación insuficiente de los habitantes locales en la búsqueda de soluciones.

### *Oposición a las presiones políticas*

Poner coto al deterioro ambiental supone con frecuencia quitar derechos a personas que quizás sean poderosas en la esfera política. Los industriales, agricultores, madereros y pescadores defienden con empeño sus derechos a contaminar o explotar recursos. Entre los ejemplos de los resultados de ello cabe citar las modificaciones de los impuestos a las emisiones de carbono en Europa para ayudar a las industrias con uso intensivo de energía, el aplazamiento de la introducción de derechos de pesca transferibles en Chile debido a las presiones de intereses pesqueros poderosos y la falta de progreso en casi todas partes en la imposición de cargos por el agua para riego. Los que resultan perjudicados cuando hay degradación del medio ambiente —y que serán los que más se beneficien de unas políticas adecuadas— son con frecuencia los pobres y débiles, y es posible que tengan menos poderío político que quienes contaminan, que son aquellos con los que los gobiernos han de enfrentarse.

Otra razón del decepcionante desempeño tiene que ver con la incapacidad de los gobiernos para imponerse reglamentos a sí mismos. El problema se deriva en parte de los opuestos objetivos sociales y económicos de los organismos públicos, que permiten a éstos usar los recursos menos eficazmente, y en parte de las contradicciones inherentes a ser a la vez guardabosque y cazador furtivo. En Estados Unidos, por ejemplo, las plantas depuradoras de aguas residuales de propiedad municipal se cuentan entre los contraventores más persistentes de las normas relativas a las descargas de efluentes.

Si bien quienes contaminan —ya pertenezcan al sector público o al privado— quizás pongan obstáculos a la adopción de políticas ambientales, hay otras influencias que también pueden persuadir a los gobiernos a establecer prioridades equivocadas. Las presiones internacionales quizás inclinen la balanza a favor de aspectos que interesan a los donantes más que a los países en desarrollo, y siempre existe una tendencia a centrarse en problemas llamativos, más bien que en los de carácter crónico; por ejemplo, no hay muchos grupos de presión que aboguen a favor de un mejor saneamiento o de la reducción de la contaminación del aire en los interiores de las viviendas. Además, los gobiernos pueden estar sometidos a presiones para que resuelvan problemas como la contaminación del aire, que afectan a todo el mundo (los ricos incluidos), más bien que problemas como el de los bacilos coliformes fecales en las aguas de los ríos (de los que los ricos pueden aislarse).

### *Mejoramiento de la información*

La ignorancia es un impedimento grave para encontrar soluciones. Con frecuencia, los gobiernos toman decisiones sin contar siquiera con los datos más rudimentarios. Reviste caracteres de urgencia adoptar medidas a nivel internacional para superar una carencia grave de conocimientos en algunos campos, como los del agotamiento de los suelos (especialmente en Africa), la productividad de la tierra en los bosques tropicales y en torno a ellos, y las cuestiones relativas a la atmósfera del planeta. Los países pueden lograr grandes rendimientos de las inversiones en obtención de datos ambientales básicos sobre la exposición a

emisiones y condiciones insalubres, el agotamiento de suelos y aguas, la capacidad de la tierra y la pérdida de bosques y hábitats naturales.

La comprensión de las causas y los efectos del daño ambiental y de los costos y beneficios de las medidas es la etapa siguiente. Después de un cuidadoso análisis, las autoridades de Bangkok llegaron a la conclusión de que la lucha contra las emisiones de plomo y partículas merecía que se le diera la mayor prioridad. El organismo estadounidense de protección ambiental (U.S. Environmental Protection Agency) determinó que, como medida de prevención de la mortalidad, la aplicación de controles a las estufas domésticas sin ventilación era 1.000 veces más eficaz en función de los costos que hacer más estrictas ciertas normas en materia de eliminación de desechos peligrosos. Un estudio realizado en el sur de Polonia halló que los beneficios de la reducción de las emisiones de partículas serían muy superiores a los costos, pero que no podía decirse lo mismo de los controles de las de dióxido de azufre.

El establecimiento de comisiones independientes ha demostrado ser un medio útil para que los gobiernos aprovechen los conocimientos técnicos especializados; un número cada vez mayor de países en desarrollo —entre ellos Hungría, Nigeria y Tailandia— está encontrando que las comisiones ad hoc pueden aportar objetividad profesional al estudio de cuestiones sumamente controvertidas. Los planes de protección ambiental para países de Africa, de los que ya se han terminado los correspondientes a Lesotho, Madagascar y Mauricio y están en preparación los de otros 17 países, están atrayendo la participación de expertos técnicos y grupos de ciudadanos en el proceso de determinación de las prioridades y la formulación de las políticas.

*Acrecentamiento de la capacidad institucional*

En todo el mundo, los gobiernos tratan activamente de fortalecer su capacidad institucional en la esfera de la ordenación del medio ambiente. Además de las necesidades evidentes de mayores conocimientos técnicos, financiamiento suficiente y reglamentos ambientales claros, la experiencia en la materia indica la existencia de cuatro prioridades:

• *Objetivos claros y responsabilidad.* Es preciso que los organismos públicos que aplican programas de protección ambiental —ministerios encargados de bosques y tierras, organismos a cargo del riego y el abastecimiento de agua, departamentos de obras públicas y servicios de extensión agrícola— se hagan responsables de los efectos de sus actividades en el medio ambiente, y lo mismo cabe decir de los donantes y las organizaciones de asistencia.

• *Capacidad para fijar prioridades y vigilar los progresos.* No existe un modelo ideal para las instituciones encargadas de la protección ambiental, pero la existencia de un organismo de alto nivel responsable de establecer las políticas y garantizar que éstas se apliquen en todos los sectores ha mejorado notablemente la ordenación del medio ambiente en países como Brasil, China y Nigeria.

• *Coordinación en todo un campo de actividad.* [illegible]os casos en que es necesario adoptar decisiones intersectoriales —la ordenación de las aguas en una cuenca fluvial, la gestión de las cuestiones relativas a la contaminación y los desechos en toda una ciudad, la protección de una zona extensa de bosques habitados—, se requiere coordinación a fin de garantizar la coherencia y la eficacia en función de los costos. Por lo general, las organizaciones responsables de la *ejecución* de planes intersectoriales han fracasado en su labor. No obstante, son esenciales los mecanismos de *coordinación*; las unidades regionales de control de la contaminación establecidas recientemente en Santiago y la Ciudad de México son ejemplos prometedores.

• *Reglamentación independiente.* Los organismos de ejecución deben ser responsables de los efectos de sus acciones, y es necesario mantenerlos separados de los encargados de las funciones de reglamentación y vigilancia.

*Participación de los habitantes locales*

Elegir entre los beneficios económicos y sociales y los costos ambientales requiere con frecuencia seguir criterios subjetivos y un buen conocimiento local. Ni los gobiernos ni los organismos de asistencia están [illegible]dos para enjuiciar el modo en que los habitan[illegible] una localidad valoran su entorno. Por ello es esencial que haya un proceso participatorio. Además, la participación local tiene una elevada rentabilidad económica y ambiental en la ejecución de los programas de repoblación forestal, ordenación de suelos y aguas, protección de parques, y saneamiento, drenaje y protección contra inundaciones.

A menudo, los proyectos de desarrollo que no se han apoyado en los aspectos positivos de las prácticas locales han fracasado. El programa de reforestación de Haití, impuesto desde arriba, no tuvo éxito hasta que se permitió a grupos comunitarios y de pequeños agricultores elegir qué clases de árboles debían plantarse y dónde plantarlos; el resultado fue que se plantaran 20 millones de árboles en 75.000 explotaciones familiares, en lugar de 3 millones en 6.000 explotaciones, como se había proyectado inicialmente. En Bali (Indonesia), un importante proyecto de riego en el que no se reconocieron las ventajas de los métodos tradicionales de control de plagas tuvo resultados desastrosos; sin embargo, tuvo éxito un proyecto complementario que aprovechó los conocimientos indígenas en la materia.

La participación popular puede ser costosa y, en algunos casos, paralizar la adopción de decisio[illegible] un activismo improductivo (del tipo "sí, muy bi[illegible]ro no en mi barrio") puede hacer rehenes de las inversiones públicas; esa participación puede también reforzar

las estructuras de poder locales. La experiencia indica que el éxito es mayor cuando las tareas se delegan de forma selectiva y de conformidad con el desempeño real. Acrecentar las responsabilidades de los gobiernos locales es una parte importante de este proceso. Los organismos públicos necesitan adiestramiento en los procedimientos participatorios y un reconocimiento claro por parte de los niveles superiores de la administración de la importancia de la participación.

### Aplicación práctica de las políticas

¿En qué forma pueden estos principios aplicarse en la práctica? En el presente Informe se organiza el análisis en torno a cuatro temas: agua y saneamiento; emisiones derivadas de la energía y la industria; problemas ambientales en las zonas rurales, y cuestiones ambientales que trascienden las fronteras nacionales.

#### *Agua y saneamiento*

Las inversiones en servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento ofrecen una rentabilidad económica, social y ambiental de las más altas que pueden obtenerse. En los años ochenta se hicieron progresos en cuanto a la cobertura de esos servicios, pero los costos de su insuficiencia siguen siendo enormes. En la India, ningún sistema de abastecimiento de agua funciona en forma confiable durante las 24 horas del día; en las zonas rurales de Pakistán, sólo el 10% de las bombas de agua manuales públicas funcionaba después de diez años de su instalación; en el Perú, las pérdidas de exportaciones agrícolas y de ingresos del turismo en las diez primeras semanas de la reciente epidemia de cólera fueron más de tres veces el monto que el país había invertido en saneamiento y suministro de agua en todo el decenio de 1980. Se reconoce cada vez más que con los enfoques actuales no se satisfarán las necesidades en los años venideros. Es preciso efectuar cambios en cuatro campos:

MEJORAMIENTO DE LA ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS. En los países en desarrollo, el uso doméstico de agua tendrá que aumentar seis veces en el curso de los próximos 40 años, y el grueso de la demanda provendrá de las zonas urbanas, cuyas poblaciones se triplicarán. Este incremento impondrá tensiones considerables a los suministros de aguas de superficie y subterráneas y exigirá una asignación mucho más eficiente de este recurso dentro de las cuencas fluviales.

El riego representa más de 90% de las tomas de agua en los países de ingreso bajo y 70% en los de ingreso mediano, pero sólo un 39% en los de ingreso alto. Puesto que el uso doméstico casi siempre tiene un valor privado y social mucho más alto que el riego, será en este último sector en el que el uso del agua tendrá que reorientarse. Los gobiernos de todo el mundo se esfuerzan, a menudo sin éxito, por abordar los complejos obstáculos legales y culturales que se oponen a la reasignación del agua. Quitar derechos a este recurso en las zonas rurales tal vez resulte imposible por razones jurídicas o políticas, cuando no desaconsejable por motivos de equidad. Una solución es que las zonas urbanas indemnicen a los agricultores por la pérdida de agua para riego. Esto no tiene por qué ser tan costoso que resulte prohibitivo; la ineficiencia actual en el uso del agua de riego es de tal envergadura que a menudo es posible reducirlo sustancialmente con sólo una disminución moderada de la producción agrícola.

También en los centros urbanos es preciso usar el agua con más eficiencia. El agua no contabilizada, en gran parte sin usar, representa un 58% del suministro de agua corriente en Manila y alrededor del 40% en la mayoría de los países latinoamericanos. El reciclaje de las aguas residuales está ya contribuyendo a la conservación de agua en un número cada vez mayor de ciudades, entre ellas México y Singapur, y seguirá en aumento.

ATENCION DE LAS DEMANDAS DE LOS USUARIOS. El medio más eficaz de fomentar un uso eficiente del agua es elevar las tarifas y cobrarlas. Como promedio, los hogares de los países en desarrollo pagan solamente un 35% del costo del abastecimiento de agua. La inmensa mayoría de los residentes de los centros urbanos quiere suministro en el hogar y está dispuesta a pagar la totalidad de su costo. Sin embargo, en casi todos los países se ha dado por supuesto que la gente no puede permitirse pagar el costo total y, en consecuencia, se han usado los limitados fondos públicos para proporcionar un servicio deficiente a un número restringido de habitantes. Con ello se establece un círculo vicioso de servicio de mala calidad y escasa fiabilidad, y de poca disposición a pagar por él. Los pobres son los que más sufren en razón de esas mismas políticas que se supone habrían de ayudarlos. Puesto que están excluidos del sistema formal de suministro, por lo general pagan por cada litro que compran a los vendedores de agua un precio diez veces superior que el costo que supone la misma cantidad de agua corriente. Sin embargo, esta situación viciada puede corregirse. Primero, es necesario proporcionar un buen servicio en condiciones comerciales a aquellos que estén dispuestos a pagarlo. Segundo, hay que investigar los medios de proporcionar servicio a los que no puedan pagarlo (que son muchos menos de los que en tiempos se pensó), permitiendo períodos más largos para pagar por completo los costos de inversión, fijando "tarifas sociales" en forma selectiva, o ambas cosas. Tercero, se debe ofrecer una lista más amplia de opciones a los grupos con diferentes niveles de ingreso.

AUMENTO DE LAS INVERSIONES EN SANEAMIENTO. Las inversiones globales en servicios de abastecimiento de agua y saneamiento fueron insuficientes en

los años ochenta (la inversión pública en el sector representó alrededor de 0,5% del PIB), pero las destinadas a saneamiento fueron especialmente reducidas. En su mayor parte, esas inversiones han sido para recolección de aguas servidas, pero casi nada se ha dedicado a la depuración de las mismas. En América Latina, por ejemplo, sólo se depura en la actualidad un 2% de las aguas servidas. En países como Brasil, Burkina Faso, Ghana y Pakistán, hay cada vez más datos que demuestran que la disposición a pagar por el servicio de saneamiento en el hogar, en todos los niveles de ingresos, es mucho más alta de lo que se pensaba y equiparable a lo que las personas pagarán por el agua y la electricidad. Esto indica que hay diversas formas de ofrecer unos servicios que se autofinancien, siempre que se los pueda adaptar a los ingresos. A esta tarea quizás puedan contribuir las importantes innovaciones que tienen lugar actualmente en el campo del saneamiento.

REFORMULACION DE LAS ESTRUCTURAS INSTITUCIONALES. En un estudio reciente sobre los 40 años que el Banco Mundial lleva trabajando en el sector de abastecimiento de agua y saneamiento se puso de manifiesto que las deficiencias institucionales son la causa más frecuente y persistente de los malos resultados. El número de empleados por 1.000 conexiones al suministro de agua es de dos o tres en Europa Occidental, pero de 10 a 20 en América Latina; aún así, el 30% de las conexiones está sin registrar en ciudades como Caracas y México. Hay dos condiciones esenciales para conseguir mejores resultados: las empresas de abastecimiento de agua tienen que tener más autonomía y ser más responsables de su desempeño, y es necesario ponerlas en una posición financiera más sólida por medio de políticas apropiadas de fijación de tarifas. También el sector privado tiene que tener un papel más relevante. Côte d'Ivoire fue un país pionero en lo referente a la privatización del servicio de abastecimiento de agua, y la empresa de aguas de Abidjan es una de las mejor administradas de Africa; cuando Guinea comenzó a dar ese servicio en concesión, la tasa de recaudación de las tarifas aumentó de 15% a 70% en 18 meses; en Santiago, donde muchos componentes de los servicios de agua están contratados con empresas del sector privado, se registra el nivel más alto de productividad del personal del sector en toda América Latina. Lo que es cierto del suministro de agua lo es aún más en el caso de los desechos sólidos.

La privatización no es la panacea; las cuestiones relativas a la regulación son complejas, y hay algunos países en los que ninguna empresa privada presenta ofertas en las licitaciones de los contratos; no obstante, lo que es seguro es que la tendencia hacia la privatización se acelerará en el decenio de 1990.

*Emisiones derivadas de la energía y la industria*

Los costos de la contaminación derivada de la industria, la energía y los transportes son ya elevados y crecerán en forma exponencial si se descuidan estos problemas. Aumentar el ahorro de energía es un primer paso útil para abordar el problema de la contaminación, pero no solucionará el problema por sí solo: los efectos del crecimiento de las poblaciones y los ingresos pronto anularán cualquier reducción de la demanda per cápita. Por consiguiente, es absolutamente esencial reducir las emisiones por unidad de producción. Para ello se requieren inversiones en nuevos equipos y el desarrollo de nuevas tecnologías.

REDUCCION DE LA CONTAMINACION DERIVADA DEL USO DOMESTICO DE ENERGIA. El uso doméstico de energía produce contaminación del aire, tanto en el interior de las viviendas como en el exterior. La contaminación del aire en los interiores es un problema muy grave en Africa y Asia Meridional, donde se queman combustibles de biomasa para cocinar en cuartos sin ventilación. La contaminación del aire exterior es un problema muy serio allí donde se quema carbón de baja calidad, por ejemplo en China, India y Europa Oriental.

Los progresos en el campo de la contaminación del aire en los interiores han sido desalentadores. El aumento de los ingresos y los mejores sistemas de distribución para los combustibles comerciales y la electricidad traerán consigo el abandono de los combustibles de biomasa, que representan un 35% del uso de energía en los países en desarrollo. Entretanto, las cocinas mejoradas, que queman la biomasa más eficientemente y con menos emisiones, pueden hacer una contribución importante; esos proyectos merecen mayor apoyo por parte de los donantes.

La reducción de la contaminación del aire exterior derivada del uso doméstico de carbón dependerá (como sucedió en los países industriales en los años cincuenta y sesenta) de dos cosas: la adopción de políticas que fomenten el uso de carbones no contaminantes (como la antracita) y la transición al petróleo, el gas y la electricidad como fuentes de energía de uso doméstico y, en algunos casos, la instalación de sistemas de calefacción distritales centralizados.

REDUCCION DE LA CONTAMINACION DERIVADA DE LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA. Debido a que la generación de energía eléctrica representa un 30% del consumo total de combustibles fósiles y el 50% del consumo total de carbón en todo el mundo, los beneficios de reducir la contaminación por este concepto son considerables. Con el cambio al gas natural y la aplicación de técnicas no contaminantes para el uso de carbón se pueden reducir las emisiones de partículas y monóxido de carbono en 99,9% y las de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno en más de 90%. La reducción de las emisiones de partículas debería ser el primer flanco de ataque; es una medida barata —entre 1% y 2%, como promedio, de los costos de capital totales del suministro de energía eléctrica— y, como se observó antes, es importante para la salud.

Todas las centrales de generación de energía eléctrica deberían contar con equipos de control de las emisiones de partículas; la mayoría de las nuevas los tienen ya, pero su mantenimiento a menudo no es adecuado. Los costos de reducir las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno son más altos (a menos que se disponga de gas natural); representan de 5% a 10% de los costos de inversión. Los efectos en la salud de reducir estas emisiones son por lo general mucho menores que en el caso de las partículas, y sus repercusiones en los bosques, la agricultura y los edificios varían mucho según las zonas. Los argumentos a favor de fijar normas estrictas para ellas dependerán de las circunstancias.

En el Recuadro 3 se muestra como la aminoración de la contaminación derivada de la producción de energía eléctrica exige tanto mejoras de eficiencia como inversiones en técnicas de reducción de la contaminación. En los países en desarrollo, los precios actualmente cubren como promedio menos de la mitad de los costos del suministro y las pérdidas de transmisión son con frecuencia tres o cuatro veces mayores que las registradas en los países industriales. La mejor gestión y los precios apropiados contribuirán a la conservación de recursos y facilitarán las inversiones en técnicas de reducción de la contaminación. Por ejemplo, con sólo disminuir en una décima parte las pérdidas de transmisión en Asia, las necesidades de inversiones en capacidad de generación durante la presente década se reducirían en unos $8.000 millones, cantidad casi suficiente para sufragar la adopción de medidas para reducir las emisiones de partículas en la totalidad de las centrales nuevas de generación de energía eléctrica que se construyan en todo el mundo en desarrollo en el decenio de 1990.

PROMOCION DEL USO DE LA ENERGIA RENOVABLE. Las fuentes de energía de origen no fósil, y en especial las renovables, son muy prometedoras. La energía solar quizás sea la que tenga las mejores perspectivas a largo plazo, en particular si es necesario tomar medidas decisivas en la esfera de las emisiones de carbono (véase más adelante). Cada año, la cantidad de energía que la Tierra recibe del sol es unas diez veces mayor que la energía almacenada en todas las reservas de uranio y combustibles fósiles, a saber, el equivalente de 15.000 veces la demanda de energía primaria mundial. Los costos unitarios de producción de células fotovoltaicas y sistemas de energía térmica solar han bajado en 95% en 20 años. El mercado para las células fotovoltaicas aumentó en diez veces en los años ochenta y, aunque todavía es reducido, crece a razón de 20% al año. Entre sus aplicaciones cabe citar la electrificación de aldeas, el bombeo de agua para riego y el suministro de energía a las clínicas de salud rurales. También se ha logrado un progreso importante, si bien no tan notable, en el uso de combustibles de biomasa y técnicas que aprovechan la energía eólica, y en la reducción de sus costos. Para que continúen reduciéndose rápidamente los costos unitarios, a fin de que estas fuentes de energía puedan aplicarse en escala muy grande, se necesitará la ayuda de los países industriales. Actualmente, sólo un 6% de los fondos públicos para investigaciones energéticas se dedica a las fuentes renovables (el 60% se destina a la energía nuclear y el 15% a los combustibles fósiles). Es preciso reordenar las prioridades.

REDUCCION DE LA CONTAMINACION DERIVADA DEL TRANSPORTE. Los vehículos motorizados representan la mitad del consumo total de petróleo en la mayoría de los países en desarrollo y a veces son los culpables de 90% a 95% de las emisiones de plomo y monóxido de carbono. Los problemas se exacerban debido a la mala condición de los vehículos, a que el uso de éstos está muy concentrado (en México y Tailandia, por ejemplo, la mitad de la flota vehicular funciona en las respectivas capitales) y a que los peatones pasan en la calle mucho más tiempo que en los países industriales. El principal problema es el plomo. En algunos países se le está haciendo frente con eficacia y a un costo relativamente reducido; sus concentraciones han bajado en 85% en Estados Unidos y en 50% en Europa en el curso de los últimos 20 años. En el Recuadro 3 se describe en qué forma las emisiones de plomo de los vehículos de motor en los países en desarrollo podrían quintuplicarse en el curso de las próximas décadas o disminuir a niveles insignificantes. Las decisiones relativas a las políticas a seguir serán las que marquen la diferencia.

REDUCCION DE LA CONTAMINACION INDUSTRIAL. En la lucha contra la contaminación y los desechos industriales es preciso distinguir entre las grandes fábricas, que pueden ser vigiladas y reguladas individualmente, y los cientos de miles de fabriquitas, con las que no se puede hacer lo propio. Las primeras dominan el sector de la industria pesada con gran intensidad de contaminación (productos químicos, metalurgia, cemento, minería y pulpa y papel). Entre los problemas más graves se cuentan las emisiones de metales pesados de las fundiciones y plantas manufactureras (especialmente en Europa Oriental) y las emisiones tóxicas de las fábricas de productos químicos y fertilizantes (en particular en América Latina, Asia y Europa Oriental). La contaminación consistente en el agotamiento del oxígeno del agua de los ríos, que provoca la desaparición de toda clase de vida en ellos, es un problema en todas partes. Las tecnologías para corregir estos problemas ya existen, y no resultan necesariamente costosas excepto en el caso de las industrias más contaminadoras. Los gastos de capital dedicados a controles representaron un 5% de la inversión industrial total en Alemania, Estados Unidos y Japón en el decenio de 1980.

Se requiere un enfoque pragmático para hacer frente a la contaminación de las grandes industrias. La práctica corriente de adoptar las normas de los países

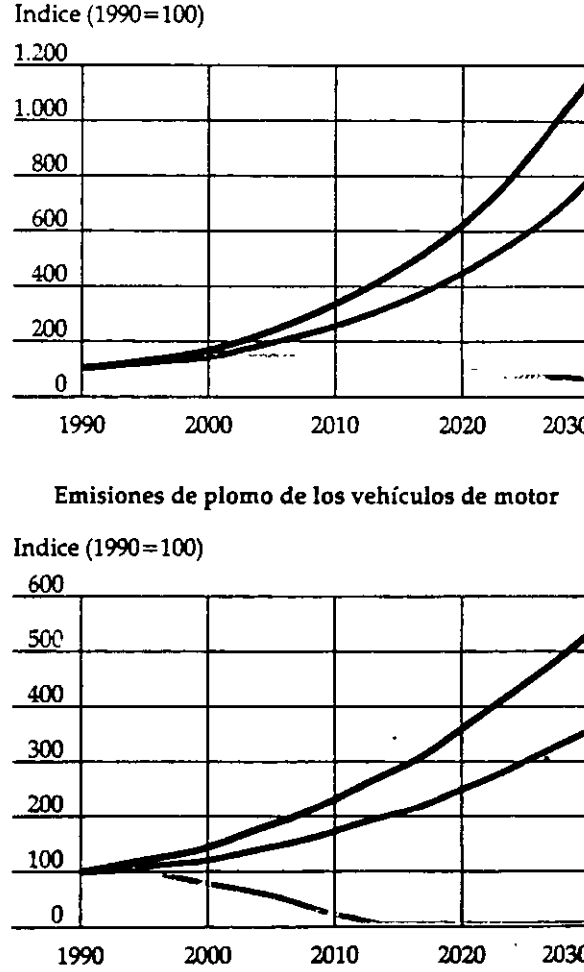
## Recuadro 3 La contaminación del aire en los países en desarrollo: tres hipótesis

En este Informe se analizan tres posibles situaciones hipotéticas en cuanto a la evolución futura en relación con una serie de problemas ambientales. En la primera se supone que las políticas y prácticas actuales en materia de utilización de recursos siguen sin modificaciones, es decir, igual que en 1990. La segunda muestra lo que sucedería con la adopción de reformas de políticas y gestión que alentasen un uso más eficiente de los recursos. La tercera indica el efecto que tendría la introducción tanto de reformas en materia de eficiencia como de técnicas y prácticas menos contaminantes.

Estas hipótesis se han cuantificado en los casos de la contaminación derivada de la energía y el transporte, de la utilización de la energía de fuentes renovables como forma de encarar a largo plazo el problema del recalentamiento de la Tierra, y del saneamiento y el suministro de agua (véanse los Capítulos 5, 6 y 8). A modo de ejemplo, la parte superior de la Figura R-3 ilustra el caso de las emisiones de partículas de las centrales de generación de energía eléctrica. La cantidad de electricidad generada a partir de combustibles fósiles aumenta al doble cada cinco a diez años en los países en desarrollo, como lo haría la contaminación en ausencia de controles (la curva superior del gráfico). Con la elevación gradual de los precios de la electricidad hasta niveles que reflejasen los costos (la curva del centro) se reduciría el desperdicio innecesario en el consumo, se aminoraría la tasa de aumento de la contaminación y se pondría a las empresas de electricidad en mejor situación financiera para invertir en tecnologías menos contaminantes. La curva inferior muestra el efecto de las reformas en materia de eficiencia y, además, la adopción de controles de la contaminación. Con la introducción de controles de las emisiones de partículas en las centrales que queman carbón se puede reducir la contaminación por unidad de producción en 99,9% a largo plazo (para más detalles, véase el Capítulo 6). Los costos de inversión de tales controles son moderados [illegible] dan empequeñecidos —en un factor de diez a uno— [illegible] las mejoras de eficiencia que se derivan de la eliminación de las subvenciones.

Los impuestos a los combustibles que usan los vehículos motorizados son bajos en los países en desarrollo (y en Estados Unidos), y la aplicación de cargos por congestión no está muy extendida. En la hipótesis de las reformas económicas (curva del centro en la parte inferior) se ofrece un ejemplo de los posibles efectos en las emisiones (sin cambios en lo referente a los combustibles) de ajustar gradualmente los impuestos hasta el nivel de los aplicados en Europa y de introducir cargos por congestión del tráfico —el "modelo de Singapur"— en las grandes ciudades. Estas medidas producirían grandes beneficios económicos (véanse los Capítulos 6 y 8) y también contribuirían a reducir la contaminación. Con todo, en los países en desarrollo las emisiones de los vehículos se cuadruplicarían de aquí al año 2030. Por lo tanto, la introducción de combustibles y técnicas menos contaminantes es fundamental, como se muestra en la parte inferior para el caso del plomo. En Malasia y Singapur, y últimamente también en México, se están introduciendo por etapas los combustibles sin plomo, usando tanto incentivos de mercado (impuestos diferenciales para los vehículos y los combustibles) como medidas reglamentarias (catalizadores y normas para las emisiones de carácter obligatorio). Políticas con metas específicas como éstas tendrían un efecto enorme en la reducción de la contaminación (curva inferior), y los costos serían una pequeña fracción de los beneficios económicos y para la salud.

**Figura R-3 Contaminación del aire en los países en desarrollo: tres hipótesis**




*Fuente:* Anderson y Cavendish, documento de antecedentes.

industriales y luego negociar con las distintas empresas la obligación de su cumplimiento no ha dado resultado. Ha llevado a faltas de equidad y en algunos casos, como el de la minería del cobre en Chile, está impulsando a las empresas de propiedad extranjera a pedir normas estrictas que se apliquen por igual. Deben emplearse de forma más general los instrumentos basados en los incentivos. Los cargos por efluentes serán especialmente importantes, y algunos países, entre ellos Tailandia, están estudiando procedimientos innovadores, como el uso de fianzas de cumplimiento en el caso de la gestión de desechos peligrosos. Los ingresos derivados de esos cargos pueden destinarse a la construcción de instalaciones de tratamiento y a sufragar los gastos administrativos relacionados con las auditorías ambientales y la vigilancia del cumplimiento de las normas.

El control de las emisiones de las fábricas de pequeña escala es más difícil y requiere mecanismos indirectos. La aplicación de impuestos a los insumos —energía, productos químicos, tecnologías— puede ser útil, y también pueden ser un instrumento poderoso los sistemas de depósito y devolución. El curtido de cueros y la minería del oro en pequeña escala plantean problemas especiales debido a sus efluentes de sustancias tóxicas en los ríos.

*Problemas ambientales de las zonas rurales*

Los habitantes de las zonas rurales y las autoridades responsables de las políticas enfrentan dos importantes retos en la esfera del medio ambiente y los recursos naturales:

- Evitar la degradación de los recursos que puede derivarse de las demandas en rápido aumento de alimentos, combustibles y fibras, así como de una ordenación deficiente de los mismos debida a la pobreza, la ignorancia y la corrupción.
- Conservar bosques, tierras húmedas, zonas costeras y pastizales naturales valiosos, evitando que sean invadidos y dedicados a usos de valor relativamente bajo fomentados por políticas erróneas, mercados imperfectos e instituciones deficientes.

PROBLEMAS EN LAS EXPLOTACIONES AGRICOLAS Y EN TORNO A ELLAS. La producción de alimentos se ha duplicado en el último cuarto de siglo y, de ese aumento, el 90% se ha debido a los mayores rendimientos y sólo un 10% al cultivo de más tierras. La intensificación de la agricultura, que representará la mayor parte de los futuros aumentos de producción, creará problemas ambientales. Las políticas apropiadas al respecto son de dos tipos: las que permiten que los agricultores hagan aquello que redunda en su propio interés, como una mejor ordenación de los suelos, y las que ofrecen incentivos para poner coto a comportamientos que principalmente perjudican a otros.

La protección de los suelos de la erosión y el agotamiento de nutrientes —algo que reviste caracteres de urgencia en muchas partes del mundo— se encuadra sobre todo en el primer grupo. Hay disponibles muchas opciones, entre ellas la labranza en curvas de nivel, los cultivos intercalados, la agrosilvicultura, y la introducción de cambios en la aplicación de fertilizantes y en la cría de ganado. Estas mejoras pueden reducir la erosión de forma pronunciada y aumentar los rendimientos y los ingresos. Entonces, ¿por qué no se adoptan universalmente? Entre los motivos cabe citar la falta de acceso a los mercados de crédito y el desconocimiento de sus costos y beneficios. A veces, la causa pueden ser los errores de los gobiernos; los precios a nivel de la explotación agrícola mantenidos artificialmente bajos pueden restar rentabilidad, o puede haber racionamiento de fertilizantes debido a las subvenciones o a cauces de distribución deficientes. En todos estos casos, las políticas de desarrollo y las de protección del medio ambiente son sólo dos puntos distintos de un mismo temario. La reforma de las políticas agropecuarias puede ser difícil desde el punto de vista político, y el fortalecimiento de los sistemas locales de investigación, extensión y crédito, a fin de proporcionar a los agricultores los medios para que efectúen inversiones apropiadas, requiere un compromiso de largo plazo y más apoyo de los donantes. Sin embargo, no hay alternativa si se quiere que la agricultura tenga una base sólida y sostenible.

El uso excesivo de plaguicidas está causando dos problemas: una menor eficacia por la mayor resistencia de ciertas plagas a esos productos y problemas localizados de salud causados por las escorrentías. Los gobiernos están reaccionando de tres maneras. En primer lugar, están eliminando las subvenciones de los plaguicidas y aplicando impuestos a estos productos. En segundo término, las actividades de investigación están dando por resultado plaguicidas que tienen una vida tóxica más breve y plantas que son menos susceptibles a las plagas. Por último, en numerosos países se está introduciendo el control integrado de plagas, una técnica que consiste en la aplicación de cantidades pequeñas de plaguicidas con oportunidad cuidadosamente calculada; desde el punto de vista financiero es atractiva para los agricultores, pero requiere un adiestramiento a fondo y seguimiento cuidadoso.

ADMINISTRACION COMUNAL DE LOS RECURSOS. En el mundo en desarrollo, muchos recursos naturales se administran de forma comunal. Esto con frecuencia da por resultado una ordenación prudente. A veces, sin embargo, estos sistemas se vienen abajo como resultado de las presiones demográficas, las innovaciones técnicas o la comercialización. Entre los problemas que se plantean cabe citar el pastoreo excesivo de las dehesas, el agotamiento de los bosques comunales debido a la recolección de leña, el deterioro de sistemas de riego en pequeña escala y la sobrepesca de los lagos y las aguas costeras.

En los casos en que los problemas son graves, las autoridades pueden tratar de fortalecer los derechos

y la capacidad administrativa *comunales*, o bien, hacer lo propio con los derechos y responsabilidad de los *individuos* dentro de la comunidad en cuestión. El enfoque apropiado dependerá de factores sociales, así como de los sistemas administrativos y jurídicos. El fortalecimiento de las instituciones existentes debería ser la primera medida. La experiencia adquirida con las asociaciones ganaderas de Africa Occidental y de otras regiones indica que los grupos que logran buenos resultados se caracterizan por una protección legal adecuada, una dirección firme y facultades para obtener fondos. Los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales pueden ayudar a superar los obstáculos en esos campos. Sin embargo, las intervenciones demasiado autoritarias, como los planes de cría colectiva de ganado en Kenya, pueden menoscabar la cohesión social y hacer que la propiedad individual sea la única opción. La nacionalización de los recursos casi nunca es la respuesta adecuada.

ADMINISTRACION GUBERNAMENTAL DE LOS RECURSOS. En muchos países, el Estado es el propietario de la mayor parte de las tierras y los recursos naturales, por lo que los gobiernos han de tomar decisiones sobre la asignación de su uso de forma responsable desde el punto de vista ambiental.

Una parte de la demanda de tierras proviene de los colonos. De los 4,5 millones de hectáreas que se ponen en cultivo cada año, una proporción considerable son tierras vulnerables, y a las nuevas colonizaciones para fines agrícolas cabe achacar el 60% de la destrucción de bosques tropicales. Con demasiada frecuencia, los colonos invasores agotan los recursos de una forma que es inviable desde el punto de vista económico y ambiental. La creación de oportunidades alternativas de obtención de ingresos, tanto en forma de empleo no agrícola como de intensificación de la agricultura, es la única solución a largo plazo para estas presiones, lo que es un argumento más a favor de adoptar políticas agropecuarias apropiadas y programas de desarrollo de los recursos humanos igualmente idóneos. Un estudio realizado en Tailandia llegó a la conclusión de que ofrecer oportunidades de educación era la medida más poderosa a largo plazo para reducir la deforestación.

En un esfuerzo por promover una colonización apropiada, algunos gobiernos han patrocinado programas oficiales, con resultados de todo tipo. Un análisis reciente del Banco Mundial sobre su propia experiencia en la materia llegó a la conclusión de que esos programas —que cuestan como promedio $10.000 por familia— están demasiado a menudo impulsados por metas y planes, tienden a seleccionar a los colonos conforme a criterios equivocados, con frecuencia no llevan a cabo estudios edafológicos e hidrológicos adecuados y emplean equipos de desbroce mecánico de tierras que no son apropiados. Datos obtenidos de Colombia e Indonesia indican que, si hay claros derechos en cuanto a la propiedad, los colonos espontáneos pueden administrar mejor los recursos que los que cuentan con patrocinio oficial, porque toman en cuenta los costos y los riesgos. No obstante, la colonización necesita de guía y servicios. Es preciso que las zonas de colonización viable se identifiquen por medio de levantamientos mejores que en el pasado y los títulos de tenencia de la tierra se otorguen a los colonos que demuestren capacidad para administrar bien los recursos y que se lleven a cabo actividades de investigación y extensión en materia de técnicas de agricultura sostenible. La zonificación del uso de la tierra, que frecuentemente no ha logrado sus objetivos, debe tener como complementos la prestación de servicios, el otorgamiento de títulos y la imposición de multas en casos de incumplimiento. En la Amazonia, en Africa Occidental y en Malasia están empezando a introducirse enfoques innovadores de ordenación integrada de la tierra, según los cuales se asignan zonas para colonización, explotación maderera y reservas extractivas, al tiempo que se garantizan los derechos de los habitantes indígenas.

Las zonas que tienen funciones ecológicas o de hábitat particularmente importantes necesitan una protección especial. Al uso tradicional de guardas o patrullas se agregan ahora los proyectos integrados de conservación y desarrollo, que se apoyan en el principio de que las comunidades locales deben participar en la concepción y aplicación de las medidas de protección. Nepal y Zimbabwe han sido pioneros en el establecimiento de zonas de transición en torno a ciertas áreas de conservación; esas zonas son administradas de forma intensiva por los habitantes locales con fines de generación de ingresos y de fijación de reglas de acceso que limitan la invasión futura.

Aunque la extracción de madera representa directamente sólo un 20% de la deforestación en los países en desarrollo, sus repercusiones son mayores; debido a que facilita el acceso, alienta a los agricultores y ganaderos a seguir a los madereros. Las prácticas de explotación forestal han sido notorias por lo dañinas en el pasado, y un estudio reciente de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales halló que menos del 1% de la explotación de bosques tropicales se administra en forma apropiada. La extracción comercial de la madera debe limitarse a las zonas en las que una ordenación adecuada sea posible y esté demostrada. Se debería dar prioridad a la conservación de las selvas tropicales vírgenes y a la reforestación de las zonas degradadas. En casi todas partes es necesario aumentar los derechos por pie y los arrendamientos de las concesiones, de modo que reflejen el costo de oportunidad de la tala de árboles. Los permisos o licencias de tala y los derechos de extracción de madera pueden asignarse por medio de licitación pública abierta al sector privado, las comunidades locales y las organizaciones no gubernamentales (ONG).

### *Problemas ambientales de índole internacional*

Los mecanismos institucionales para hacer frente a los problemas internacionales relativos a los recursos

y el medio ambiente —ya sean de índole regional o mundial— están menos evolucionados que los disponibles para fines de adopción de decisiones a nivel nacional. No obstante, negociaciones anteriores han producido unos cuantos resultados, entre ellos el Convenio sobre el Derecho del Mar, varios acuerdos sobre pesca, acuerdos sobre ríos internacionales, convenios sobre el transporte de desechos peligrosos y el Protocolo de Montreal sobre el agotamiento de la capa de ozono. La experiencia indica que los acuerdos son más eficaces cuando se basan en la reciprocidad y en intereses nacionales fuertes, que los acuerdos internacionales a menudo son el resultado de un proceso catalizador de medidas unilaterales o regionales, que la falta de capacidad para hacer cumplir los acuerdos ha demostrado ser una limitación importante de su eficacia y que la asistencia financiera y técnica puede resultar decisiva para lograr un resultado positivo.

CALENTAMIENTO DE LA TIERRA POR EL EFECTO DE INVERNADERO. Se sabe lo suficiente para discernir una amenaza de cambio climático derivado de concentraciones cada vez mayores de los gases que producen el efecto de invernadero, pero no lo bastante para predecir cuán grande será el cambio o con qué rapidez se producirá, cuál será la distribución regional de ese cambio o cuáles serán sus consecuencias para las sociedades humanas. Es aconsejable una estrategia triple.

En primer lugar, deberían tomarse medidas que puedan justificarse principalmente en razón de sus beneficios en cuanto a aumento de la eficiencia y sus efectos en la contaminación nacional. El punto de partida debería ser la eliminación de las subvenciones de la energía, y el paso siguiente el ajuste de los impuestos a los energéticos. La tributación de la energía en los países industriales tiene con frecuencia una distribución asimétrica favorable a los combustibles con mayor contenido de carbono, especialmente el carbón. Los impuestos a las emisiones de carbono se han introducido en Finlandia, Noruega, Países Bajos y Suecia, y las naciones de la Comunidad Europea (CE) están estudiando una propuesta de introducción de un impuesto que gravaría una combinación de emisiones de carbono y uso de energía. También son aconsejables otras medidas, sobre todo por sus beneficios en distintas zonas. Por ejemplo, los programas de repoblación forestal en las cuencas hidrográficas y las explotaciones agrícolas (en forma de agrosilvicultura) tienen a menudo buena rentabilidad debido a su función de protección de las cuencas y los suelos y, en los países en desarrollo, debido a que son una fuente de obtención de leña. El hecho de que además tienen una función de absorción de carbono los hace aún más atractivos.

Segundo, se necesitan con urgencia investigaciones, tanto para determinar la magnitud del problema —especialmente en la medida en que pueda afectar a los países en desarrollo— como para encontrar posibles soluciones. La reducción de la incertidumbre acerca de los posibles costos y beneficios es esencial para formular políticas eficaces al respecto, pero requerirá un esfuerzo considerable. Se debería asignar gran prioridad a la conservación y a las fuentes de energía renovables.

En tercer lugar, los países industriales tienen que financiar programas experimentales y enfoques innovadores para hallar soluciones duraderas en los países en desarrollo. Es aconsejable llevar a cabo un esfuerzo internacional coordinado a fin de reducir al mínimo la duplicación de actividades y asegurar que las medidas que se adopten guarden armonía con las políticas generales de desarrollo. El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ha abierto todo un nuevo campo al facilitar financiamiento para proyectos experimentales orientados a identificar las posibilidades de aplicación en gran escala y reducción de los costos de técnicas y prácticas que hagan disminuir las emisiones netas de los gases que producen el efecto de invernadero. Entre sus prioridades se cuentan la reducción de la tasa de deforestación y el fomento de la repoblación forestal; el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, como la biomasa, la energía solar y las centrales hidroeléctricas de pequeña potencia; la mejora de la eficiencia en el uso final de la energía, y la reducción de las emisiones de metano provenientes de la minería, la distribución del gas y la eliminación de desechos.

Es esencial que la comunidad internacional se ponga en condiciones de tomar con rapidez medidas en caso de que la acumulación de datos científicos llegue a indicar que se requiere una acción concertada más enérgica. Las deliberaciones que tienen lugar actualmente en relación con un convenio sobre el cambio climático pueden ser importantes para facilitar tal respuesta.

PROTECCION DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA. La mayoría de las especies del mundo se encuentra en los países en desarrollo, pero la mayor parte del gasto en protección se efectúa en los países industriales. Debido al interés compartido de la comunidad de naciones respecto de los recursos biológicos, hay un argumento sólido a favor de que se realicen mayores esfuerzos a nivel internacional para proporcionar financiamiento y asistencia técnica a los países en desarrollo.

Para que la conservación sea eficaz se requiere una estrategia doble por parte de los gobiernos receptores y de los donantes. En primer lugar, deberían explotarse las características complementarias de las metas del desarrollo y la protección. Las políticas que fomenten prácticas agrícolas apropiadas; el empleo no agrícola y una explotación maderera sostenible servirán también para desalentar la invasión de los hábitats naturales. El ecoturismo, la pesca sostenible y la prospección genética serán beneficiosos para el desarrollo y para proteger la diversidad biológica. En segundo término, deberían tomarse medidas específicas

**Recuadro 4 Siete sugerencias para las autoridades nacionales responsables de la formulación de las políticas**

1. *Incorporar el medio ambiente en la elaboración de las políticas*

Las consideraciones ambientales tienen que ser algo intrínseco a la formulación de las políticas, y no algo agregado como una ocurrencia tardía. Las evaluaciones de los efectos ambientales desempeñan ya un importante papel en el análisis de proyectos, y es necesario extenderlas a los programas de reforma de las políticas. En los casos en que las políticas económicas aporten beneficios ambientales, éstos deberían reforzar el respaldo a la reforma; cuando conlleven posibles efectos adversos en el medio ambiente, el programa de ajuste debería incluir políticas ambientales con metas específicas a fin de contrarrestarlos.

2. *Dar prioridad a la población*

En bien tanto del desarrollo como del medio ambiente, las cuestiones relativas a la población precisan mayor atención. Facilitar el acceso de las niñas a la educación, permitir a las mujeres obtener ingresos monetarios y participar plenamente en la adopción de decisiones, e invertir en programas de planificación de la familia mejor dotados y mejor financiados son todas ellas medidas que permiten a las mujeres determinar su propio comportamiento en materia de reproducción. Estas políticas llevan tiempo para que su efecto se deje sentir en el medio ambiente, lo cual es un motivo adicional para adoptarlas ahora.

3. *Actuar primero contra los daños locales*

En los países en desarrollo, muchas personas mueren o se enferman a causa del agua insalubre, la falta de saneamiento, los humos de las cocinas que queman leña, y el polvo y el plomo en suspensión en el aire de las ciudades. Los suelos empobrecidos por la erosión o emponzoñados por productos químicos mal empleados dificultan aún más a los países en desarrollo la tarea de alimentar a sus poblaciones. La solución de estos problemas ambientales aporta los mayores beneficios para la salud y la riqueza.

4. *Economizar en capacidad administrativa*

La aplicación de las políticas ambientales exige dinero y recursos humanos que escasean. A fin de mantener bajos los costos administrativos, los países tienen que fijar metas realistas y luego obligar al cumplimiento de las normas; obrar siempre que sea posible a favor del mercado y no en su contra; dar preferencia a los instrumentos de "cumplimiento automático", como los sistemas de depósito y devolución, y aprovechar el apoyo popular por medio de la participación de los habitantes locales.

5. *Evaluar y minimizar las soluciones de compromiso*

Los gobiernos tienen que ser capaces de determinar los costos de los daños al medio ambiente y los medios menos costosos para protegerlo. Las políticas se deberían formular conforme a comparaciones explícitas de costos y beneficios. Los ciudadanos tienen que saber a qué se renuncia en nombre del crecimiento económico y a que se renuncia en nombre de la protección del medio ambiente.

6. *Investigar, informar, adiestrar*

Las investigaciones deberían centrarse en las tecnologías apropiadas, por ejemplo, chimeneas baratas para dar salida a los humos derivados de la quema de biomasa en los hogares y sistemas de saneamiento de bajo costo para prestar este servicio a las barriadas pobres. La información fidedigna rinde grandes dividendos, al ayudar a fijar prioridades sensatas para las políticas. Una capacitación mejor puede resolver problemas ambientales como el mal uso de los plaguicidas y la manipulación inadecuada de los desechos tóxicos.

7. *Un recordatorio: más vale prevenir que curar*

La incorporación en los nuevos proyectos de inversión de medidas de prevención de la contaminación resulta más barato que tener que agregarlas después. Las nuevas tecnologías son menos contaminantes que las antiguas. Los países en desarrollo con economías abiertas de mercado podrán beneficiarse de la importación de tecnologías no contaminantes que estén en uso en los países industriales.

de protección de los hábitats con el respaldo financiero de los países industriales. Ese financiamiento no debería considerarse como ayuda y no debería desviarse de los presupuestos de asistencia.

A medida que se incremente el financiamiento internacional, será preciso prestar atención a dos aspectos. Primero, se requiere una coordinación mejor entre los donantes; el fondo establecido para los bosques tropicales húmedos del Brasil como iniciativa conjunta del Gobierno brasileño y de los países que integran el Grupo de los Siete (G-7), dotado con $250 millones en su primera fase, representa un esfuerzo por asegurar la adopción coordinada de medidas. Segundo, se necesitará financiamiento para gastos ordinarios a fin de lograr la continuidad de la protección, allí donde esas actividades no se autofinancien. El hecho de que el programa experimental emprendido al amparo del FMAM no pueda sufragar fácilmente gastos de esta índole pone de relieve la necesidad de establecer mecanismos de financiamiento más duraderos.

## Los costos de un medio ambiente mejor

Las políticas y los programas encaminados a acel un desarrollo responsable desde el punto de vista

ambiental no surgirán por generación espontánea. Por consiguiente, es importante no dejar escapar la oportunidad que ofrece el momento presente para efectuar cambios reales. El punto de partida debería ser la introducción de reformas de las políticas que promuevan el aumento de los ingresos y una mejor administración en la esfera ambiental (véase el Recuadro 4). Algunas de estas reformas tienen un costo financiero escaso o nulo, pero pueden cobrarse un precio político alto. Las subvenciones y otras interferencias en los mercados suelen estar respaldadas por intereses poderosos, y los que se benefician de ellas privadamente —así como los funcionarios que disfrutan del patronazgo que supone el otorgarlas— se esforzarán por mantenerlas. Así pues, los gobiernos tienen que formar sus propios grupos de apoyo, por ejemplo, por medio de la publicidad sobre los efectos ambientales y económicos positivos de las reformas.

Hay un segundo conjunto de políticas que suponen costos financieros. Será necesario fortalecer las instituciones que se ocupan del medio ambiente e incrementar las inversiones en infraestructura social y física y en medidas de protección, y se necesitará que el sector privado gaste más en técnicas de reducción de la contaminación. En el Informe se hacen diversas estimaciones amplias de los costos en sectores fundamentales. Los gastos adicionales de los programas ambientales nacionales —que en muchos casos contribuirán al aumento del empleo y los ingresos— podrían ascender a entre 2% y 3% del PIB de los países en desarrollo para finales de los años noventa. Estos gastos cubrirían el control de la contaminación en los sectores de energía, industria y transportes, así como programas ampliados de saneamiento y abastecimiento de agua, conservación de suelos, extensión e investigaciones agrícolas, protección de bosques, planificación familiar y educación femenina. Si bien son altas en términos absolutos, las sumas requeridas son moderadas en relación con los beneficios que reportarán y los recursos que proporciona el crecimiento económico.

*Financiamiento del programa*

En su mayor parte, estas inversiones las pagarán los clientes de las empresas privadas y públicas responsables de los daños y los beneficiarios de la mejora de las condiciones ambientales. Pero, aun así, se requerirá también financiamiento para fines de inversión. Además, los gobiernos tendrán que gastar más en medidas de vigilancia y obligación del cumplimiento de las normas, en investigación y desarrollo, en educación, capacitación y extensión, y en protección de los hábitats naturales. Los fondos para sufragar estos gastos provendrán principalmente de un mayor volumen de ahorro interno, pero también el financiamiento internacional tendrá que desempeñar un papel crucial (Recuadro 5).

FINANCIAMIENTO INTERNACIONAL PARA ATENDER PROBLEMAS NACIONALES. A fin de facilitar la transferencia de la tecnología incorporada en las importaciones de bienes de capital, será esencial el acceso a los mercados financieros comerciales, unido a una expansión de las inversiones extranjeras directas. El restablecimiento de los flujos de fondos comerciales

**Recuadro 5 Pautas complementarias para la comunidad internacional**

1. *Ajuste de las carteras de asistencia*

Es necesario que la composición y el nivel de los programas de asistencia reflejen los costos del deterioro del medio ambiente para la salud y la productividad. Evitar la contaminación y conservar los recursos naturales son metas apropiadas para estos programas. Las fuertes vinculaciones existentes entre pobreza, población y deterioro ambiental exigen asignaciones globales más altas de asistencia.

2. *Inversiones en investigación y desarrollo de tecnologías*

Hay vacíos de conocimientos fundamentales que es preciso llenar. Entre las prioridades para la colaboración internacional cabe citar la escala de la degradación de los suelos y sus causas (especialmente en Africa), el potencial de producción sostenible de los bosques tropicales, los posibles efectos del cambio climático y las tecnologías de aprovechamiento de las fuentes de energía renovables.

3. *Comercio abierto e inversión*

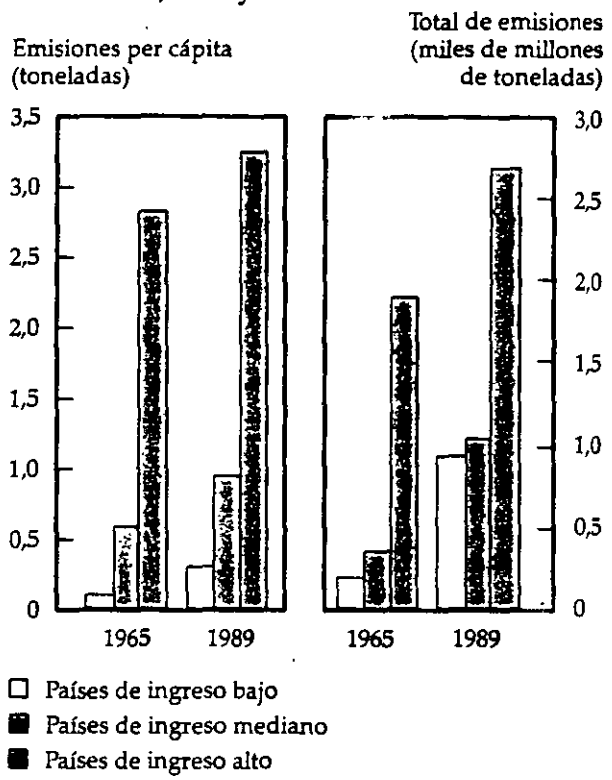
Es necesario proporcionar libertad de acceso a los mercados de los países industriales a fin de ayudar a las naciones en desarrollo a industrializarse y crecer (ambas cosas esenciales para aminorar las presiones sobre los recursos naturales) y permitirles aprovechar tecnologías menos contaminantes. Un acuerdo inmediato y satisfactorio como resultado de la Ronda Uruguay haría que los ingresos de divisas de los países en desarrollo aumentasen en medida mayor que los costos de la protección ambiental.

4. *Pagos por servicios ambientales*

Si los países industriales quieren que las naciones en desarrollo tomen medidas que producen beneficios ambientales (conservación de la diversidad biológica, limitación de las emisiones de gases que causan el efecto de invernadero y otros), deberían estar dispuestos a compensarlas económicamente. Ese financiamiento debería tratarse como el equivalente de pagos por importaciones, no como ayuda para el desarrollo.

*Los países industriales son los responsables de la mayor parte del recalentamiento atmosférico debido al efecto de invernadero*

**Figura 6 Emisiones mundiales de dióxido de carbono derivadas del consumo de combustibles fósiles y la fabricación de cemento, 1965 y 1989**




*Fuente:* Datos del *Carbon Dioxide Information Analysis Center.*

hacia países como Chile, México y Venezuela, un hecho alentador en los dos últimos años, tiene que extenderse a una gama mucho más amplia de países. Para ello se requerirán políticas más coherentes por parte de los países prestatarios, que deberán respaldarse con operaciones de alivio de la carga de la deuda en una serie de países.

Los problemas ambientales de carácter nacional merecen asistencia adicional, la cual no debería considerarse como un capítulo aparte de las necesidades corrientes de desarrollo, sino más bien ir incorporada a los programas oficiales de ayuda. Los organismos de desarrollo y los gobiernos tienen que hacer más hincapié en la estrecha vinculación que existe entre la calidad del medio ambiente y la reducción de la pobreza. Esto justifica un volumen adicional de asistencia en condiciones concesionarias, especialmente en la esfera de los programas de extensión, crédito y educación, así como en el campo de los servicios de suministro de agua y saneamiento a los asentamientos de ocupantes ilegales y a las zonas rurales. Se debe dar más prioridad a los programas de población; la asistencia tendría que duplicarse en términos reales durante la presente década. La estrecha vinculación que existe entre uso eficiente de los recursos y una buena ordenación ambiental y elaboración de políticas justifica que se preste un apoyo continuado a los países que emprenden programas de ajuste.

FINANCIAMIENTO DE LOS PROBLEMAS MUNDIALES. Los países industriales deben soportar la mayor parte de los costos de hacer frente a los problemas ambientales de índole mundial, especialmente cuando las inversiones necesarias no se ajusten a los intereses restringidos de las naciones en desarrollo. A los países industriales corresponden en su mayor parte las emisiones de gases que producen el efecto de invernadero y de CFC (véase la Figura 6), y ellos también se beneficiarán, junto con los países en desarrollo, de la protección de los hábitats naturales y la diversidad biológica. Es evidente la conveniencia de establecer mecanismos que permitan que los países ricos presten asistencia a los pobres en la introducción de los cambios necesarios. Esos mecanismos ofrecen la posibilidad de hacer que todos los países estén en mejor situación si la disposición mundial a pagar por los cambios de las políticas excede al costo de tales cambios. Es imperativo que los pagos al amparo de esos mecanismos no sean considerados como asistencia para el desarrollo ni financiados con cargo a fondos que de otro modo estarían disponibles para fines de desarrollo. La índole de tales pagos es mucho más parecida a la de las importaciones —es decir, pagos por servicios prestados—, y es muy diferente de las transferencias de ayuda a los países en desarrollo. En su carácter de reacción mundial a un problema también mundial, la asignación de esos fondos debería basarse en la eficacia para acrecentar el bienestar mundial, más bien que en la satisfacción de las necesidades nacionales.

El programa de reforma es de gran magnitud. Aceptar el reto de lograr la aceleración del desarrollo en una forma responsable desde el punto de vista ambiental supondrá efectuar cambios considerables en las políticas y las prioridades, y será una empresa costosa. Sin embargo, rechazar ese reto sería aún más costoso.

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Estratégias de Transporte Integradas para un Desarrollo Sustentable*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# EL EFECTO DEL AUTOTRANSPORTE EN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

*Achim Diekmann*
*Chairman of OICA Industrial*
*and Economic Policy Committee*
*4 rue de Berri 75008 Paris, France*
*Tel.: (33-1) 43.59.00.13*
*Fax.: (33-1) 45.63.84.41*

Se ha identificado que el transporte automotor es una de las principales fuentes de contaminación atmosférica. Existe cierta preocupación de que si se desarrollara la movilidad de la gente y la carga a escala mundial en la forma en que se hizo en los países más desarrollados, la merma que esto representaría para los recursos naturales del planeta sería prácticamente incompatible con la meta del desarrollo sustentable. El temor de que esto ocurra es uno de los motivos por los que estamos reunidos aquí el día de hoy.

Este temor, sin embargo, se basa en una serie de premisas. Para no irnos por mal camino, tendríamos que saber qué tan realistas son estas premisas.

No me referiré a la pregunta de si la contaminación causada por el transporte automotor realmente tiene los efectos que se le atribuyen, si bien, cuando menos en lo que respecta al $CO_2$ podría ser el caso.

En lugar de ello, me gustaría visualizar la tasa de crecimiento que posiblemente tenga el transporte automotor durante los próximos años y las repercusiones que el crecimiento previsto pudiera tener en el uso de los recursos naturales. Para ello, tendremos que tomar en cuenta los avances que se han realizado --y que se siguen realizando-- en el desempeño ambiental de los vehículos automotores que se producen. Me refiero particularmente al uso de la energía.

Me parece que, al tratar este tema, podríamos estar sobreestimando el ritmo de crecimiento que podría tener el transporte automotor. Por otra parte, es posible que seamos demasiado pesimistas al evaluar el potencial tecnológico que tiene la industria automotriz para enfrentar los problemas ambientales de hoy en día.

Para ser más específico, no me inclinaría a pensar que el número de vehículos automotores en circulación vaya a duplicarse a escala mundial en los próximos quince años, como se señala en la invitación a la conferencia. Ejercicios de simulación hechos país por país, más bien nos inducen a esperar que el aumento del parque vehicular será mucho más moderado.

En las tres regiones más avanzadas en motorización -- Europa, América del Norte y Japón-- la tendencia del aumento de la densidad de vehículos automotores se ha dado según la conocida curva de crecimiento en forma de S. De acuerdo a la alta densidad de las tres regiones, esta tendencia empieza a estabilizarse. El crecimiento de los años venideros, por lo tanto, será más bien reducido. El elemento esencial que determinará la tasa de crecimiento del parque vehicular será el crecimiento de la población en estas regiones.

Es cierto que los ingresos personales y la necesidad de que la elección del vehículo se adapte en forma más adecuada al propósito del recorrido podría inducir a la gente a adquirir varios vehículos, cada uno para un fin específico. Automóviles especialmente diseñados para la ciudad, por ejemplo, podrían contribuir a resolver por lo menos algunos de los problemas de tránsito que se enfrentan en los centros de las ciudades hoy en día. Sin embargo, esto conduciría desde luego al uso cada vez menos frecuente de un sólo automóvil. En consecuencia, cabe suponer que el total de kilometraje recorrido no aumentará de la misma forma que el parque vehicular.

Por otra parte, en el caso de países que aún están en vías de desarrollo, tendríamos que tener presente que el poseer un automóvil sólo tiene sentido si existen vías para transitar y si la gente tiene el poder adquisitivo para comprarlo. Para desgracia de la industria automotriz, la cual enfrenta una saturación a escala global, en las mayoría de los países en vías de desarrollo o apenas industrializados tomará aún algún tiempo contar con la infraestructura necesaria y con los ingresos familiares suficientes para adquirir y mantener vehículos automotores. Incluso si se ponen al día rápidamente, la mayoría de ellos aún estarán lejos de alcanzar los niveles de propiedad de vehículos de Europa Occidental o de Estados Unidos. Por otra parte, todos conocemos el ímpetu que muestran Asia y la cuenca del Pacífico en el campo de la motorización.

No descarto la posibilidad de que el parque vehicular mundial finalmente llegue a los mil millones. Pero incluso con un dinámico crecimiento de los mercados asiático y latinoamericano, el ritmo de desarrollo apenas será lo suficientemente rápido para alcanzar este resultado en el año 2010 o poco después. Es mucho más probable que, para esa época, el número total de vehículos automotores en uso alrededor del mundo sólo sea un tercio superior a lo que es hoy en día.

Esto me lleva al segundo punto: el impacto que tendría dicho crecimiento en el ambiente. Lo primero que hay que recordar es que la industria automotriz ha estado conciente de los problemas causados por el tráfico que, desde hace ya un buen tiempo, es cada vez mayor. De hecho, ha respondido constantemente al reto planteado en el interés por el ambiente. Los vehículos automotores son ahora menos contaminantes, menos ruidosos y más eficientes desde el punto de vista del consumo de combustible. Sin embargo, no todo el progreso alcanzado es visible, ya que aún hay muchos vehículos viejos en la calle. Los avances logrados hasta el presente pueden evaluarse en forma más adecuada mediante la comparación del desempeño ambiental promedio de los modelos en venta actualmente con los vehículos en uso. Particularmente cuando se trata de las emisiones, la diferencia es clara. Si se sustituyera el parque vehicular actual por los modelos más avanzados en cada línea, el consumo de combustible y las emisiones del transporte automotor descenderían drásticamente con un desempeño y comodidad aún más satisfactorios. Y aún hay más avances en puerta.

El motor que impulsa los avances tecnológicos es ante todo la competencia. El tema del calentamiento global, así como los problemas de la contaminación local, empiezan a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo acelerado de innovaciones en un mercado por lo demás maduro. Esto es importante porque los avances previstos en el diseño de vehículos y su efecto en el ambiente compensarán con creces la repercusión potencialmente negativa que se derivaría de un crecimiento aún mayor de la circulación. Si se tienen en cuenta todos los parámetros pertinentes, tales como el número de automóviles en circulación actualmente, así como el crecimiento previsto, la forma en que se han utilizado y desechado los vehículos, así como sus factores de emisión, con el tiempo habrá avances considerables en la guerra contra la contaminación tanto local como global.

Por otra parte, todos los análisis que se han llevado a cabo hasta la fecha muestran que, si la infraestructura disponible es inadecuada, puede perderse buena parte del progreso logrado mediante el diseño de vehículos más avanzados. El congestionamiento inevitablemente conduce a un mayor consumo de combustible. Es por ello que el enfoque adoptado con miras a reducir las emisiones tendría que incluir mejoras tanto en la forma en que se organiza el transporte automotor como en los propios automóviles para hacerlos más avanzados. El uso de la informática en el transporte automotor podría tener un papel de primer orden en este enfoque.

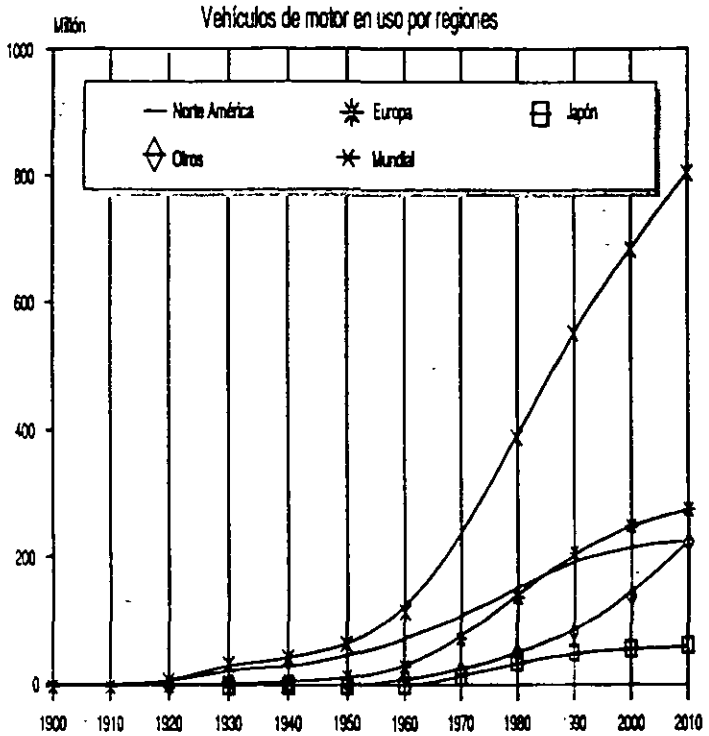
Si se consideran las soluciones ofrecidas por una combinación más eficaz de los diferentes modos de transporte, podría resultar conveniente encarar el concepto de transporte como un todo. Sin embargo, cabe hacer notar que los avances tecnológicos previstos en el diseño de vehículos harán que disminuya en gran medida la ventaja que tiene el transporte público desde el punto de vista de las bajas emisiones cuando compite con el automóvil privado. Incluso hoy en día, existen unos cuantos casos en los que el monto de la energía utilizada por pasajero-km por los vehículos automotores sea más bajo que el de transporte por vía ferroviaria en virtud del bajo factor de carga que este último puede tener. Esta desventaja del transporte público podría resultar más visible si, por ejemplo, los autos urbanos que utilicen la mitad de la energía por pasajero-km comparado con el automóvil de pasajeros promedio se utilizara en forma más generalizada.

Con base en lo anterior, se pueden hacer las recomendaciones siguientes:

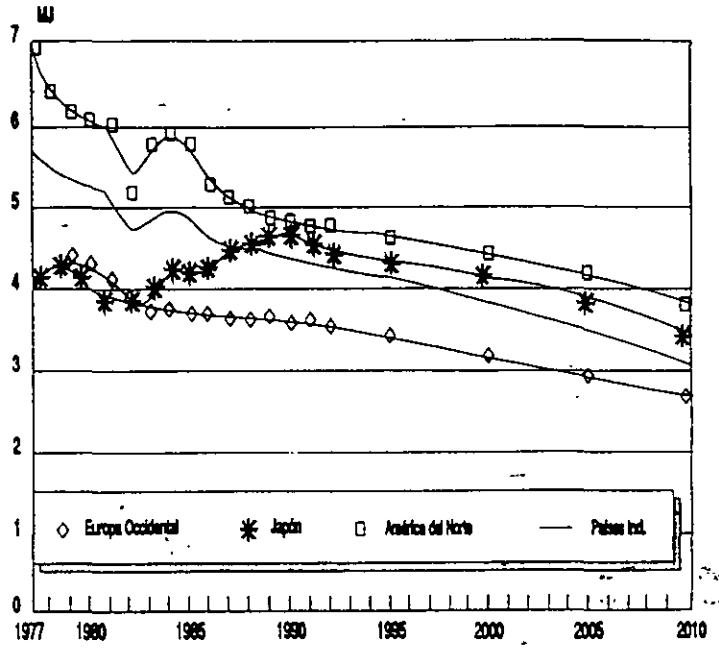
1). Cuando se habla acerca de las tendencias futuras en el crecimiento del transporte automotor deberá adoptarse un enfoque realista.
2). Deberá tenerse en cuenta la capacidad técnica de la industria automotriz para hacer un uso adecuado de todos los avances tecnológicos en el campo de la informática y de nuevos materiales con el fin de reducir las emisiones a un mínimo.
3). La industria automotriz ha puesto de manifiesto un alto grado de compromiso para responder positiva y rápidamente al interés por el ambiente. La competencia se convierte cada día más en el motor que mueve las acciones que toman las diferentes empresas en esta área.
4). Si se requieren resultados a la brevedad, un parámetro importante sería la pronta sustitución de los vehículos automotores viejos que no cumplen con las normas actuales en lo que a bajo consumo de combustible y baja contaminación se refiere.
5). Otra forma de lograr resultados rápidos en los países que no llevan a cabo controles regulares es por medio de una reglamentación más estricta en lo que hace a la verificación de automóviles para reducir el consumo de combustible y, por ende, el nivel de emisiones.
6). Deberán tomarse medidas con el fin de evitar que los efectos positivos en el ambiente de un diseño automotriz más avanzado se vean contrarrestados o incluso compensados en exceso, por un sistema de vialidad inadecuado.

7). Sería conveniente considerar el problema en un contexto más amplio, así como determinar el potencial que tiene el sistema de transporte para hacer que disminuyan tanto la contaminación como el consumo de energía. Sin embargo, cualquier intento por redefinir todo el concepto de transporte tendría que tener en cuenta que, en un número cada vez mayor de casos, los avances tecnológicos en el diseño de vehículos automotores podría volverlos totalmente competitivos con respecto al transporte ferroviario, no sólo en términos de costos, sino también en función del ambiente. En muchos casos, el bajo factor de carga del transporte público hace que disminuya su alcance en la reducción de su efecto en el ambiente si se sustituye por transporte privado.

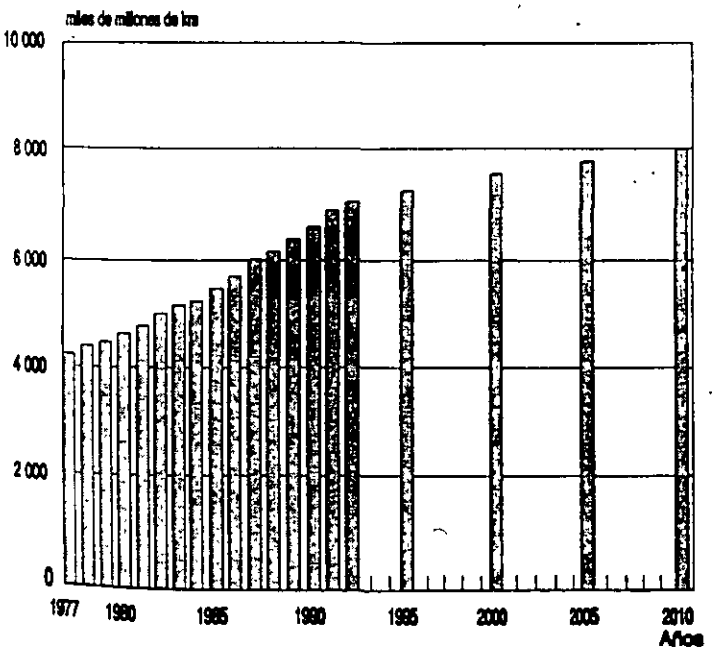
Gráfica 1
Vehículos de motor en uso por regiones



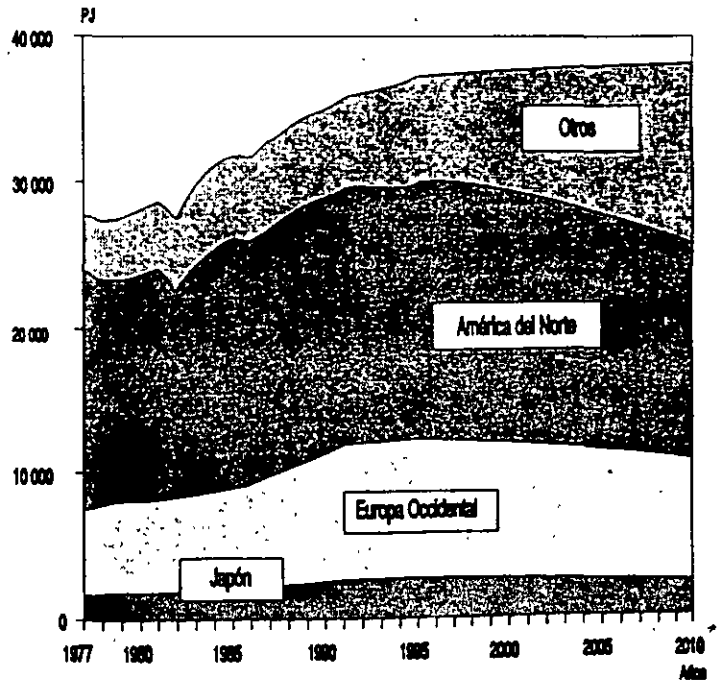

Gráfica 2
Energía utilizada por vehículo-km en Japón, América del Nte. y Europa Occidental




Gráfica 3
Kilómetros recorridos por vehículos de motor en Japón, América del Norte y Europa Occidental



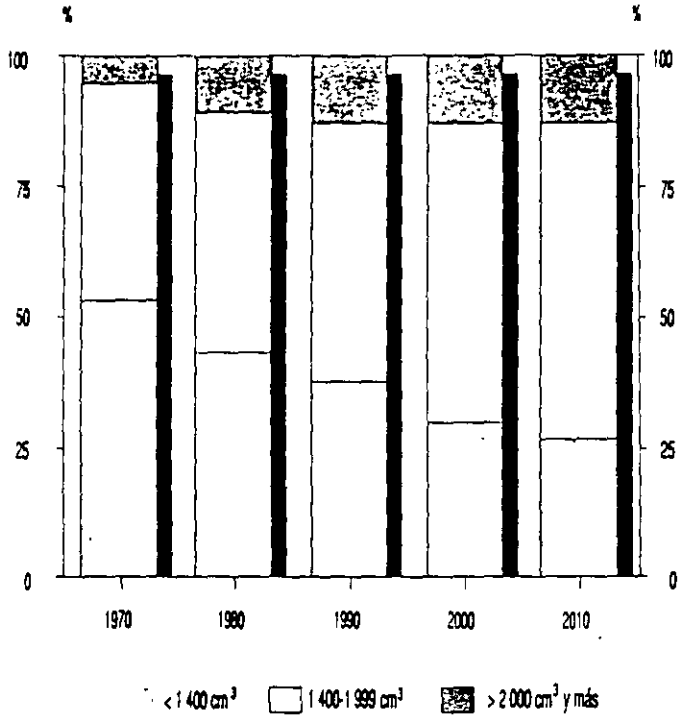

Gráfica 4
Energía utilizada por tránsito automotor(estimado)



Gráfica 5

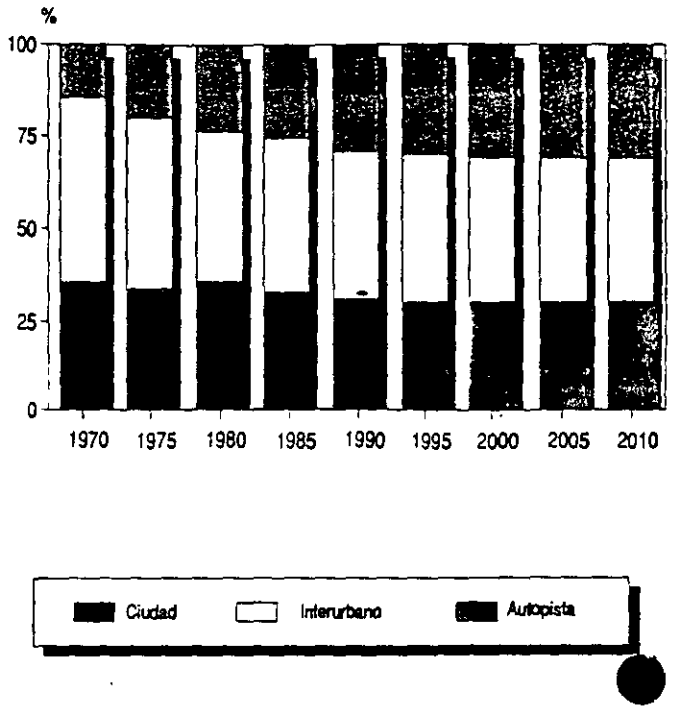
Parque vehicular en Alemania Occidental

motores de gasolina por capacidad cúbica




Gráfica 6

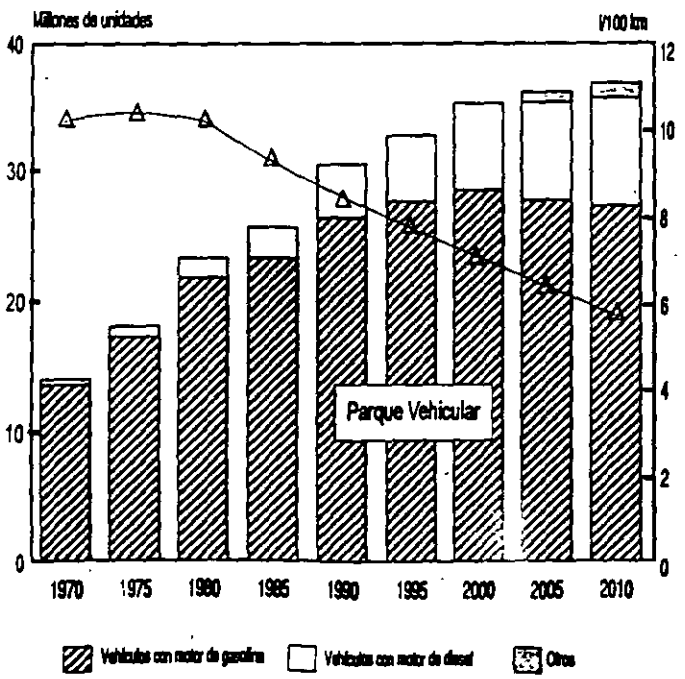
Kilómetros recorridos por autos en Alemania Occidental por categorías de carreteras




Gráfica 7

Alemania Occidental

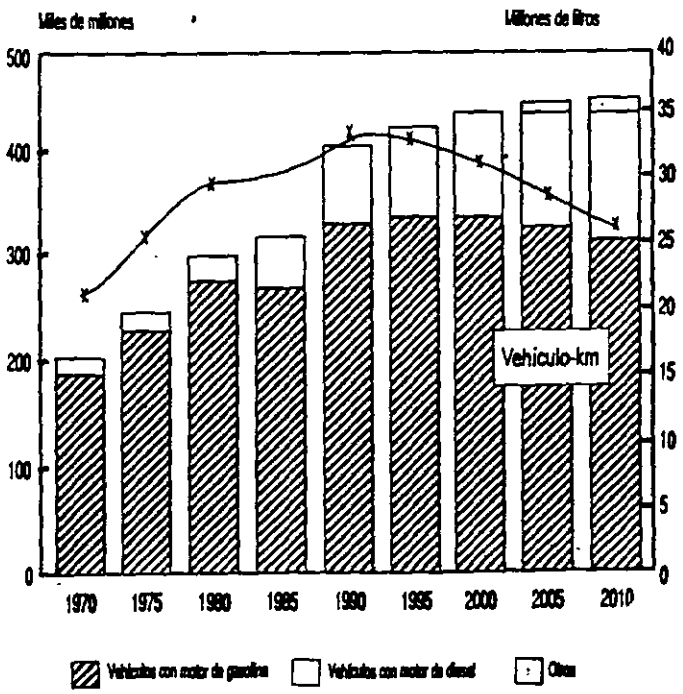
Promedio de consumo de combustible de autos en circulación



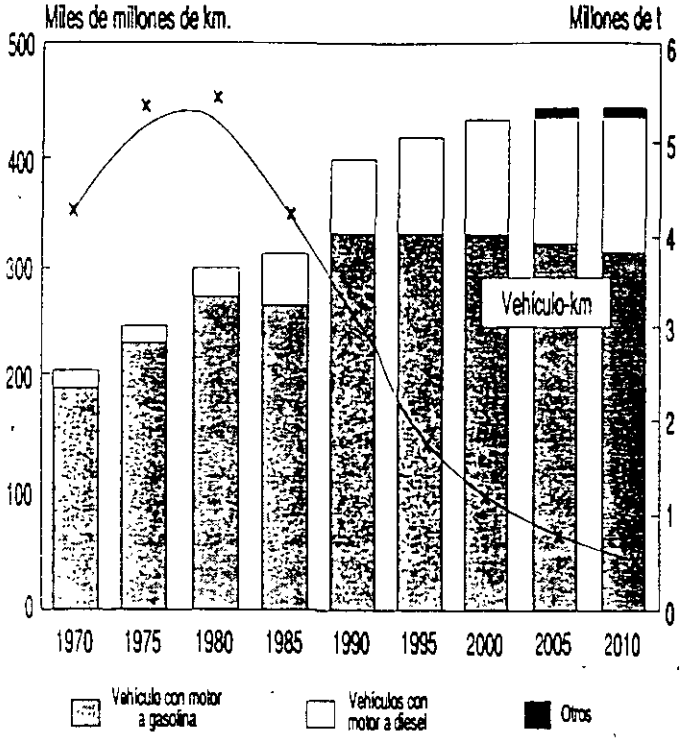

Gráfica 8

Alemania Occidental

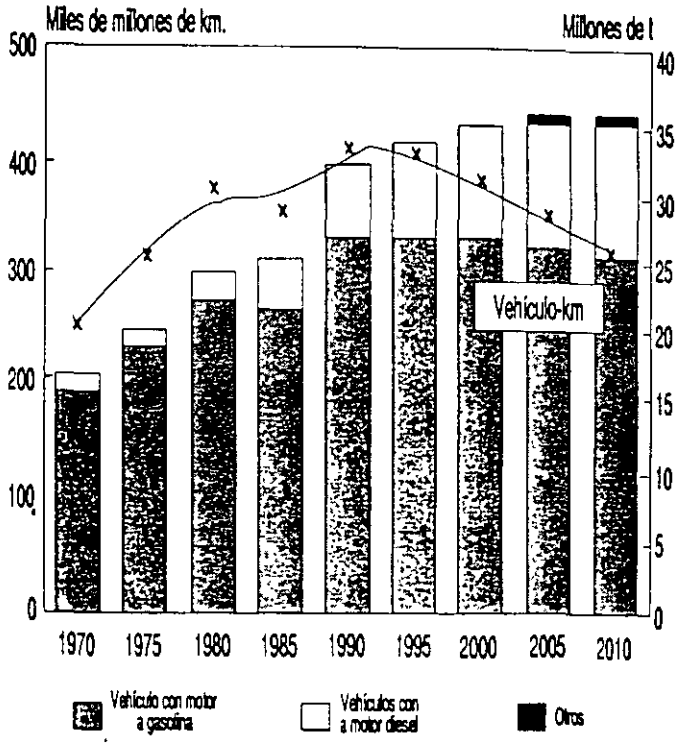
Consumo total de combustible por autos en circulación



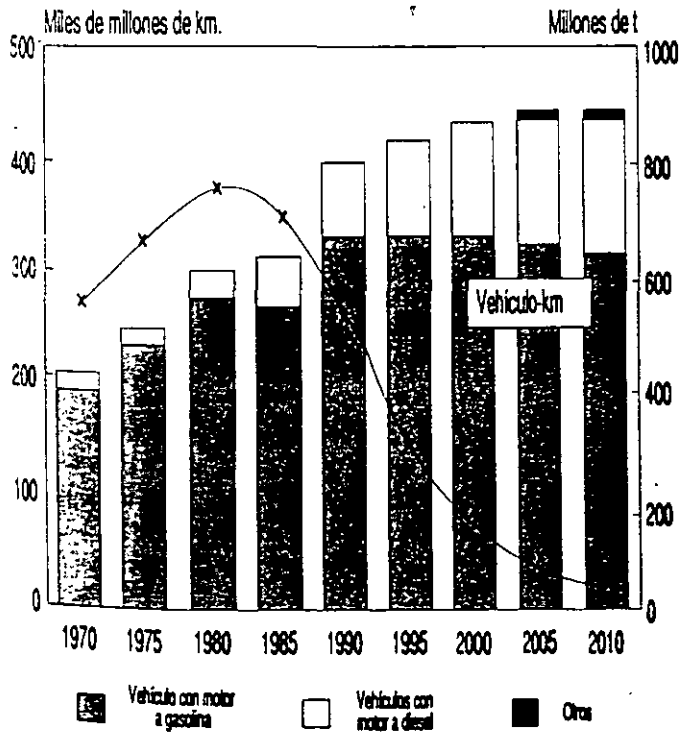
## Gráfica 9
## Emisión-CO



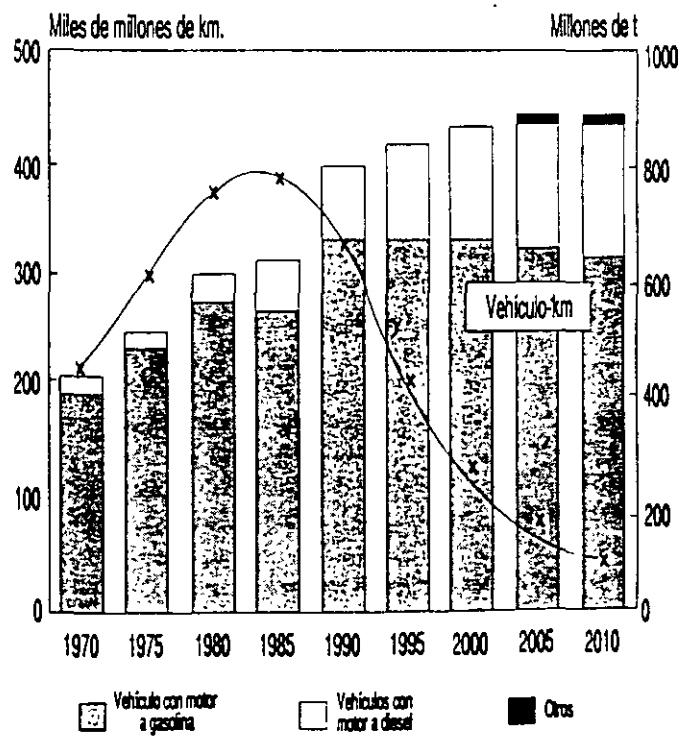

## Gráfica 10
## Emisión-$CO_2$




## Gráfica 11
## Emisión-HC




## Gráfica 12
## Emisión-NOx



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Tratamiento de la Variable Ambiental en los Sistemas de Transporte

*Los Suelos Constituyen la Base Principal de los Sistemas del Mundo*

Expositor: Ing. Jorge Aguilar Ugarte Orozco
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO Postal M-2285
Telefonos. 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

## LOS SUELOS, CONSTITUYEN LA BASE PRINCIPAL DE LOS ECOSISTEMAS DEL MUNDO.

LOS SUELOS SE DEFINEN DESDE DIVERSAS PERSPECTIVAS; ES DECIR, SEGÚN EL CRISTAL DE LA CIENCIA QUE LOS ESTUDIE. PARA LA INGENIERÍA ES EL SUSTRATO SOBRE EL CUÁL SE EDIFICARÁ UN VOLUMEN; DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLÓGICO SERÁ UNA CAPA DE ROCA DISGREGADA. PERO EDAFOLÓGICAMENTE, ES UN SISTEMA ABIERTO QUE PRESENTA INTERCAMBIOS DE MATERIA Y ENERGÍA CON EL MEDIO, DONDE SE DESARROLLAN PROCESOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, RESPONSABLES DE SU MORFOLOGÍA. ADEMÁS, LOS SUELOS SON DINÁMICOS, CAMBIAN EN EL ESPACIO Y SIRVEN DE SOPORTE PARA LA VEGETACIÓN, UNA CARACTERÍSTICA RELEVANTE PUES DE ELLA DEPENDEN LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, FUENTE DE ALIMENTO PARA LA HUMANIDAD. LOS SUELOS SE ORIGINAN DE MANERA NATURAL POR LA COMBINACIÓN DE 5 FACTORES DENOMINADOS "FORMADORES DE SUELO": ROCA, CLIMA ORGANISMOS RELIEVE Y TIEMPO.

EL SUELO ES LA BASE DE TODOS LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES Y PARA PRESERVAR EL AMBIENTE Y LA RIQUEZA BIÓTICA ES NECESARIO ESTUDIAR LOS PROCESOS QUE SE PRESENTAN EN ELLOS PUES ASÍ SE COMPRENDE MEJOR LA DINÁMICA DE LOS ECOSISTEMAS. LOS SUELOS TAMBIÉN TIENEN LA FUNCIÓN DE SER PURIFICADORES NATURALES DEL AMBIENTE. ASÍ, CUANDO UN CONTAMINANTE PENETRA EN EL SUELO, VÍA AIRE Ó AGUA, SU DISPERSIÓN SE DETIENE POR MUY DIVERSOS PROCESOS ENTRE LOS CUALES DESTACAN LA ADSORCIÓN, ABSORCIÓN, PRECIPITACIÓN, REDUCCIÓN, OXIDACIÓN, DEGRADACIÓN, ETC.

UN EJEMPLO SERÍAN LOS RESIDUOS INDUSTRIALES CON GRANDES CANTIDADES DE MATERIAL ORGÁNICO DISUELTO QUE, AL LEGAR A LOS CUERPOS DE AGUA, MODIFICAN TOTALMENTE LA FLORA Y FAUNA NATURALES, EÚTROFICANDO LOS SISTEMAS ACUÁTICOS. SI ESTOS MATERIALES ORGÁNICOS EN SOLUCIÓN LLEGAN A LOS SUELOS, ES MUY PROBABLE QUE GRAN CANTIDAD DEL CONTAMINANTE SE ADSORBA, SE RETENGA Y SEA DEGRADADO POR LOS MICROORGANISMOS EDAFÍCOLAS.

LOS SUELOS SE PUEDEN CLASIFICAR EN JÓVENES, MADUROS Y SENILES. ESTOS ESTADIOS SON EL PRODUCTO DE LA INTERACCIÓN DE LOS FACTORES FORMADORES DE SUELO. DE MODO QUE UN ELEMENTO DOMINA, POR EJEMPLO, EL CLIMA, EL INTEMPERISMO ES ACELERADO Y SE FORMA RÁPIDAMENTE UN SUELO VIEJO O SENIL.

EL TIEMPO DESEMPEÑA UN PAPEL IMPORTANTE JUNTO CON LOS DEMÁS FACTORES. SI SE TOMA EN CUENTA EL TIEMPO EL TIEMPO DE FORMACIÓN DEL SUELO, SE PODRÍA CATALOGAR A ESTE COMO UN RECURSO NATURAL NO RENOVABLE.

PARA LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES ES SUELO ES LA BASE PRINCIPAL, POR ELLO EN LA DEFINICIÓN DE SUELO TAMBIÉN SE INCLUYEN LOS ORGANISMOS QUE SOSTIENE, NO SOLO COMO SOPORTE FÍSICO SINO COMO MEDIO DE CULTIVO.

PARA QUE EXISTA VEGETACIÓN DE MANERA NATURAL, ES NECESARIA LA PRESENCIA DE UN SUELO QUE BRINDE LOS ELEMENTOS REQUERIDOS PARA SU DESARROLLO. ALLÍ SE INICIAN LAS CADENAS ALIMENTARIAS: LOS HERBÍVOROS REQUIEREN DE LAS PLANTAS PARA VIVIR, EN TANTO LOS CONSUMIDORES SECUNDARIOS, LOS CARNÍVOROS, REQUIEREN DE LOS HERBÍVOROS PARA SU SUBSISTENCIA. SI SE CORTA LA BASE DE LA CADENA, SE PIERDE EL ECOSISTEMA.

POR ELLO RESULTA UN TANTO INCOMPRENSIBLE, QUE SE TENGA TANTA ATENCIÓN HACÍA LAS ESPECIES DE CARNÍVOROS Y PLANTAS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN Y MUY POCA AL SUELO EN PELIGRO DE EXTINCIÓN. PRÁCTICAMENTE NO SE HABLA DE ELLO PORQUE SE PIENSA ERRÓNEAMENTE QUE ES UN RECURSO NATURAL RENOVABLE SIN RESPETO ALGUNO. LA DEFORESTACIÓN, ES TANTO QUE NO SE PREVÉ LAS CONSECUENCIAS QUE ELLO PUEDA TENER, POR EJEMPLO LA MODIFICACIÓN DEL CLIMA Y RECARGA DE MANTOS ACUÍFEROS, ENTRE OTROS.

PARA QUE SE FORME UN CENTÍMETRO DE SUELO, TENDRÁN QUE PASAR 33 AÑOS Y PARA EL LLAMADO OXISOL, ALREDEDOR DE 7 MIL 500 AÑOS.

LOS SUELOS SE DIFERENCIAN POR SUS PROPIEDADES Y LOS PROCESOS QUE EN ELLOS OCURREN. EN LA REPÚBLICA MEXICANA SE ENCUENTRAN SUELOS LLAMADOS ANDOSOLES: SUELOS CON UNA CAPA SUPERFICIAL NEGRA, DEBIDO A LA CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA QUE CONTIENEN Y A CENIZA VOLCÁNICA.

DESAFORTUNADAMENTE EN MÉXICO LOS ANDOSOLES CON CULTIVADOS CON MAÍZ Y LUEGO DE 2 O 3 AÑOS, ABANDONADOS Y POR EL EFECTO DEL AMBIENTE, EROSIONADOS. LA VOCACIÓN DE ESTOS SUELOS ES PRINCIPALMENTE SILVÍCOLAS, POR LO QUE SE DEBE CULTIVAR EL BOSQUE. POR CIERTO, ES UNA ACTIVIDAD QUE NO NACE EN EL PAÍS. EN CAMBIO, LOS PAÍSES QUE VIVEN DE LA SILVICULTURA, CULTIVAN Y CUIDAN LOS BOSQUE. AQUÍ SE ESPERA A QUE CREZCA EL ÁRBOL, PARA DESPUÉS HACER CARBÓN Y SEMBRAR MAÍZ HASTA QUE SE AGOTA SU FERTILIDAD QUE CASI SIEMPRE ES UNOS CUANTOS AÑOS. ESA ES UNA MANERA DE DEGRADAR LOS SUELOS, OTRA ES LA EROSIÓN (EÓLICA E HÍDRICA) QUE AFECTA AMPLIAS ZONAS DE LOS ESTADOS DE MÉXICO E HIDALGO DONDE LAS CÁRCAVAS LLEGAN A VARIOS METROS DE PROFUNDIDAD.

UNO DE LOS TIPOS DE CONTAMINACIÓN DE LOS SUELO QUE HASTA AHORA HA SIDO POCO ATENDIDA POR LAS AUTORIDADES RESPONSABLES ES LA DEGRADACIÓN QUÍMICA.

LOS PLAGUISIDAS, LOS RESIDUOS CON METALES PESADOS, LOS HIDROCARBUROS ASÍ COMO LOS LIXIVIADOS DE LOS DEPÓSITOS DE RESIDUOS DOMÉSTICOS QUE TIENEN CONTACTO CON LOS SUELOS, EJEMPLIFICAN LA DEGRADACIÓN QUÍMICA DE LOS SUELOS.

CABE MENCIONAR QUE EN EL SUELO SE PRESENTAN VARIOS PROCESOS QUE ATENÚAN LOS DAÑOS DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS. ESTUDIOS COMPARATIVOS ENTRE CONTAMINANTES EN LA ATMÓSFERA, EN EL SUELO Y EL AGUA SEÑALAN QUE SU TIEMPO DE RESIDENCIA SON DISTINTOS Y, POR LO MISMO

CON DIFERENTES GRADOS DE IMPACTO EN LOS ORGANISMOS. EN EL AIRE, POR EJEMPLO, LA RESIDENCIA ES RELATIVAMENTE CORTA, AUNQUE SU EFECTO TÓXICO ES ALTO PORQUE LA INGESTIÓN POR EL HOMBRE PUEDE SER DIRECTA. EN EL AGUA, EN CAMBIO, EL TIEMPO DE RESIDENCIA ES MAYOR QUE EN EL AIRE Y TAMBIÉN SU TOXICIDAD ES ALTA EN RAZÓN DE QUE EL LÍQUIDO ES VITAL PARA MUCHOS ORGANISMOS.

EL TIEMPO DE RESIDENCIA DE LOS CONTAMINANTES EN EL SUELO ES MUCHO MÁS ESPACIOSO QUE PUEDE DESACTIVARSE POR DIVERSAS REACCIONES QUÍMICAS; POR EJEMPLO CON OXIDACIÓN. EL PELIGRO DE TOXICIDAD ES LENTO DADO QUE PARA SE INGERIDO PRIMERO SE TIENE QUE PASAR POR DIVERSOS ESTRATOS.

AHORA BIEN, PRIMERO SE TIENE QUE RECONOCER QUE EXISTE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS Y QUE ES ALTAMENTE PELIGROSA, TAL COMO LA DEGRADA LA ATMÓSFERA O LOS CUERPOS DE AGUA. EL PROBLEMA PRINCIPAL RADICA EN QUE NO SE RECONOCE. Y AL NO RECONOCERSE, NO SE ATIENDE NI SE TRAZAN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA RESOLVERLO.

EN NUESTRO PAÍS LAS FUENTES CONTAMINANTES MÁS COMUNES DEL SUELO SON LOS RESIDUOS Y DESECHOS DE CIERTAS INDUSTRIAS, COMO LA MINERA. LOS PROCESOS QUÍMICOS CON LOS QUE SE SEPARA EL MINERAL SON ALTAMENTE TÓXICOS, PUES SUS DESECHOS SE DEPOSITAN EN LUGARES INADECUADOS QUE RESULTAN SUMAMENTE PELIGROSOS A LA VIDA QUE LOS CIRCUNDA. EN OTROS CASOS, COMO LOS DE EMPRESAS QUE UTILIZAN CROMO EN SUS PROCESOS INDUSTRIALES, LOS RESIDUOS NO SOLO CONTAMINAN LOS SUELOS SINO LA ATMÓSFERA, ATENTANDO VIRTUALMENTE CONTRA LA SALUD DE LA GENTE QUE LO INHALA. SE HA COMPROBADO QUE EL CROMO PRODUCE DESDE PEQUEÑOS DAÑOS EN EL APARATO RESPIRATORIO HASTA LA DESTRUCCIÓN DE LAS MUCOSAS NASALES.

LA INDUSTRIA METALMECÁNICA TAMBIÉN CONTAMINA LOS SUELOS AL VERTER DIRECTAMENTE AL DRENAJE CANTIDADES IMPORTANTES DE ÁCIDO SULFÚRICO MEZCLADO CON METALES PESADOS COMO PLOMO, ZINC, NÍQUEL COBRE Y GRANDISIMAS CANTIDADES DE HIERRO.

"SI SE RECONOCE EL PROBLEMA Y SE IDENTIFICA EL MOMENTO QUE ESTÁ OCASIONANDO LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS, ES POSIBLE DILUIR EL EFECTO CONTAMINANTE DE MANERA QUÍMICA Y DE MANERA BIOLÓGICA. EXISTEN ALGUNOS PROCESOS PARA REVERTIR CIERTOS GRADOS DE DEGRADACIÓN EDÁFICA".

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

*Anexo Velocidad*

Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Telefonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# ANEXO
# VELOCIDAD

FIG. 1

ENOSCOPIO

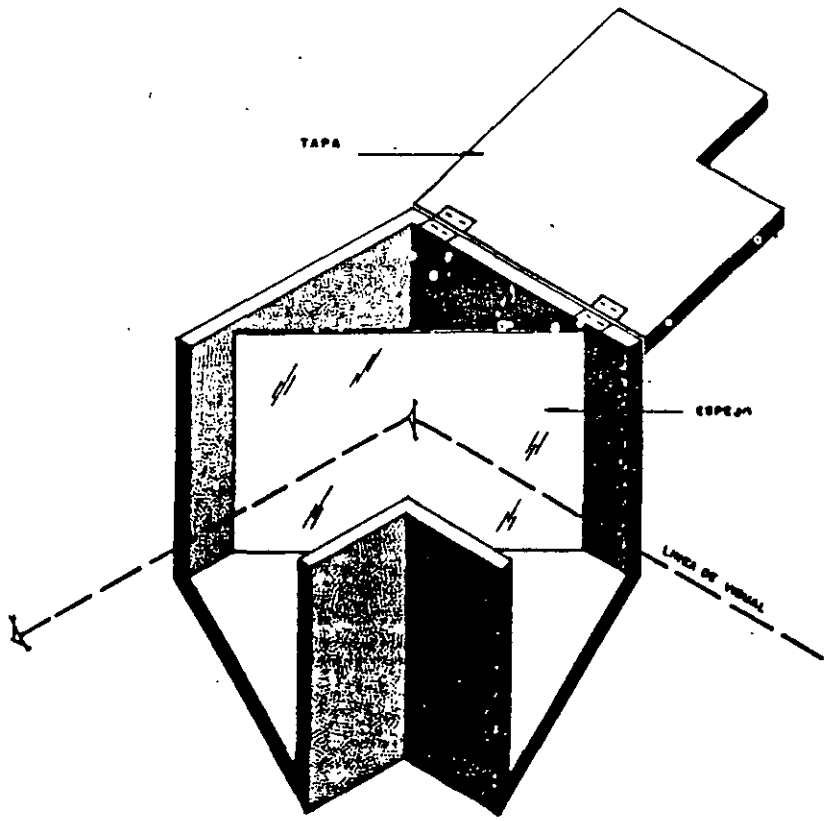
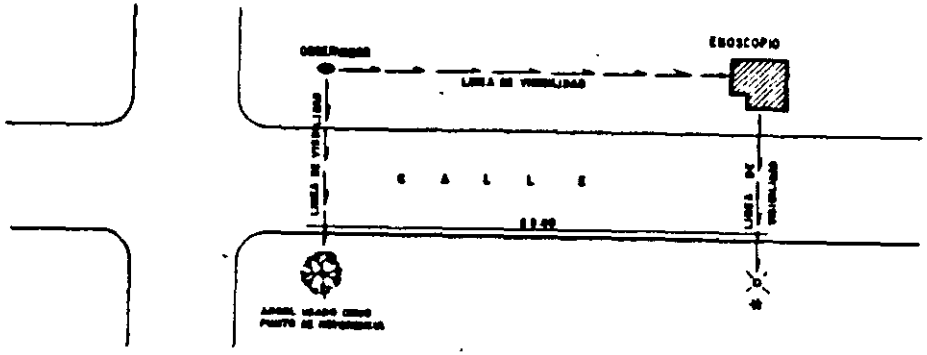


FIG 2

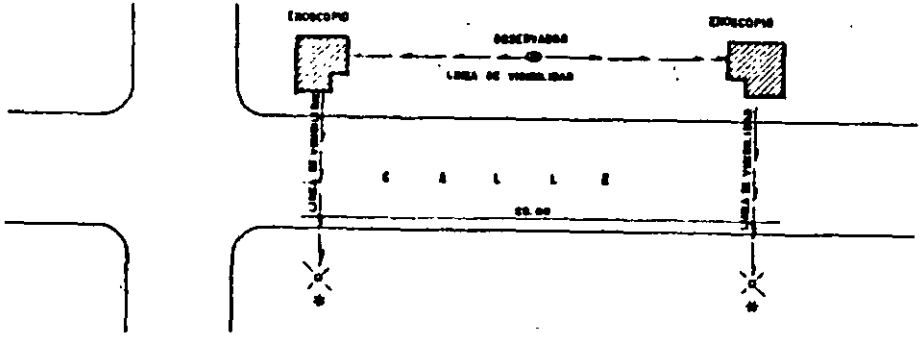
## ESTUDIO DE VELOCIDAD CON 1 ENOSCOPIO




* NOTA. [illegible]

FIG. 9 – 3

## ESTUDIO DE VELOCIDAD CON EL USO DE DOS ENOSCOPIOS




* NOTA [illegible]

FIG 4

## HOJA DE CAMPO PARA ESTUDIO DE VELOCIDADES DE PUNTO

### VELOCIDADES DE PUNTO

DIVISION
SUPERINTENDENCIA
TRAMO
KILOMETRO
LUGAR
DIRECCION DEL MOVIMIENTO

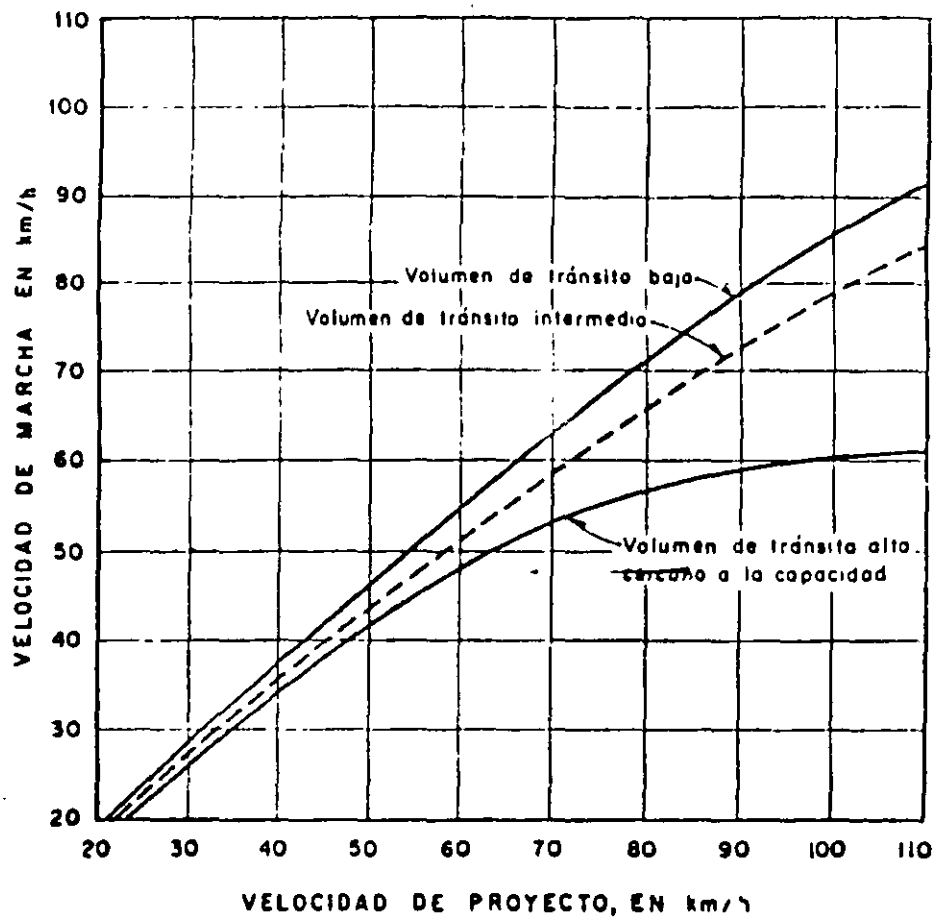
FECHA
HORA
ESTADO DEL TIEMPO
ESTADO DEL PAVIMENTO
DISTANCIA BASE

| VELOCIDAD EN km/h | TIEMPO EN SEGUNDOS | TOTAL | AUTOMOVILES | AUTOBUSES | CAMIONES |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

TOTAL DE VEHICULOS

VELOCIDAD DE PERCENTIL

Observaciones




| VELOCIDAD DE PROYECTO EN km/h | VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h | | |
|---|---|---|---|
| | VOLUMEN DE TRANSITO BAJO | VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO | VOLUMEN DE TRANSITO ALTO |
| 25 | 24 | 23 | 22 |
| 30 | 28 | 27 | 26 |
| 40 | 37 | 35 | 34 |
| 50 | 46 | 44 | 42 |
| 60 | 55 | 51 | 48 |
| 70 | 63 | 59 | 53 |
| 80 | 71 | 66 | 57 |
| 90 | 79 | 73 | 59 |
| 100 | 86 | 79 | 60 |
| 110 | 92 | 85 | 61 |

FIGURA 5.18. RELACIONES ENTRE VELOCIDADES DE MARCHA Y DE PROYECTO

## TABLA 6-1
### DESVIACIONES NORMALES DE VELOCIDADES DE PUNTO PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

| TIPO DE TRANSITO | TIPO DE CAMINO | DESVIACION NORMAL PROMEDIO | |
|---|---|---|---|
| | | KM/HR | MI/HR |
| RURAL | DOS - CARRILES | 8.50 | 5.30 |
| RURAL | CUATRO CARRILES | 6.80 | 4.20 |
| INTERMEDIO | DOS CARRILES | 8.50 | 5.30 |
| INTERMEDIO | CUATRO CARRILES | 8.50 | 5.30 |
| URBANO | DOS CARRILES | 7.70 | 4.80 |
| URBANO | CUATRO CARRILES | 7.90 | 4.90 |
| VALOR REDONDEADO | | 8.00 | 5.00 |

## TABLA 6-2
### CONSTANTE CORRESPONDIENTE AL NIVEL DE CONFIABILIDAD

| CONSTANTE K | NIVEL DE CONFIABILIDAD ( POR CIENTO) |
|---|---|
| 1.00 | 68.30 |
| 1.50 | 86.60 |
| 1.64 | 90.00 |
| 1.96 | 95.00 |
| 2.00 | 95.50 |
| 2.50 | 98.80 |
| 2.58 | 99.00 |
| 3.00 | 99.70 |

## TABLA 6-3
### LONGITUDES RECOMENDADAS PARA ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO

| VELOCIDAD PROMEDIO DE LA CORRIENTE DEL TRANSITO | | LONGITUD RECORRIDA | | FACTOR DE CONVERCION PARA CAMBIAR A SEGUNDOS | |
|---|---|---|---|---|---|
| KM/HR | MI/HR | PIES | M | KM/HR | MI/HR |
| ABAJO DE 40 | ABAJO DE 25 | 88 | 25 | 90 | 60 |
| 40 A 45 | 25 A 40 | 176 | 50 | 180 | 120 |
| ARRIBA DE 65 | ARRIBA DE 40 | 264 | 75 | 270 | 180 |

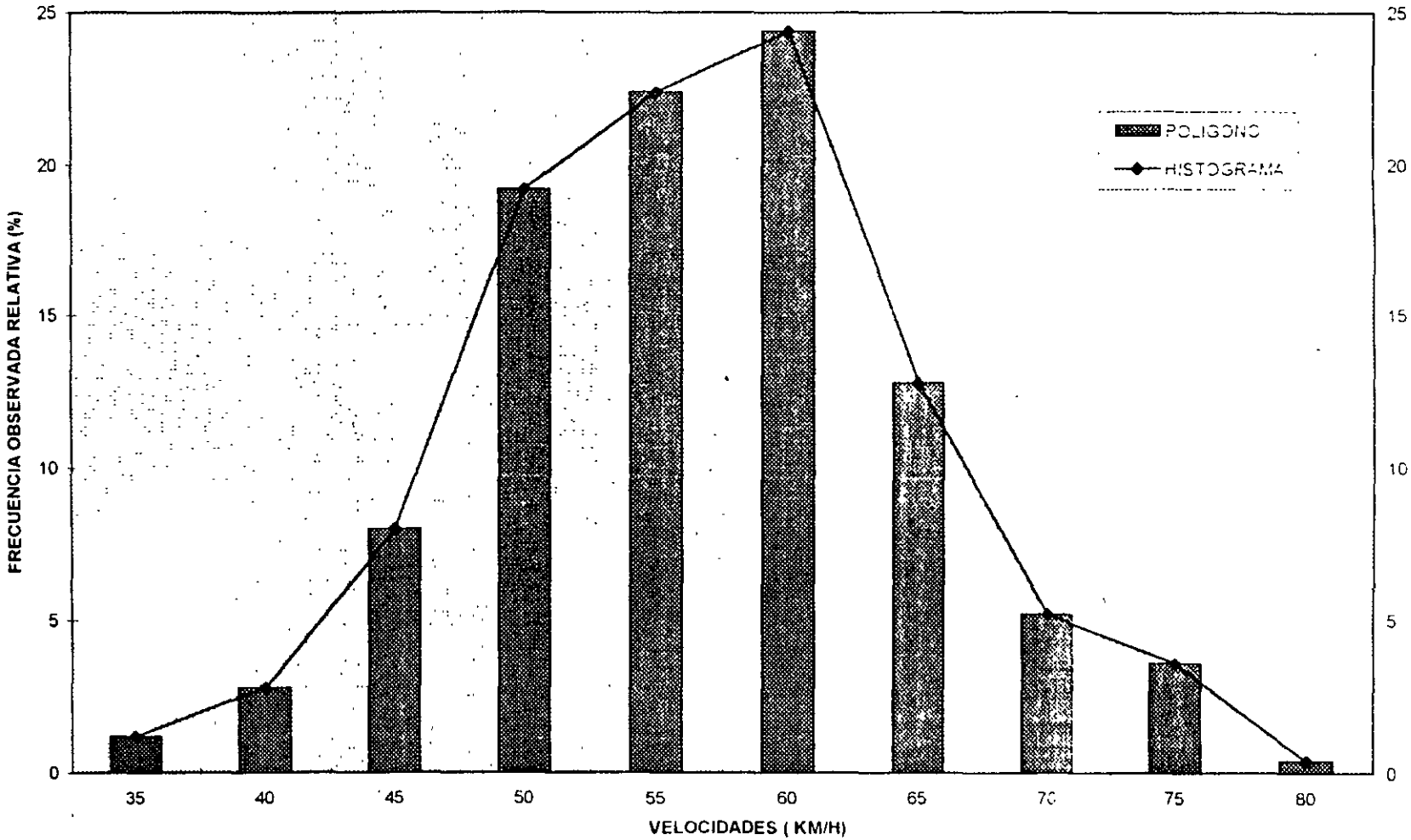
FUENTE: MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO, CAPITULO 6.

# TRATAMIENTO ESTADISTICO DE DATOS PARA VELOCIDADES DE PUNTO

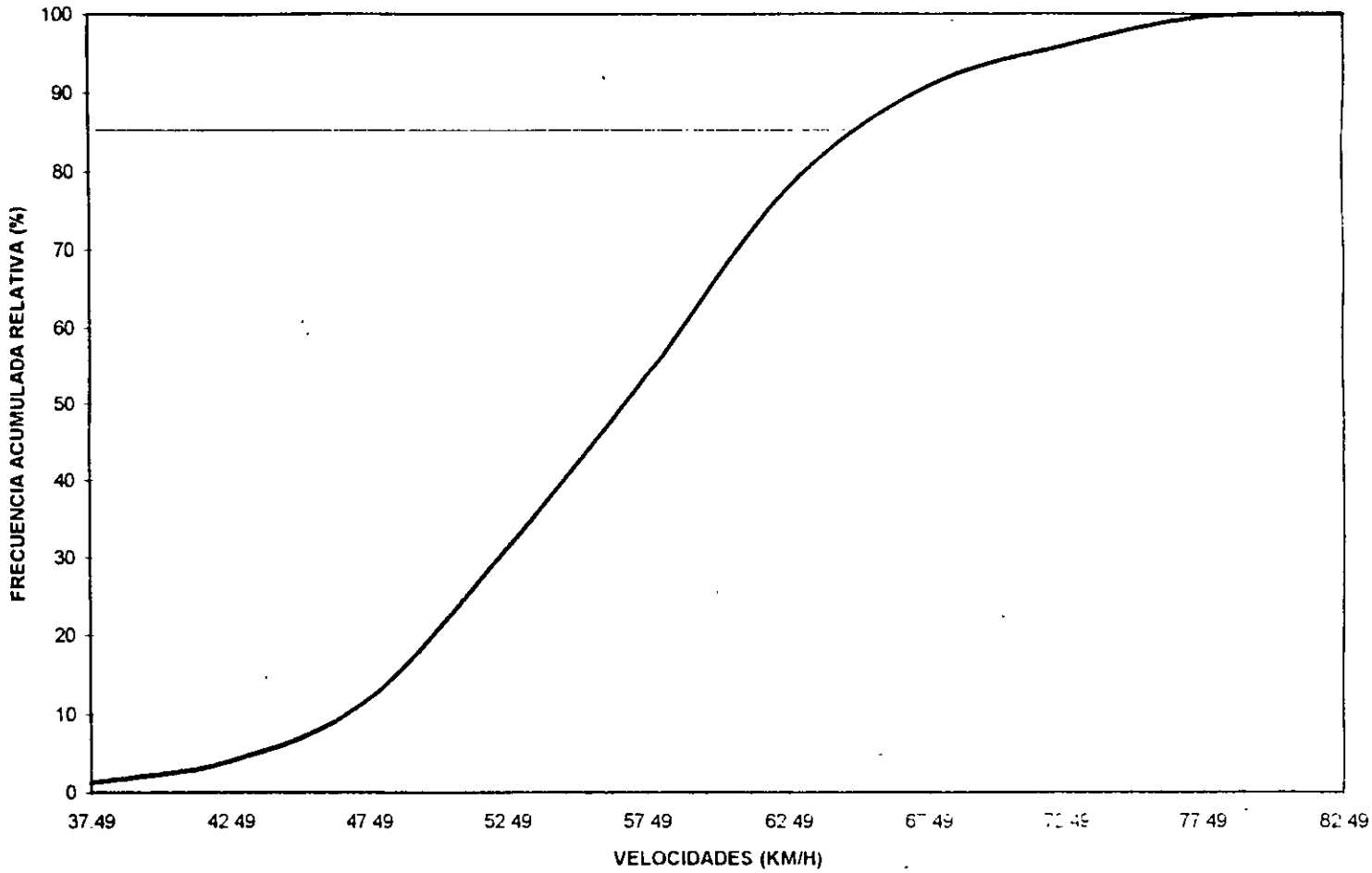
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INTERVALO DE CLASE | PUNTO | FRECUENCIA OBSERVADA | | FRECUENCIA ACUMULADA | | (COL 2)2 | COL. 3 x COL 2 | COL. 3 x COL. 6 |
| GRUPOS DE VELOCIDAD KM/H | MEDIO vi (KM/H) | ABSOLUTA fi | RELATIVA (fi / n) 100 % | ABSOLUTA fi acum. | RELATIVA (fi acum./n)100 % | vi 2 | fivi | fivi 2 |
| 32.5-37.49 | 35 | 3 | 1.2 | 3 | 1.2 | 1225 | 105 | 3675 |
| 37.5-42.49 | 40 | 7 | 2.8 | 10 | 4 | 1600 | 280 | 11200 |
| 42.5-47.49 | 45 | 20 | 8 | 30 | 12 | 2025 | 900 | 40500 |
| 47.5-52.49 | 50 | 48 | 19.2 | 78 | 31.2 | 2500 | 2400 | 120000 |
| 52.5-57.49 | 55 | 56 | 22.4 | 134 | 53 6 | 3025 | 3080 | 169400 |
| 57.5-62.49 | 60 | 61 | 24.4 | 195 | 78 | 3600 | 3660 | 219600 |
| 62.5-67.49 | 65 | 32 | 12.8 | 227 | 90.8 | 4225 | 2080 | 135200 |
| 67.5-72.49 | 70 | 13 | 5.2 | 240 | 96 | 4900 | 910 | 63700 |
| 72.5-77.49 | 75 | 9 | 3 6 | 249 | 99 6 | 5625 | 675 | 50625 |
| 77 5-82.49 | 80 | 1 | 0 4 | 250 | 100 | 6400 | 80 | 6400 |
| | | 250 | 100 | | | | 14170 | 820.5[illegible] |

Velocidad media temporal 56.68
Desviación estándar (S) 8.22
Error estándar de la media (E) 0.52
Tamaño apropiado de la muestra 120.14

HISTOGRAMA Y POLIGONO DE FRECUENCIAS DE VELOCIDADES DE PUNTO



CURVA DE FRECUENCIA OBSERVADA Y ACUMULADA DE VELOCIDADES DE PUNTO



FACUL
DIVISI
M.
UA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

*Anexo Tiempos de Recorrido*

**Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg Cuauhtemoc 06000 México D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# ANEXO
# TIEMPOS DE RECORRIDO

# ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS TECNICA DEL VEHICULO DE PRUEBA

HOJA DE CAMPO

Fecha _____ Condiciones atmosféricas _____ Viaje núm. _____

Tramo _____ en _____

El viaje empezó a las _____ en _____
(lugar) (kilometraje)

El viaje terminó a las _____ en _____
(lugar) (kilometraje)

| Puntos de control | |
|---|---|
| Lugar | Tiempo |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| Paradas o velocidad baja | | |
|---|---|---|
| Lugar | Demora en seg | Causa |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Longitud del recorrido _____ Tiempo del recorrido _____ Velocidad del recorrido _____

Tiempo de marcha _____ Tiempo parado _____ Velocidad de marcha _____

SIMBOLOS PARA CAUSAS DE DEMORA: S-Semáforos,
SA-Señal de "ALTO", VI-Vuelta a la izquierda,
VE-Vehículos estacionados, DF-Doble Fila, G-General
PE-Peatones, A-Ascenso y descenso de pasajeros por autobús

Comentarios _____

Observador _____

Hoja de campo para el estudio de tiempo de recorrido y demoras, por técnica del vehículo de prueba.

## TABLA V-I

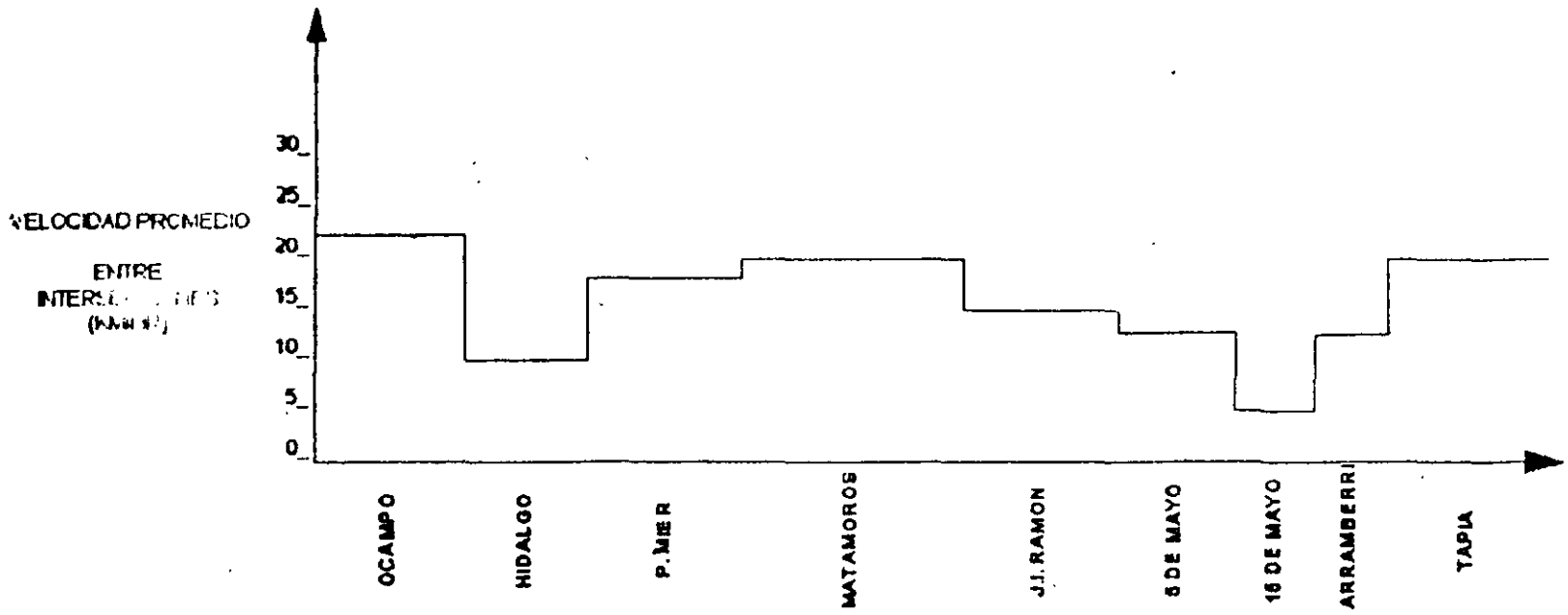
**TAMAÑO MINIMO APROXIMADO DE LA MUESTRA, NECESARIO PARA ESTUDIOS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS, CON UN NIVEL DE CONFIABILIDAD DEL 95%**

| RANGO PROMEDIO DE LA VELICIDAD DE RECORRIDO ( KM/HR) | NUMERO MINIMO DE RECORRIDOS PARA UN ERROR PERMISIBLE ESPECIFICO. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ± 2.0 KM/HR | ± 3.5 KM/HR | ± 5.0 KM/HR | ± 6.5 KM/HR | ± 8.0 KM/HR |
| 5.00 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 10.00 | 8 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 15.00 | 14 | 7 | 5 | 3 | 3 |
| 20.00 | 21 | 9 | 6 | 5 | 4 |
| 25.00 | 28 | 13 | 8 | 6 | 5 |
| 30.00 | 38 | 16 | 10 | 7 | 6 |

| RANGO PROMEDIO DE LA VELICIDAD DE RECORRIDO ( MI/HR) | NUMERO MINIMO DE RECORRIDOS PARA UN ERROR PERMISIBLE ESPECIFICO. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ± 1.0 MI/HR | ± 2.0 MI/HR | ± 3.0 MI/HR | ± 4.0 MI/HR | ± 5.0 MI/HR |
| 2.50 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5.00 | 8 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 10.00 | 21 | 8 | 5 | 4 | 3 |
| 15.00 | 38 | 14 | 8 | 6 | 5 |
| 20.00 | 59 | 21 | 12 | 8 | 6 |

FUENTE: MANUAL DE ESTUDIOS DE INGEMIERIA DE TRANSITO.

**PERFIL DE VELOCIDADES DE RECORRIDO CON BASE EN LA DISTANCIA Y EL TIEMPO DE RECORRIDO**
**CUAUHTEMOC HACIA EL NORTE**



## TABLA 7-2
### RESULTADO DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS

| RECORRIDO DE PRUEBA 20 KM | TIEMPO DE RECORRIDO ( MIN) | VELOCIDAD DE RECORRIDO (KM/HR) |
|---|---|---|
| 1 | 28.4 | 42.5 |
| 2 | 33.8 | 36.2 |
| 3 | 36.2 | 33.3 |
| 4 | 21.1 | 57.1 |
| 5 | 30.2 | 39.9 |
| 6 | 27.6 | 43.7 |
| 7 | 32.7 | 36.8 |
| 8 | 38.1 | 31.7 |
| 9 | 29.9 | 40.4 |
| 10 | 25.3 | 47.5 |

Calculo del tiempo medio de recorrido:

$\overline{T} = \Sigma T / N = 303.3 / 10 = 30.3$ min

Calculo de la desviación normal del tiempo de recorrido:

$s = \sqrt{\Sigma(T - \overline{T})^2 / N - 1} = \sqrt{234.37 / 9} = \sqrt{26.0411} = 5.10$ min

Cálculo de la velocidad media de recorrido:

$\overline{S} = 60\ N\ D / \Sigma T = (60)(10)(20.1) / 303.3 = 39.6$ km/hr.

Cálculo del rango promedio de la velocidad de recorrido:

$R = \Sigma S / (N-1) = 81.9 / 9 = 9.1$ km/hr

Fuente: Manual de Estudios de Ingenieria de Transito.

# BIBLIOGRAFIA


MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE INGENIERIA DE TRANSITO, REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA.

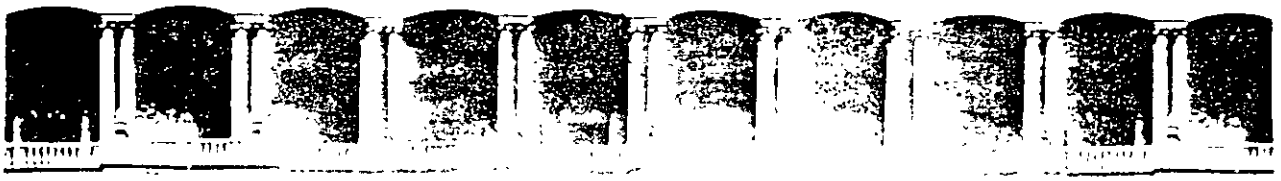
MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS, DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECTNICOS, SCT, 1986.

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS, SCT, CUARTA REIMPRESION 1991.

INGENIERIA DE TRANSITO, RAFAEL CAL Y MAYOR Y J. CARDENAS, EDITORIAL ALFAOMEGA, SEPTIMA EDICION 1994.

UNA FISONOMIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO, LAZO MARGAIN Y SANCHEZ ANGELES, EDITORIAL PORRUA, 1981.

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS (PROYECTO GEOMETRICO), LIBRO 2, SCT, 1984



FACUL
DIVISI
A.M.
NUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

***Anexo Volumenes de Tránsito***

**Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtemoc 06000 México D.F. APDO Postal M-2285
Telefonos 512-8965 512-5121 521-7335 521-1587 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# ANEXO
# VOLUMENES DE TRANSITO

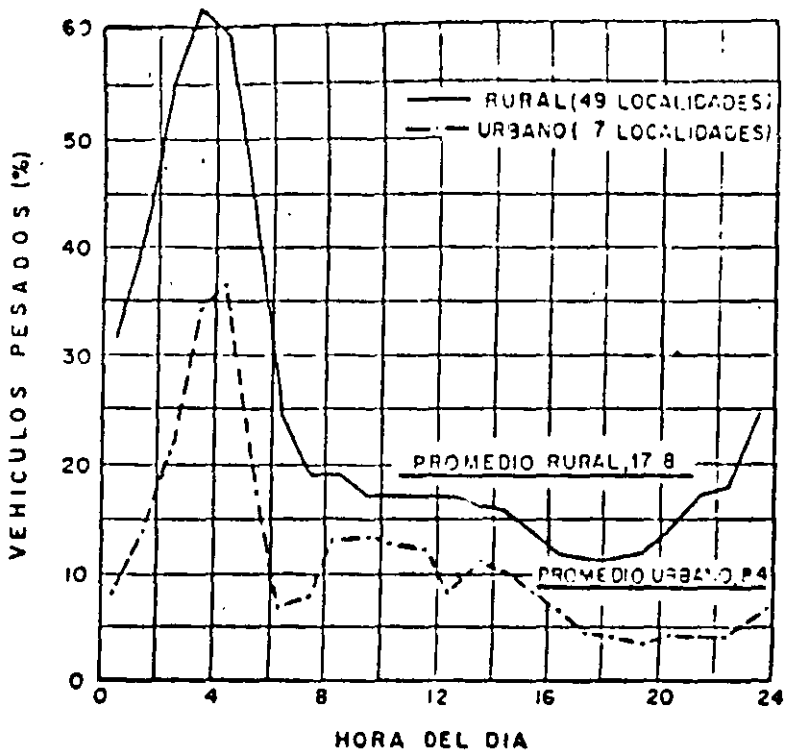



FIGURA 6.2. VARIACION DEL POR CIENTO DE VEHICULOS PESADOS DURANTE LAS HORAS DEL DIA

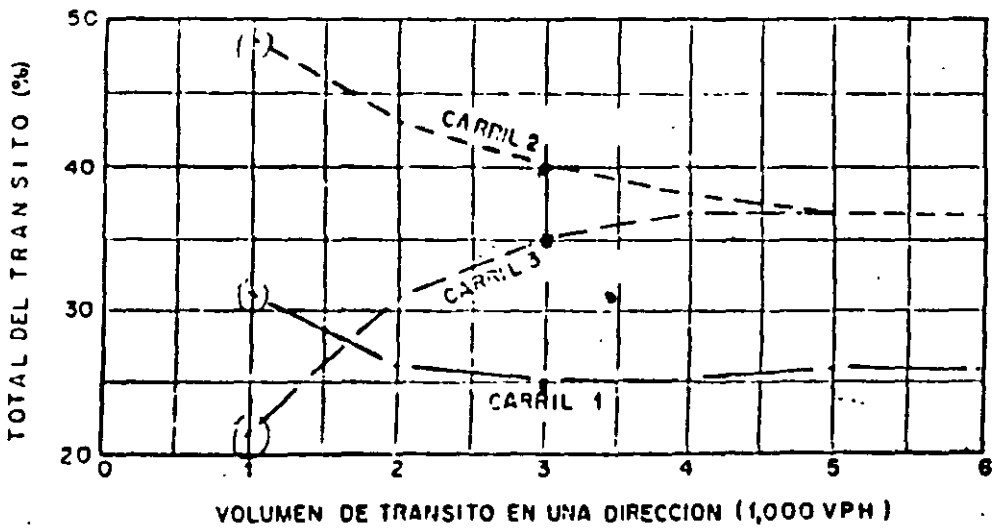



FIGURA 6.1. EFECTO DEL VOLUMEN DE TRANSITO EN LA UTILIZACION DE CARRILES, EN CARRETERAS DE SEIS CARRILES

FLUCTUACIONES DEL TRANSITO EN EL TIEMPO

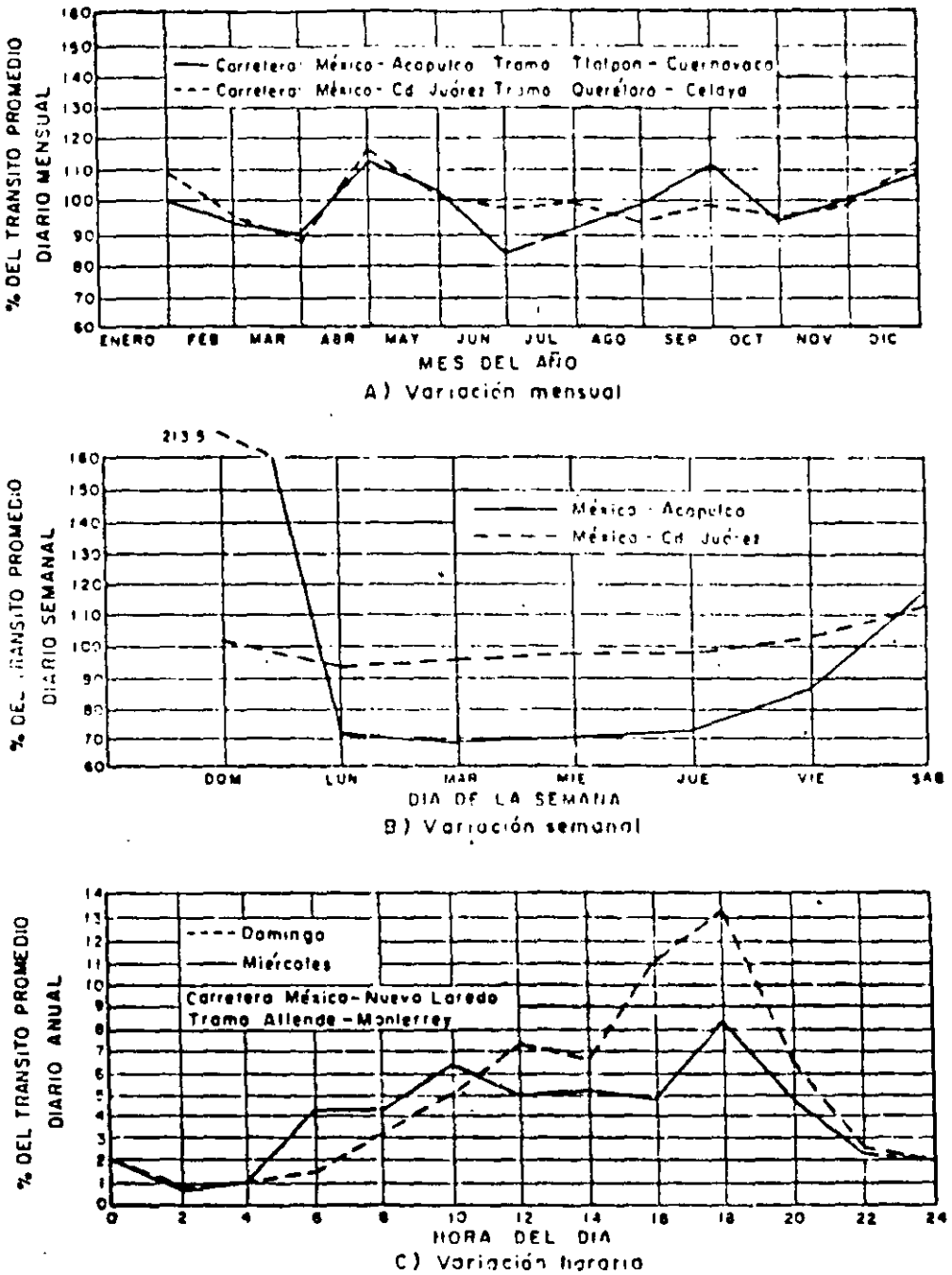



FIGURA 6.3. VARIACIONES DEL VOLUMEN DE TRANSITO

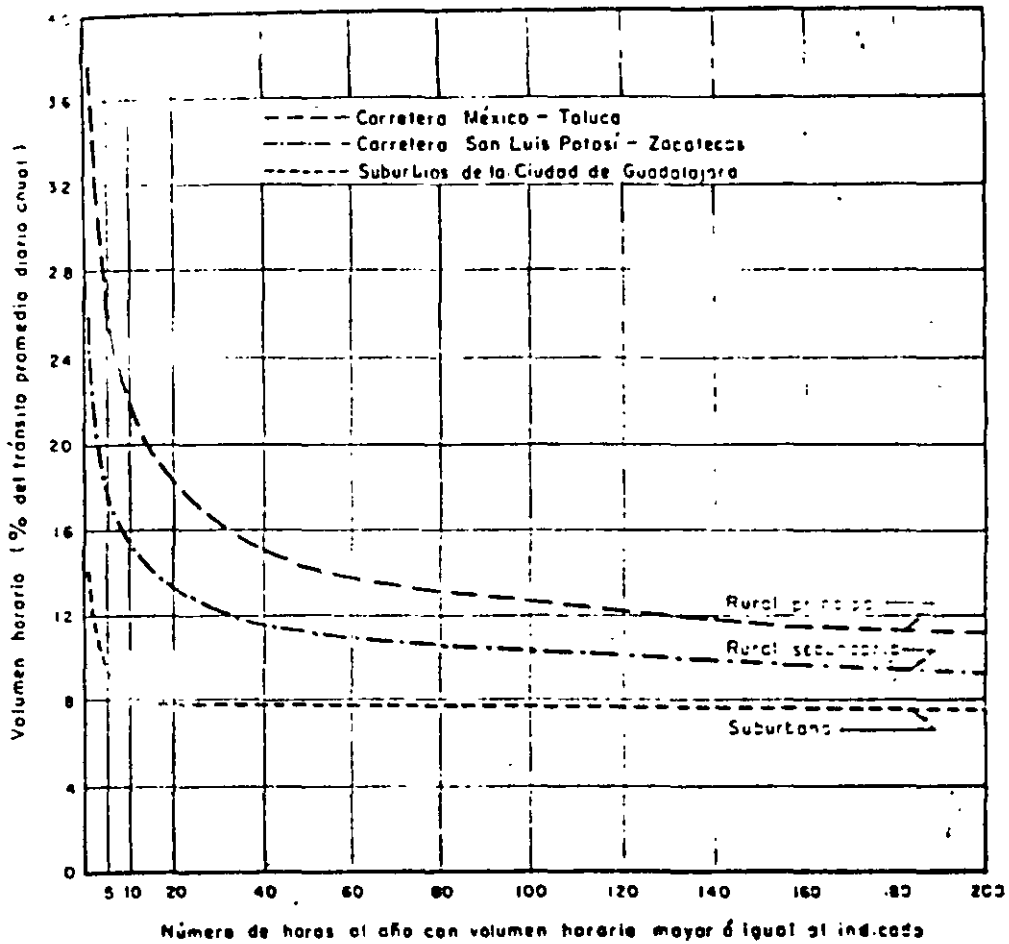



FIGURA 6 6. RELACIONES ENTRE LOS VOLUMENES HORARIOS MAS ALTOS DEL AÑO Y EL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL

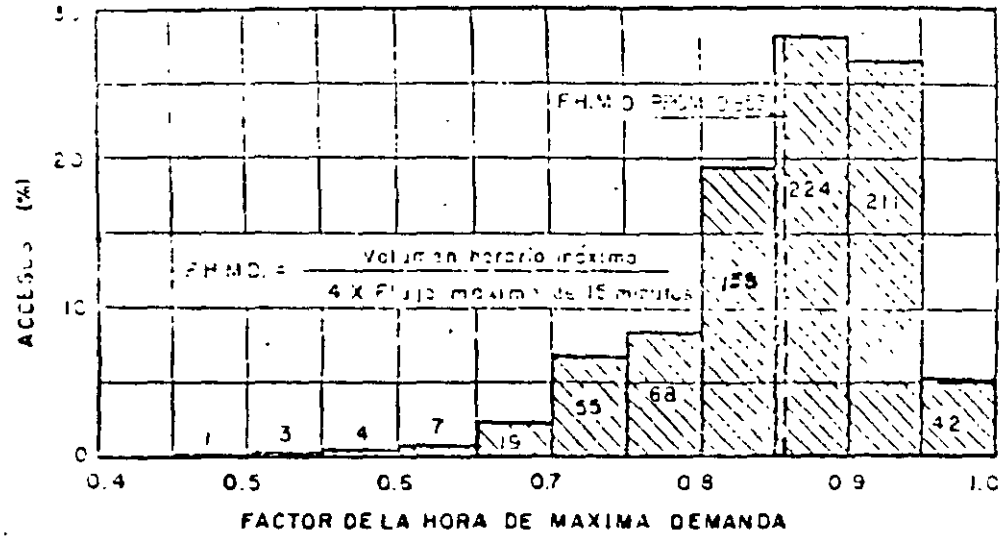
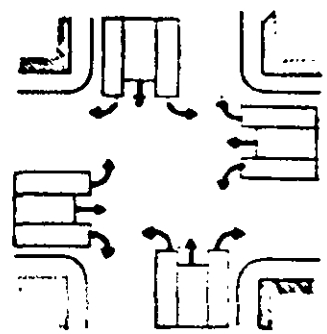



FIGURA 6.4. FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA CONSIDERANDO PERIODOS DE FLUJO MAXIMO DE 15 MINUTOS EN 792 ACCESOS DE INTERSECCIONES URBANAS

# AFORO DE VEHICULOS
## INSTRUCCIONES

CRUCE DE _____ EN EL km _____
CON _____ EN EL km _____
ENTRONQUE DENOMINADO _____
TIEMPO DE AFORO _____
MOVIMIENTOS AFORADOS _____
FECHA _____



HACER UN DIAGRAMA DE LA INTERSECCION BAJO ANALISIS, INDICANDO EL NORTE, MOVIMIENTOS AFORADOS Y NOMBRES DE CALLES Y CAMINOS CON SU NUMERO DE RUTA

INSTRUCCIONES GENERALES

QUE SE VA A CONTAR: A menos que se indique otra cosa, los vehículos entrando a la intersección son los únicos que se cuentan. Cada vehículo va siendo anotado de acuerdo, primeramente, a la dirección a la que esta viajando, y posteriormente de acuerdo con el tipo de movimiento: vuelta derecha, de frente o vuelta izquierda. Las vueltas en "U" deben contarse como vueltas izquierdas.

HOJA DE CAMPO: La hoja de campo cuenta con cuatro cuadros en donde se anotan los vehículos que entran a la intersección por cada uno de los cuatro direcciones correspondientes. Antes de iniciar el conteo se puede colocar la hoja de campo de tal modo que cada movimiento corresponda a su dirección real para facilitar las anotaciones. Cada hoja se puede emplear para un período de tiempo preestablecido. Anótese una raya vertical para cada vehículo hasta cuatro y cruzarse esta cuatro con la correspondiente al quinto vehículo, y así sucesivamente.

EQUIPO: (1) Un reloj. (2) Dos o más lápices. (3) Borrador. (4) Sacapuntas

Figura 2-1. Hoja de instrucciones para aforo de vehículos

# AFORO DE VEHICULOS
## HOJA DE CAMPO

UBICACION _____
FECHA _____ DIA DE LA SEMANA _____
HORA INICIAL _____ HORA FINAL _____ TOTAL DE HORAS _____
CONDICIONES ATMOSFERICAS _____ Y DEL PAVIMENTO _____
OBSERVADOR _____

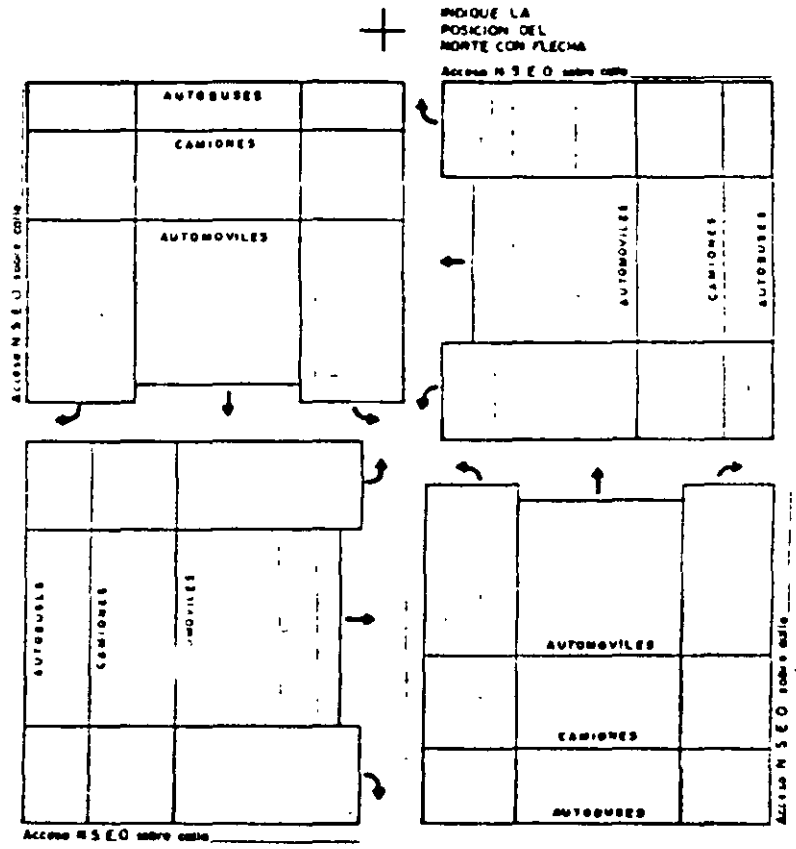
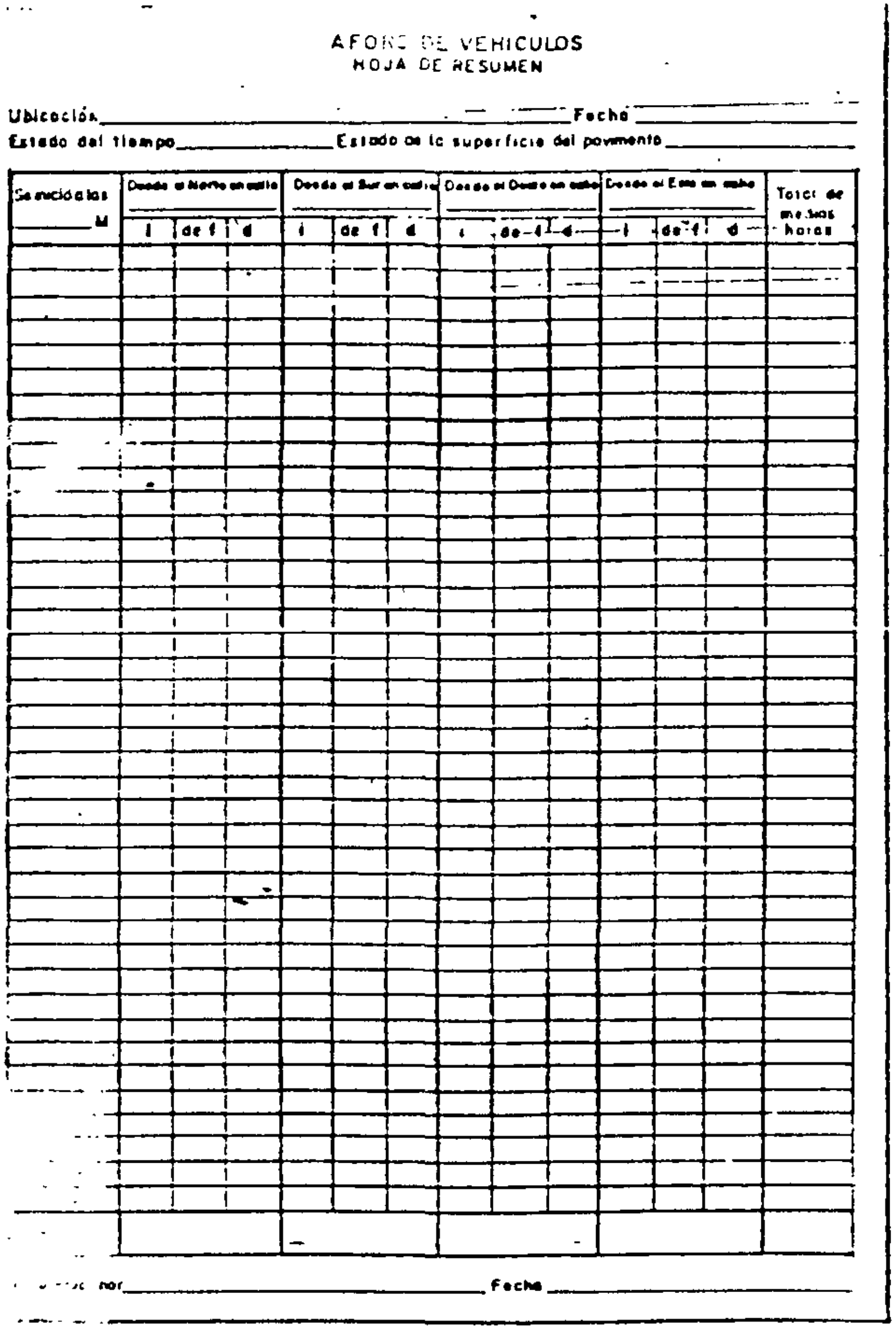



Figura 2-2. Hoja de campo para aforos de tránsito



AFORO DE VEHICULOS
HOJA DE RESUMEN

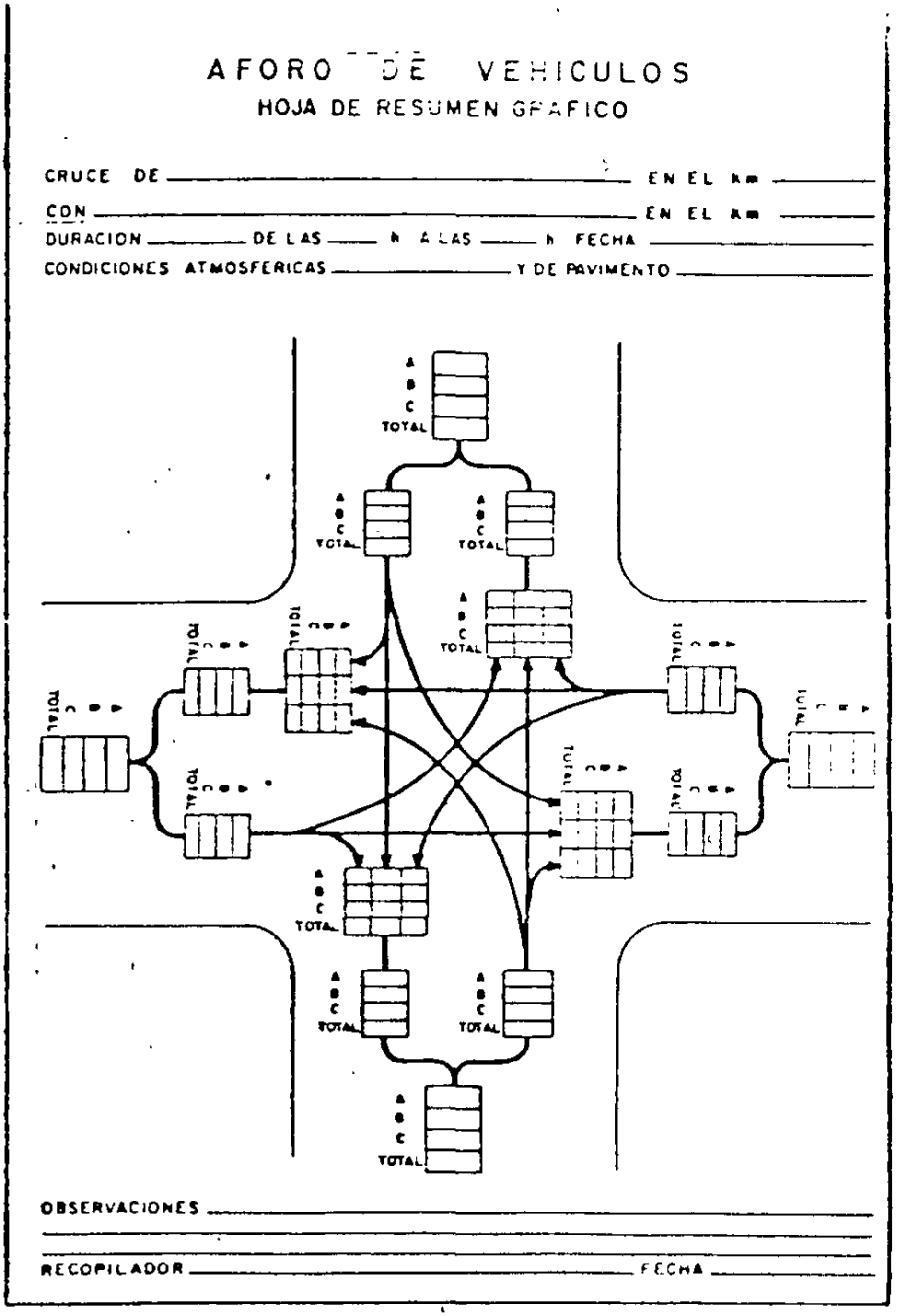
Ubicación ________________ Fecha ________

Estado del tiempo ________ Estado de la superficie del pavimento ________

| Se inició a las ____ M | Desde el Norte en calle ____ | | | Desde el Sur en calle ____ | | | Desde el Oeste en calle ____ | | | Desde el Este en calle ____ | | | Total de medias horas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | de f | d | i | de f | d | i | de f | d | i | de f | d | |

por ________ Fecha ________

Figura 2-5. Hoja de resumen para aforo de tránsito



AFORO DE VEHICULOS
HOJA DE RESUMEN GRAFICO

CRUCE DE ________ EN EL km ____

CON ________ EN EL km ____

DURACION ____ DE LAS ____ h A LAS ____ h FECHA ________

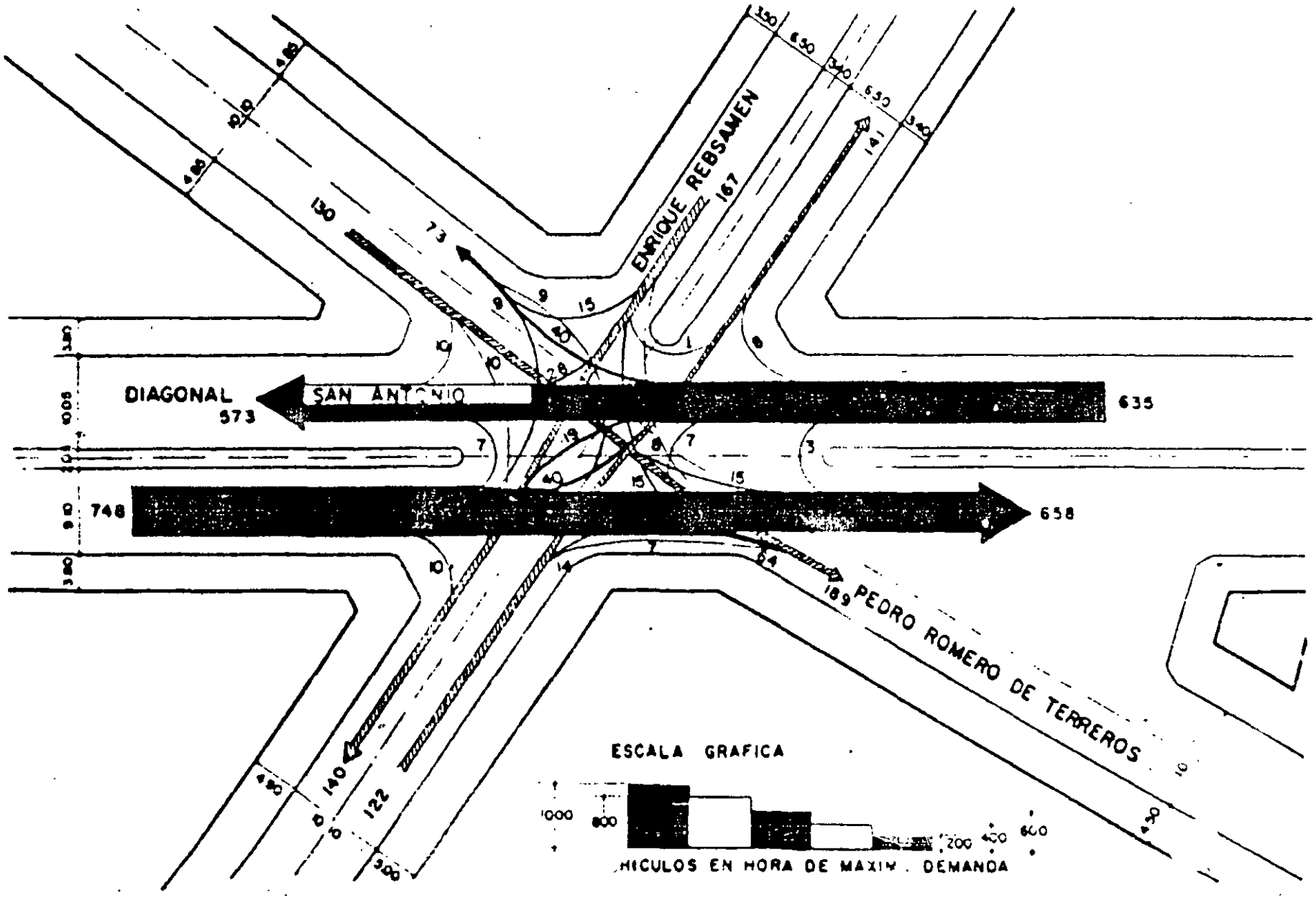
CONDICIONES ATMOSFERICAS ________ Y DE PAVIMENTO ________

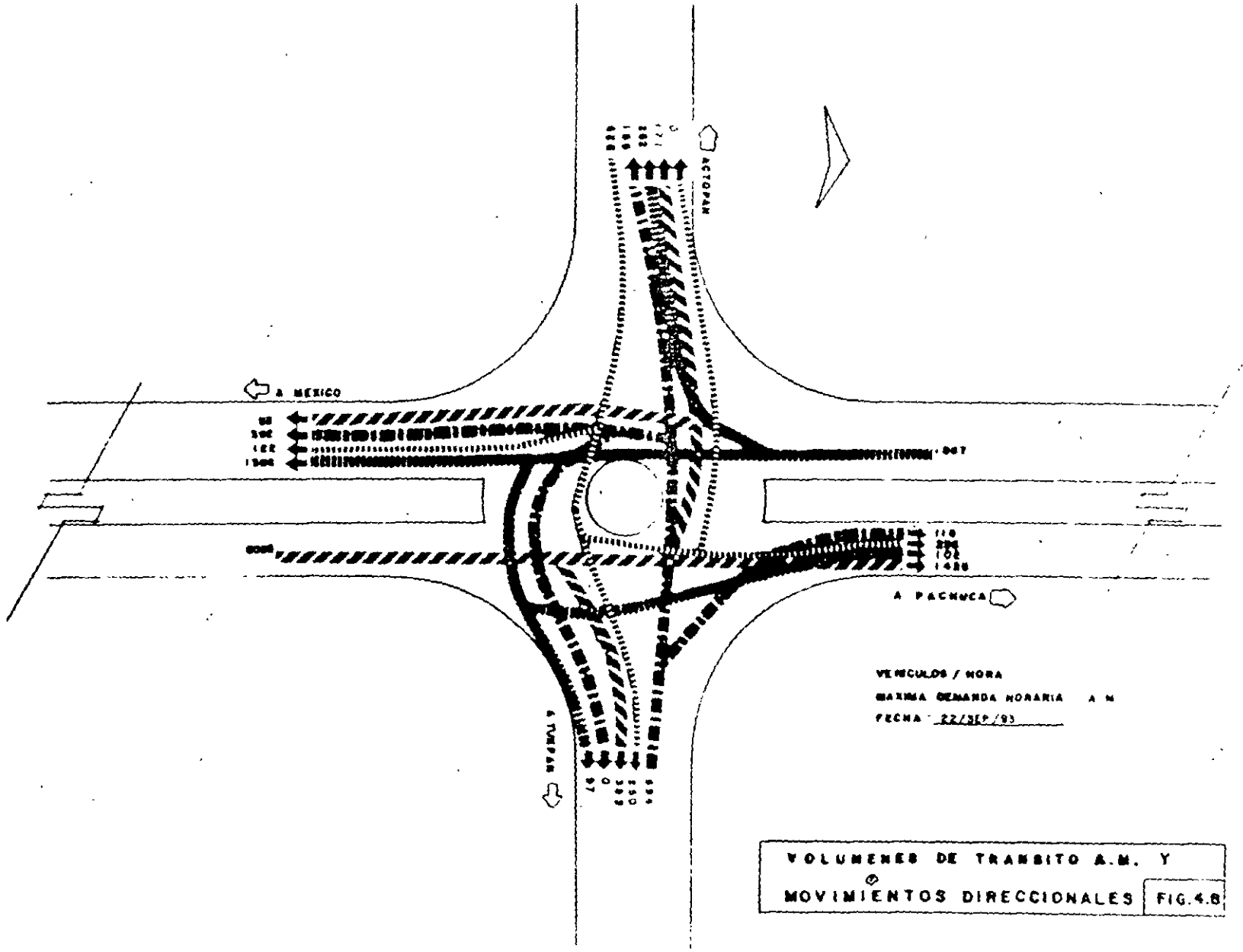
OBSERVACIONES ________________

RECOPILADOR ________________ FECHA ________

Figura 2-6. Hoja de resumen para aforo de tránsito

REPRESENTACION GRAFICA DE VOLUMENES DE TRANSITO
Y MOVIMIENTOS DIRECCIONALES.






VOLUMENES DE TRANSITO A.M. Y MOVIMIENTOS DIRECCIONALES FIG.4.8

# AJUSTE DE VOLUMENES DE TRANSITO

*AJUSTE POR VARIACIONES PERIODICAS, DE TEMPORADA O MENSUALES DE LOS VOLUMENES*

**VARIACION MENSUAL DEL VOLUMEN DE TOTAL DE TRANSITO**
**CARRETERA: BARRANCAS - SABINITAS**
**AMBOS SENTIDOS**
**AÑO 1995**

| MES DEL AÑO | TRANSITO MENSUAL (VEH/MES) | TPDM (VEH/DIA) | TPDM/TPDA | FACTOR MENSUAL ( Fm ) |
|---|---|---|---|---|
| ENERO | 88355 | 2850 | 1 05 | 0 96 |
| FEBRERO | 72125 | 2576 | 0 94 | 1 15 |
| MARZO | 85005 | 2742 | 1 01 | 0 99 |
| ABRIL | 96685 | 3223 | 1 18 | 0 85 |
| MAYO | 86869 | 2796 | 1.06 | 0 94 |
| JUNIO | 73591 | 2374 | 0 87 | 1 15 |
| JULIO | 83431 | 2691 | 0 99 | 1 01 |
| AGOSTO | 89157 | 2876 | 1 05 | 0 95 |
| SEPTIEMBRE | 70325 | 2344 | 0 86 | 1 16 |
| OCTUBRE | 79259 | 2557 | 0 94 | 1 07 |
| NOVIEMBRE | 77997 | 2600 | 0 95 | 1 05 |
| DICIEMBRE | 92544 | 2985 | 1 10 | 0 91 |
| TOTAL | 995343 | 32714 | | |
| TPDA | Σ (TPDM) / 12 = | 2726 | | |

*AJUSTE POR VARIACIONES DIARIAS DE LOS VOLUMENES DE LA SEMANA*

**VARIACION DIARIA DEL VOLUMEN DE TOTAL DE TRANSITO**
**CARRETERA: BARRANCAS - SABINITAS**
**AMBOS SENTIDOS**
**SEMANA: DEL 19 AL 25 DE OCTUBRE**

| DIA DE LA SEMANA | TD (VEH/DIA) | TD/TPDS | FACTOR DIARIO Fd |
|---|---|---|---|
| LUNES | 1897 | 0 75 | 1 33 |
| MARTES | 1956 | 0 78 | 1 29 |
| MIERCOLES | 2354 | 0 93 | 1 07 |
| JUEVES | 2141 | 0 85 | 1 18 |
| VIERNES | 2468 | 0 98 | 1 02 |
| SABADO | 3330 | 1 32 | 0 76 |
| DOMINGO | 3502 | 1 39 | 0 72 |
| TOTAL | 17648 | | |
| TPDS= Σ (TD) /7= | 2521 | | |

# TASA DE INCREMENTO ANUAL

CARRETERA: _____ TRAMO: _____

KM: _____

## METODO DE MINIMOS CUADRADOS

| AÑO | A | T. P. D. A. V | $A^2$ | PRODUCTO A X V |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| $\Sigma =$ | | | | |
| $(\Sigma)^2 =$ | | | | |

$V = a_0 + a_1 A$

EN DONDE:

V = TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (VARIABLE DEPENDIENTE)

$a_0$ = ORDENADA AL ORIGEN

$a_1$ = PENDIENTE DE LA RECTA

A = AÑO (VARIABLE INDEPENDIENTE)

$$a_0 = \frac{(\Sigma V)(\Sigma A^2) - (\Sigma A)(\Sigma AV)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

$$a_1 = \frac{N(\Sigma AV) - (\Sigma A)(\Sigma V)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

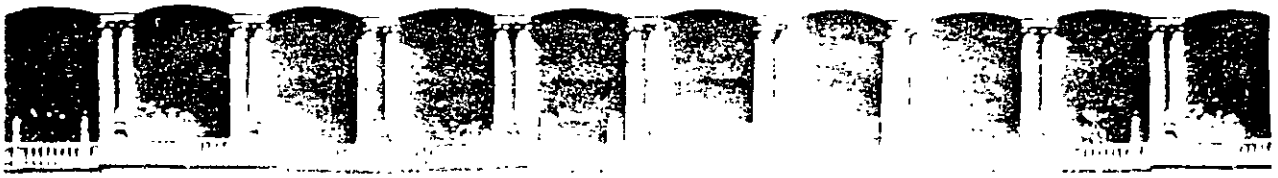
N = NUMERO TOTAL DE DATOS

ECUACION DE LA RECTA

2.- DETERMINACION DE LA TASA DE INCREMENTO ANUAL (i)

$$i = \frac{N(a_1)}{\Sigma V - (a_1)(\Sigma A)}$$

| TASA DE INCREMENTO ANUAL | i = |
|---|---|



FACU[illegible]
DIVISI[illegible]

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

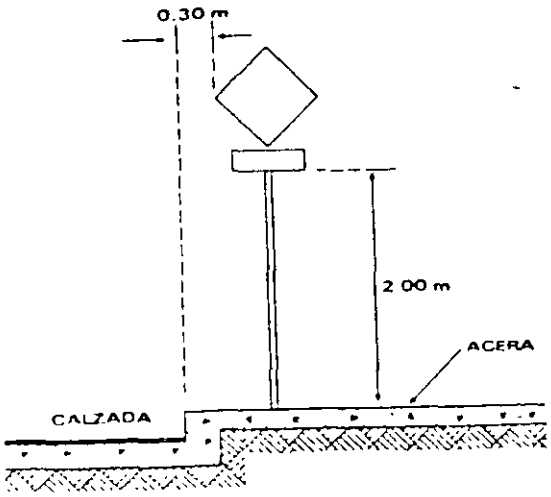
## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

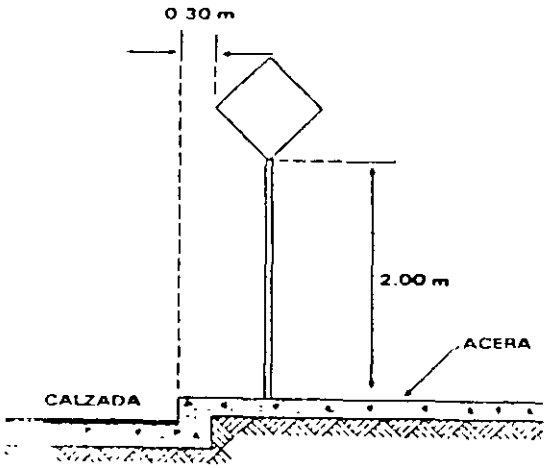
*Anexo Dispositivos para el Control de Tránsito*

**Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

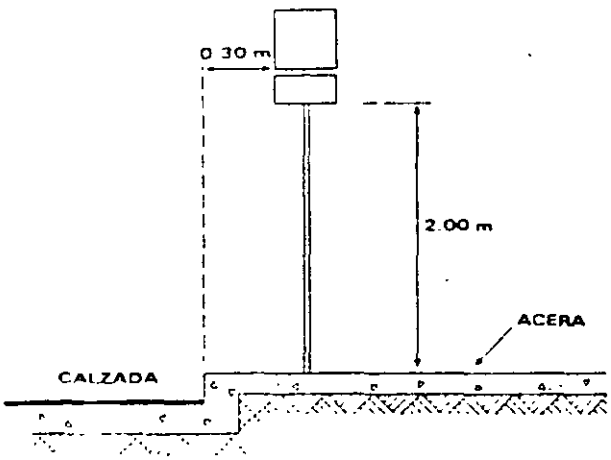
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1567 Fax [illegible] 521-4020 AL 26

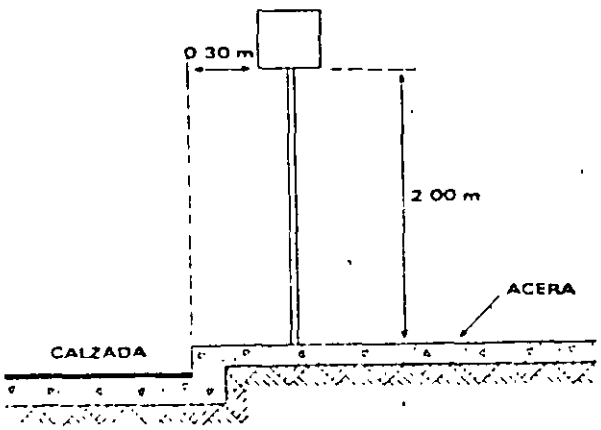
# ANEXO
# DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO



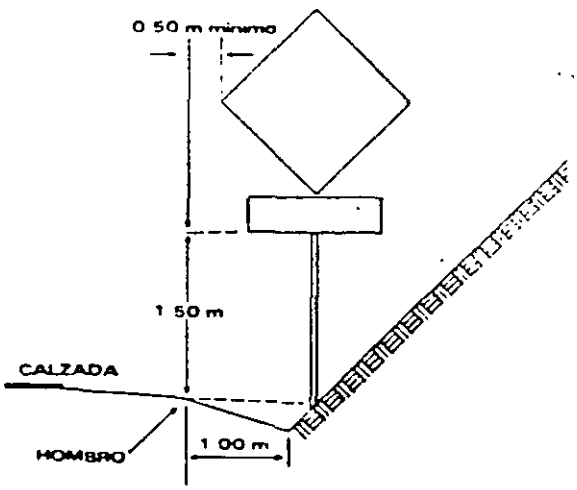



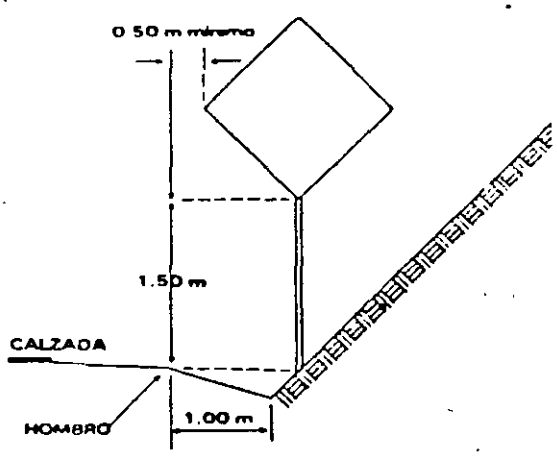

Distancia de señales preventivas a la guarnición y altura mínima en zona urbana



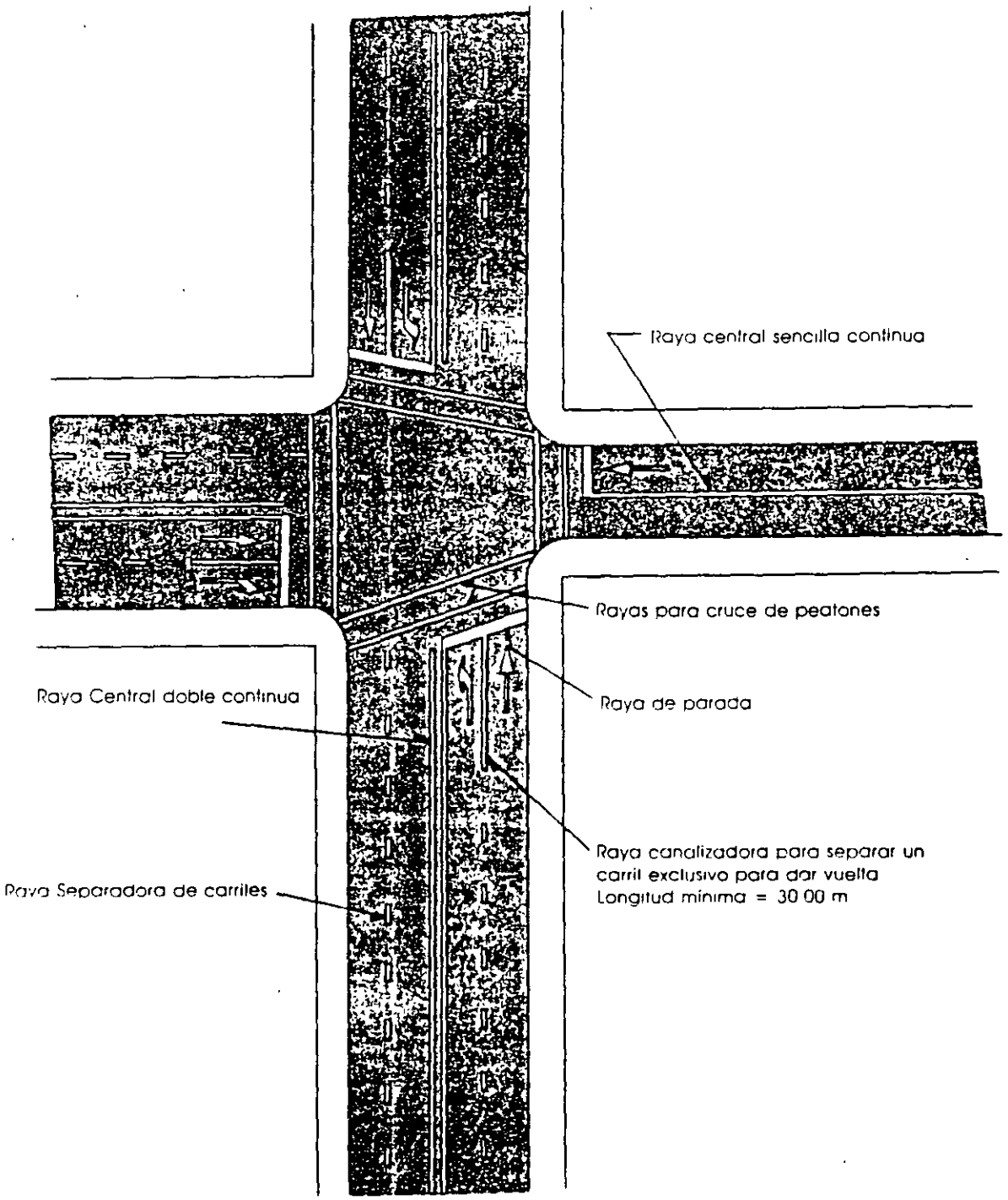

Distancia de señales restrictivas a la guarnición y altura mínima en zona urbana




Distancia lateral y altura mínima de señales preventivas colocadas en caminos rura les y en corte

## DIVERSOS TIPOS DE RAYAS Y MARCAS EN EL PAVIMENTO EN APROXIMACIONES A UNA INTERSECCION




NOTA· Las rayas para separar carriles será de 10 cm de ancho.

## ALTURA DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO BAJAS

| Altura del tablero cm | Altura de las letras mayúsculas cm | Altura del escudo cm | Altura de la flecha cm | Uso |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 15 | 30 | 22.5 | En carreteras con ancho de corona menor de 6.00 m y calles urbanas. |
| 40 | 20 | 40 | 30 | En carreteras con ancho de corona entre 6.00 y 9.00 m y avenidas principales urbanas |
| 56 | 25 | 50 | 37.5 | En carreteras con ancho de corona entre 9.00 y 12.00 m. |

## GUIA PARA LA DISTRIBUCION DE ELEMENTOS EN LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO BAJAS

| Altura de las letras mayúsculas | Dimensiones del tablero | Escudo | Filete | Espacio | Flecha* | Espacio | TEXTO: Longitud para el texto | TEXTO: Número de letras con serie 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Espacio | Filete | Espacio | Separación vertical entre filete y texto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 un renglon | 30 × 147 | 22.5 × 30 | 1 | 7.5 | L = 22.5 horizontal y vertical | 7.5 | 76.5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 7.5 | 1 | 1 | 5.5 |
| | 30 × 178 | | 1 | 7.5 | | 7.5 | 107.5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 7.5 | 1 | 1 | |
| | 30 × 147 | 22.5 × 30 | 1 | 7.5 | $L_1$ = 18.5 inclinada | 7.5 | 80.5 | 6 | 6 | 7 | 9 | 11 | 7.5 | 1 | 1 | |
| | 30 × 178 | | 1 | 7.5 | | 7.5 | 111.5 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 7.5 | 1 | 1 | |
| 20 un renglon | 40 × 178 | 30 × 40 | 1 | 10.0 | L = 30 horizontal y vertical | 10.0 | 85.0 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10.0 | 1 | 1 | 8.0 |
| | 40 × 239 | | 1 | 10.0 | | 10.0 | 146.0 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 10.0 | 1 | 1 | |
| | 40 × 178 | 30 × 40 | 1 | 10.0 | $L_1$ = 24.5 inclinada | 10.0 | 90.5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10.0 | 1 | 1 | |
| | 40 × 239 | | 1 | 10.0 | | 10.0 | 151.5 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 10.0 | 1 | 1 | |
| 25 un renglon | 56 × 239 | 37.5 × 50 | 1 | 12.5 | L = 37.5 horizontal y vertical | 12.5 | 123.5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12.5 | 1 | 1 | 13.5 |
| | 56 × 300 | | 1 | 12.5 | | 12.5 | 184.5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 15 | 12.5 | 1 | 1 | |
| | 56 × 239 | 37.5 × 50 | 1 | 12.5 | $L_1$ = 30.5 inclinada | 12.5 | 130.5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12.5 | 1 | 1 | |
| | 56 × 300 | | 1 | 12.5 | | 12.5 | 191.5 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 12.5 | 1 | 1 | |

Dimensiones en centimetros

*L y $L_1$ son medidas horizontales y se detallan en el inciso SID-5.2.

# GUIA PARA LA DISTRIBUCION DE ELEMENTOS EN LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO ELEVADAS

| Altura de letras mayúsculas | Dimensiones del tablero | Espacio | Filete | Espacio | Escudo | Espacio | Flecha | Espacio | TEXTO | | | | | | Espacio | Filete | Espacio | Separación vertical entre filete y texto | Separación vertical entre textos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Espacio libre | Numero de letras con serie | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| 25 UN RENGLON | 61 × 244 | 2 | 2 | 12.5 | | 12.5 | L = 37.5 horizontal y vertical | 12.5 | 111.0 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 12.5 | 2 | 2 | 14.0 | |
| | 61 × 305 | 2 | 2 | 12.5 | 37.5 × 50 | 12.5 | | 12.5 | 172.0 | 7 | 8 | 9 | 11 | 14 | 12.5 | 2 | 2 | 14.0 | |
| | 61 × 244 | 2 | 2 | 12.5 | 37.5 × 50 | 12.5 | $L_1$ = 30.5 inclinada | 12.5 | 118.0 | 5 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12.5 | 2 | 2 | 14.0 | |
| | 61 × 305 | 2 | 2 | 12.5 | | 12.5 | | 12.5 | 179.0 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 12.5 | 2 | 2 | 14.0 | |
| 25 DOBLE RENGLON | 122 × 366 | 2 | 2 | 12.5 | 37.5 × 50 | 12.5 | L = 37.5 horizontal y vertical | 12.5 | 233.0 | 9 | 11 | 13 | 15 | 19 | 12.5 | 2 | 2 | 21.0 | 22.0 |
| | 122 × 488 | 2 | 2 | 12.5 | | 12.5 | | 12.5 | 355.0 | 14 | 17 | 19 | 23 | 29 | 12.5 | 2 | 2 | 21.0 | 22.0 |
| | 122 × 366 | 2 | 2 | 12.5 | 37.5 × 50 | 12.5 | $L_1$ = 30.5 inclinada | 12.5 | 240.0 | 10 | 11 | 13 | 16 | 19 | 12.5 | 2 | 2 | 21.0 | 22.0 |
| | 122 × 488 | 2 | 2 | 12.5 | | 12.5 | | 12.5 | 362.0 | 15 | 17 | 20 | 24 | 29 | 12.5 | 2 | 2 | 21.0 | 22.0 |
| 30 UN RENGLON | 76 × 244 | 2 | 2 | 15.0 | 45 × 60 | 15.0 | L = 45 horizontal y vertical | 15.0 | 86.0 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| | 76 × 305 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 147.0 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| | 76 × 366 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 208.0 | 7 | 8 | 9 | 11 | 14 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| | 76 × 244 | 2 | 2 | 15.0 | 45 × 60 | 15.0 | $L_1$ = 36.5 inclinada | 15.0 | 94.5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| | 76 × 305 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 155.5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| | 76 × 366 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 216.5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 15.0 | 2 | 2 | 19.0 | |
| 30 DOBLE RENGLON | 122 × 488 | 2 | 2 | 15.0 | 37.5 × 50 | 15.0 | L = 45 horizontal y vertical | 15.0 | 337.5 | 11 | 13 | 15 | 18 | 23 | 15.0 | 2 | 2 | 18.0 | 18.0 |
| | 122 × 549 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 398.5 | 14 | 15 | 18 | 22 | 27 | 15.0 | 2 | 2 | 18.0 | 18.0 |
| | 122 × 488 | 2 | 2 | 15.0 | 37.5 × 50 | 15.0 | $L_1$ = 36.5 inclinada | 15.0 | 346.0 | 12 | 13 | 16 | 19 | 23 | 15.0 | 2 | 2 | 18.0 | 18.0 |
| | 122 × 549 | 2 | 2 | 15.0 | | 15.0 | | 15.0 | 407.0 | 14 | 16 | 18 | 22 | 27 | 15.0 | 2 | 2 | 18.0 | 18.0 |
| 35 UN RENGLON | 76 × 305 | 2 | 2 | 17.5 | 45 × 60 | 17.5 | L = 52.5 horizontal y vertical | 17.5 | 129.5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 17.5 | 2 | 2 | 16.5 | |
| | 76 × 366 | 2 | 2 | 17.5 | | 17.5 | | 17.5 | 190.5 | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 | 17.5 | 2 | 2 | 16.5 | |
| | 76 × 305 | 2 | 2 | 17.5 | 45 × 60 | 17.5 | $L_1$ = 42.5 inclinada | 17.5 | 139.5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 8 | 17.5 | 2 | 2 | 16.5 | |
| | 76 × 366 | 2 | 2 | 17.5 | | 17.5 | | 17.5 | 200.5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 17.5 | 2 | 2 | 16.5 | |
| 35 DOBLE RENGLON | 152 × 488 | 2 | 2 | 17.5 | 45 × 60 | 17.5 | L = 52.5 horizontal y vertical | 17.5 | 312.5 | 9 | 10 | 12 | 15 | 18 | 17.5 | 2 | 2 | 25.0 | 24.0 |
| | 152 × 549 | 2 | 2 | 17.5 | | 17.5 | | 17.5 | 373.5 | 11 | 12 | 14 | 17 | 21 | 17.5 | 2 | 2 | 25.0 | 24.0 |
| | 152 × 488 | 2 | 2 | 17.5 | 45 × 60 | 17.5 | $L_1$ = 42.5 inclinada | 17.5 | 322.5 | 9 | 11 | 12 | 15 | 19 | 17.5 | 2 | 2 | 25.0 | 24.0 |
| | 152 × 549 | 2 | 2 | 17.5 | | 17.5 | | 17.5 | 383.5 | 11 | 13 | 15 | 18 | 22 | 17.5 | 2 | 2 | 25.0 | 24.0 |

## ALTURA DEL TABLERO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO ELEVADAS

| Número de renglones | Altura del tablero cm | Altura de las letras mayúsculas cm | Altura del escudo cm | Altura de la flecha cm | Uso |
|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>1<br>2 | 61<br>91<br>122 | 25<br>25<br>25 | 50<br>50<br>50 | 37.5<br>24*<br>37.5 | Zona urbana:<br>Calles principales y vías rápidas. |
| 1<br>2 | 76<br>122 | 30<br>30 | 60<br>50** | 45<br>45 | Carreteras de dos carriles |
| 1<br>1<br>2 | 76<br>122<br>152 | 35<br>35<br>35 | 60<br>60<br>60 | 52.5<br>36*<br>52.5 | Carreteras de cuatro carriles o más |

*Flecha hacia abajo.

**La altura del escudo mostrada en la tabla, se empleará cuando a cada renglón corresponda un destino con diferente ruta, pero podrá usarse un escudo con altura de 60 cm cuando los dos destinos tengan la misma ruta y la misma dirección.

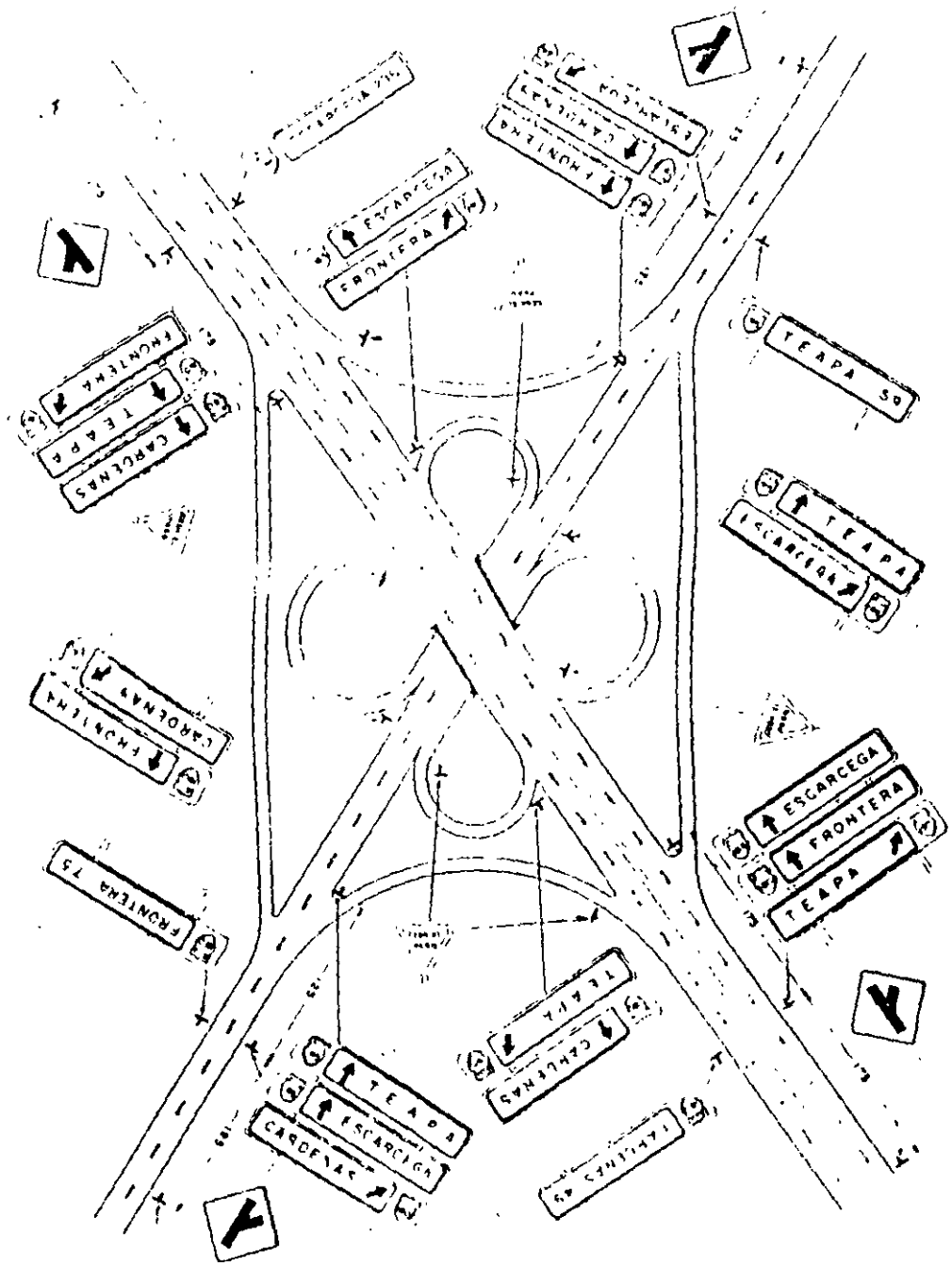



**Figura** *Proyecto de señalamiento en un distribuidor tipo trébol*

FACUL[illegible] [illegible] N.M.
DIVISI[illegible] [illegible]HUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

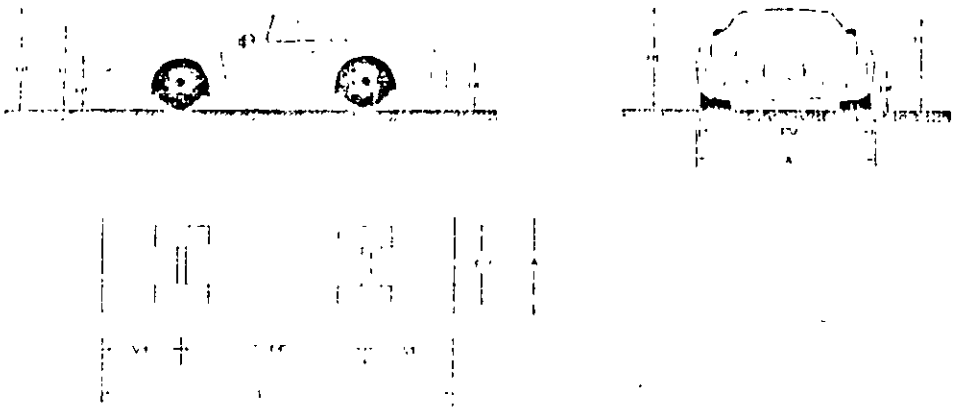
*Anexo Elementos de Tránsito*

**Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara**
**Del 12 al 15 de noviembre de 1996.**
**Chihuahua, Chih.**

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1587 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

# ANEXO
# ELEMENTOS DEL TRANSITO

VEHICULO LIGERO



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| L | = longitud total del vehículo | W | = ancho total | H | = altura total del vehículo |
| LW | = distancia entre los ejes más alejados de la unidad | H | = distancia entre los ejes del tandem del tractor | Hc | = altura de los ejes del conductor |
| LWT | = distancia entre los ejes más alejados del tractor | Hr | = distancia entre el eje del tandem del tractor y el primer eje del tandem | Hf | = altura de los faros delanteros |
| LWS | = distancia entre la cabeza tractora y el eje del semirremolque | A | = ancho total del vehículo | Ht | = altura de las luces posteriores |
| Wf | = ancho de faros | FV | = distancia vertical entre extremo de la cabeza (radiador) | a | = ancho de la superficie del frente y trasera de los faros |

VEHICULO PESADO

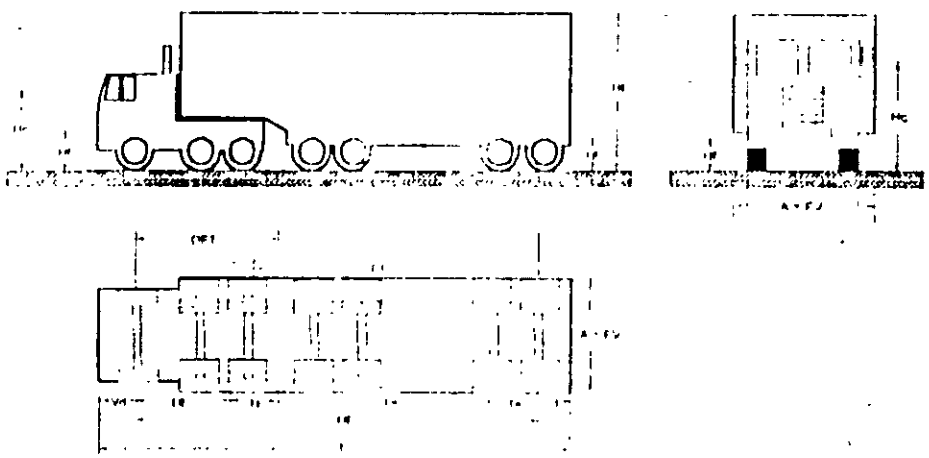


**Figura** *Dimensiones de los vehículos ligeros y pesados [18]*
*Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México. 1991*

*Tabla* *Características de los vehículos de proyecto (Según las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes)*

| Características de los vehículos | | Vehículos de proyecto tipo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DE-335 | DE-450 | DE-610 | DE-1220 | DE-1525 |
| Longitud total del vehículo (m) | L | 5.10 | 7.30 | 9.15 | 15.25 | 16.78 |
| Distancia entre ejes extremos del vehículo (m) | DE | 3.35 | 4.50 | 6.10 | 12.20 | 15.25 |
| Distancia entre ejes extremos del tractor (m) | DET | – | – | – | 3.97 | 9.15 |
| Distancia entre ejes del semirremolque (m) | DES | – | – | – | 7.62 | 6.10 |
| Vuelo delantero (m) | Vd | 0.92 | 1.00 | 1.22 | 1.22 | 0.92 |
| Vuelo trasero | Vt | 1.31 | 1.00 | 1.03 | 1.03 | 0.61 |
| Distancia entre el ejes tándem tractor (m) | Tt | – | | | – | 1.22 |
| Distancia entre ejes tándem semirremolque (m) | Ts | – | – | – | 1.22 | 1.22 |
| Distancia entre ejes interiores tractor (m) | Dt | – | – | – | 3.97 | 4.88 |
| Distancia entre ejes interiores semirremolque (m) | Ds | – | – | – | 7.01 | 7.93 |
| Ancho total del vehículo (m) | A | 2.14 | 2.44 | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| Entrevía del vehículo (m) | EV | 1.83 | 2.44 | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| Altura total del vehículo (m) | Ht | 1.67 | 2.14-4.12 | 2.14-4.12 | 2.14-4.12 | 2.14-4.12 |
| Altura de los ojos del conductor (m) | Hc | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 | 1.14 |
| Altura de los faros delanteros (m) | Hf | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.61 |
| Altura de los faros traseros (m) | Ht | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.61 | 0.61 |
| Angulo de desviación del haz de luz de los faros | α | 1° | 1° | 1° | 1° | 1° |
| Radio de giro mínimo (m) | Rg | 7.32 | 10.10 | 12.81 | 12.20 | 13.72 |
| Peso total (kg) — Vehículo vacío | Wv | 2.500 | 4.000 | 7.000 | 11.000 | 14.000 |
| Peso total (kg) — Vehículo cargado | Wc | 5.000 | 10.000 | 17.000 | 25.000 | 30.000 |
| Relación peso-potencia (kg/HP) | Wc/P | 45 | 90 | 130 | 180 | 180 |

| Vehículos representados por el de proyecto | | A | C2 | B C3 | T2-S1 T2-S2 | T2-G2 OTROS |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Porcentaje de vehículos del tipo indicado cuya distancia entre ejes extremos (DE) es menor que la del vehículo de proyecto | A | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | C2 | 30 | 90 | 99 | 100 | 100 |
| | C3 | 10 | 75 | 99 | 100 | 100 |
| | T2-S1 | 0 | 0 | 1 | 80 / 78 | 99 / 98 |
| | T2-S2 | 0 | 0 | 1 | 93 | 100 |
| | T3-S2 | 0 | 0 | 1 | 18 | 90 |
| Porcentaje de vehículos del tipo indicado cuya relación peso/potencia es menor que la del vehículo de proyecto | A | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | C2 | 62 | 98 | 100 | 100 | 100 |
| | C3 | 20 | 82 | 100 | 100 | 100 |
| | T2-S1 | 6 | 85 | 100 | 100 | 100 |
| | T2-S2 | 6 | 42 | 98 | 98 | 98 |
| | T3-S2 | 2 | 35 | 80 | 80 | 80 |

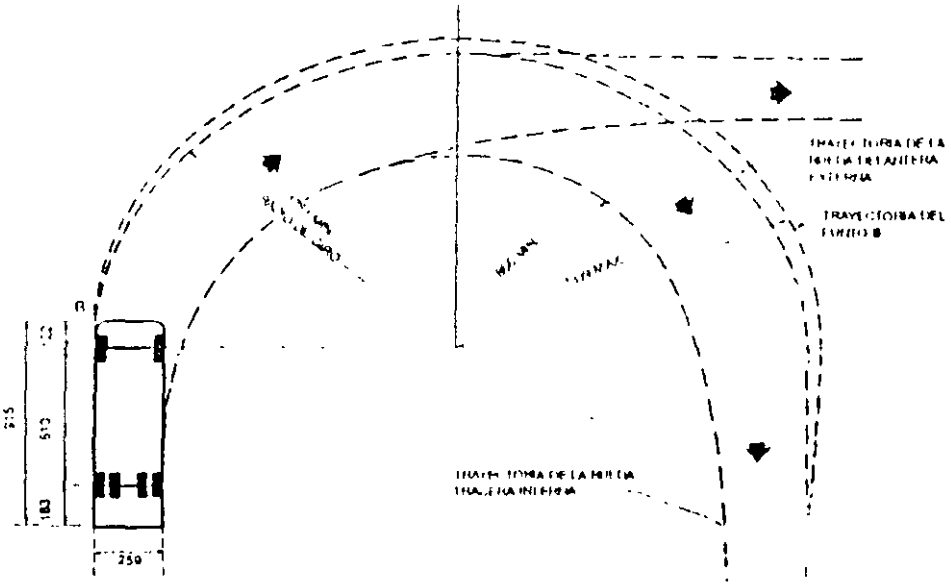


**Figura** *Características del vehículo de proyecto DE-610*
*Fuente Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, México, 1991.*

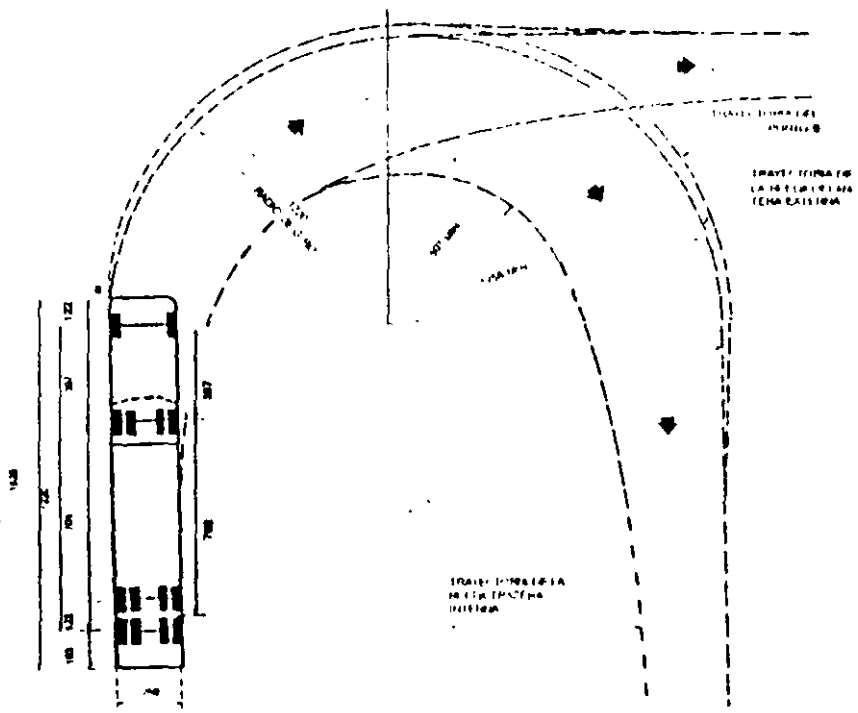


**Figura** *Características del vehículo de proyecto DE-1220*
*Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, México, 1991.*

*Tabla* *Kilometrajes de caminos por entidades federativas en la República Mexicana al año 1990*

| Entidad | Brecha | Terracería | Revestidos | Pavimentados | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2 carriles | 2 4 carriles | |
| Aguascalientes | — | — | 1 204 | 681 | 102 | 1 987 |
| Baja California | 38 | 583 | 4 351 | 2 465 | 359 | 7 796 |
| Baja California Sur | 2 194 | 340 | 2 065 | 1 453 | 9 | 6 061 |
| Campeche | 1 915 | 432 | 1 571 | 1 703 | — | 5 661 |
| Coahuila | 669 | — | 5 562 | 3 150 | 217 | 9 607 |
| Colima | — | 70 | 712 | 666 | 119 | 1 567 |
| Chiapas | 1 121 | 157 | 6 888 | 2 812 | 74 | 11 062 |
| Chihuahua | 2 917 | 45 | 4 367 | 3 494 | 624 | 11 447 |
| Distrito Federal | — | — | — | 92 | 68 | 160 |
| Durango | 483 | — | 5 919 | 2 546 | 15 | 8 963 |
| Guanajuato | 1 466 | — | 3 707 | 2 066 | 280 | 7 519 |
| Guerrero | 908 | — | 4 732 | 2 518 | 107 | 8 265 |
| Hidalgo | 156 | — | 4 005 | 2 094 | 79 | 6 324 |
| Jalisco | 957 | 244 | 5 042 | 4 291 | 248 | 11 402 |
| México | 274 | 208 | 5 008 | 3 669 | 676 | 9 866 |
| Michoacán | 1 641 | 247 | 4 338 | 3 101 | 121 | 9 430 |
| Morelos | — | — | 710 | 1 279 | 119 | 2 108 |
| Nayarit | 401 | 79 | 1 991 | 1 027 | 36 | 3 528 |
| Nuevo León | 1 993 | 63 | 3 390 | 3 378 | 243 | 8 867 |
| Oaxaca | 452 | 127 | 7 514 | 2 983 | 15 | 11 091 |
| Puebla | 424 | 6 | 4 640 | 2 172 | 172 | 7 414 |
| Querétaro | 76 | 102 | 2 187 | 1 193 | 134 | 3 692 |
| Quintana Roo | 798 | 9 | 2 346 | 1 717 | 32 | 4 902 |
| San Luis Potosí | 1 632 | 23 | 5 053 | 2 722 | 91 | 9 521 |
| Sinaloa | 2 128 | 136 | 4 254 | 2 553 | 398 | 9 469 |
| Sonora | 3 535 | 346 | 2 069 | 4 706 | 705 | 11 361 |
| Tabasco | 2 238 | — | 2 512 | 2 399 | 44 | 7 183 |
| Tamaulipas | 4 361 | 60 | 4 935 | 3 235 | 156 | 12 728 |
| Tlaxcala | — | — | 1 446 | 1 307 | 54 | 2 807 |
| Veracruz | 448 | 60 | 5 238 | 4 400 | 145 | 10 291 |
| Yucatán | 510 | 399 | 2 427 | 3 774 | 42 | 7 142 |
| Zacatecas | — | — | 7 938 | 2 088 | 38 | 10 064 |

FUENTE
S.C.T., *Anuario estadístico*, 1990

## Tabla Características geométricas de las carreteras

| Concepto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TDPA de proyecto (veh/día) | hasta 100 | | | | | 100 a 500 | | | | | 500 a 1500 | | | | | | | 1500 a 3000 | | | | | | | Más de 3000 | | | | | |
| Terreno Montañoso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terreno Lomerío | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terreno Plano | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de proyecto (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| Dist. visibilidad de parada (m) | 30 | 40 | 55 | 75 | 95 | 30 | 40 | 55 | 75 | 95 | 40 | 55 | 75 | 95 | 115 | 135 | 155 | 55 | 75 | 95 | 115 | 135 | 155 | 175 | [illegible] | [illegible] | 115 | 135 | 155 | 175 |
| Dist. visibilidad de rebase (m) | — | — | — | — | — | 135 | 180 | 225 | 270 | 315 | 180 | 225 | 270 | 315 | 360 | 405 | 450 | 225 | 270 | 315 | 360 | 405 | 450 | 495 | 270 | 315 | 360 | 405 | 450 | 495 |
| Grado máximo de curvatura (°) | 60 | 30 | 17 | 11 | 7.5 | 60 | 30 | 17 | 11 | 7.5 | 30 | 17 | 11 | 7.5 | 5.5 | 4.3 | 3.3 | 17 | 11 | 7.5 | 5.5 | 4.3 | 3.3 | 2.8 | 11 | 7.5 | 5.5 | 4.3 | 3.3 | 2.8 |
| Curvas verticales K (m/%) Cresta | 4 | 7 | 12 | 23 | 36 | 3 | 4 | 8 | 14 | 20 | 4 | 8 | 14 | 20 | 31 | 43 | 57 | 8 | 14 | 20 | 31 | 43 | 57 | 72 | 14 | 20 | 31 | 43 | 57 | 72 |
| Curvas verticales K (m/%) Columpio | 4 | 7 | 10 | 15 | 20 | 4 | 7 | 10 | 15 | 20 | 7 | 10 | 15 | 20 | 25 | 31 | 37 | 10 | 15 | 20 | 25 | 31 | 37 | 43 | 15 | 20 | 25 | 31 | 37 | 43 |
| Longitud mínima (m) | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 40 | 40 | 20 | 30 | 30 | 40 | 40 | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 30 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 60 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 60 |
| Pendiente gobernadora | | | 7 | | — | 8 | | 6 | | — | 6 | | | 5 | | | — | 5 | | | 4 | | | — | 4 | | 3 | | | — |
| Pendiente máxima (%) | 13 | | 10 | | 7 | 12 | | 9 | | 5 | 8 | | | 7 | | | 5 | 7 | | | 6 | | | 4 | 6 | | 5 | | | 4 |
| Ancho de calzada (m) | 4.0 | | | | | 6.0 | | | | | 6.0 | | | | | | | 7.0 | | | | | | | A2<br>7.0 | | A4<br>2 × 7.0<br>4 carril | | A4S<br>2 × 7.0<br>4 carril | |
| Ancho de corona (m) | 4.0 | | | | | 6.0 | | | | | 7.0 | | | | | | | 9.0 | | | | | | | 12.0<br>un cuerpo | | 22.0<br>un cuerpo | | 2 × 11.0<br>cuerpos separados | |
| Ancho de acotamientos (m) | — | | | | | — | | | | | 0.5 | | | | | | | 1.0 | | | | | | | 2.5 | | 3.0 Ext.<br>0.5 Int. | | 3.0 Ext.<br>1.0 Int. | |
| Ancho separador central (m) | — | | | | | — | | | | | — | | | | | | | — | | | | | | | — | | ≥ 1.0 | | ≥ 3.0 | |
| Bombeo (%) | 3 | | | | | 3 | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | | | | 2 | | | | | |
| Sobreelevación máxima (%) | 10 | | | | | 10 | | | | | 10 | | | | | | | 10 | | | | | | | 10 | | | | | |

FUENTE:
SCT: Normas de Servicios Técnicos. Proyecto Geométrico. Carreteras. México 1984

*Tabla* *Anchura mínima para carreteras de dos carriles*

| Velocidad de proyecto (km/h) | Vehículos por hora (proyecto) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 50 a 100 | | 100 a 200 | | | | 200 a 400 | | Más de 400 | |
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 48 | 5.40 | 6.00 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.20 |
| 64 | 5.40 | 6.00 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.20 |
| 80 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.20 | 7.20 | 7.20 |
| 96 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.20 | 7.20 | 7.20 |
| 112 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 7.20 |

NOTA

*A* indica que el tránsito está fuertemente dominado por automóviles y que el porcentaje de vehículos comerciales influye muy poco en el rendimiento general.

*B* corresponde a proyectos. Se considera también el porcentaje de vehículos pesados.

*Tabla* *Secciones transversales de carreteras*

| Tipo de carretera | | Anchura de | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Corona (m) | Calzada (m) | Acotamientos (m) | | Faja separadora central (m) |
| | | | | Ext. | Int. | |
| E | | 4.00 | 4.00 | — | | — |
| D | | 6.00 | 6.00 | — | | — |
| C | | 7.00 | 6.00 | 0.50 | | — |
| B | | 9.00 | 7.00 | 1.00 | | — |
| A | A2 | 12.00 | 7.00 | 2.50 | | — |
| | A4 | 22.00 mín. | 2 × 7.00 | 3.00 | 0.50 | 1.00 mín. |
| | A5 | 2 × 11.00 | 2 × 7.00 | 3.00 | 1.00 | 8.00 mín. |

FUENTE

SCT, *Normas de Servicio Técnico. Proyecto Geométrico. Carreteras*, México, 1984

FACUL[illegible] [illegible]M.
DIVISI[illegible] [illegible]HUA

Cursos Institucionales

# "Actualización en Transportes"

## Elementos de Tránsito
## Volumen y Velocidad

*Apuntes Generales*

Expositor: Ing. Rita Bustamante Alcántara
Del 12 al 15 de noviembre de 1996.
Chihuahua, Chih.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. [illegible] México D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax [illegible] 521-4020 AL 26

# CONTENIDO




APUNTES ELABORADOS POR LA ING. RITA BUSTAMANTE ALCANTARA

# ELEMENTOS DEL TRANSITO

USUARIO

VEHICULO

CAMINO

# FACTORES QUE AFECTAN AL USUARIO

ESTOS FACTORES SE AGRUPAN DENTRO DE DOS GRANDES GRUPOS, LOS FACTORES INTERNOS Y LOS FACTORES EXTERNOS, LOS PRIMEROS SE REFIEREN A TODOS AQUELLOS QUE PROVIENEN DEL CONDUCTOR MISMO Y SON EL REFLEJO DE SUS RASGOS FISICOS O SICOLOGICOS, LOS SEGUNDOS AGRUPAN TODOS AQUELLOS FACTORES PROVENIENTES DEL MEDIO AMBIENTE QUE LO RODEA. A SU VEZ DENTRO DE ELLOS EXISTEN LAS SIGUIENTES SUBDIVISIONES:

**A) FACTORES INTERNOS**

A.1) FISICOS

A.1.1)LA VISION

LIMITACIONES DE LA VISTA
AGUDEZA VISUAL
MOVIMIENTO DEL OJO
VISION PERIFERICA
VISION EN CONDICIONES DE DESLUMBRAMIENTO
PERCEPCION DEL ESPACIO
ALTURA DEL OJO DEL CONDUCTOR

A.1.2) OTROS SENTIDOS

TACTO
OIDO
OLFATO

A.1.3) EDAD Y SEXO

A.2) PSICOLÓGICOS

A.2.1) MOTIVACION
A.2.2) EXPERIENCIA
A.2.3) ESTADO DE ANIMO
A.2.4) CANSANCIO
A.2.5) CONCIENCIA

**B) FACTORES EXTERNOS**

B.1) EL TIEMPO

ESTACION/MES/DIA/HORA
CLIMA

B.2) USO DEL SUELO

URBANO
INDUSTRIAL
HABITACIONAL
COMERCIAL
RECREATIVO
RURAL

B.3) EL TRANSITO

VOLUMEN
COMPOSICION
VELOCIDAD

B.4) TIPO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
GRADO DE MANTENIMIENTO
UNIFORMIDAD DE LAS SOLUCIONES
ESTETICA
TIPO DE TERRENO

B.5) MEDIOS DE COMUNICACION

B.6) EL PASAJERO

# FACTORES INTERNOS

## FISICOS

### A.1.1) LA VISION

DE TODOS LOS SENTIDOS UTILIZADOS AL CONDUCIR LA VISION ES DE EL MAS IMPORTANTE, SOBRE TODO SI SE REFLEXIONA QUE AUN FALTANDO CUALQUIERA DE LOS DEMAS, ES POSIBLE CONDUCIR, NO ASI EN AUSENCIA DE LA VISTA, ES POR ESTA RAZON QUE SE DEBE DE PONER ENFASIS EN COMO SE INVOLUCRA CON LA ACTIVIDAD DE CONDUCIR UN VEHICULO.

LIMITACIONES FISICAS

EN MUCHAS PERSONAS LAS HABILIDADES DE SU SENTIDO VISUAL PUEDEN ESTAR DISMINUIDAS POR CAUSAS MUY DIVERSAS, SIENDO LAS MAS FRECUENTES LAS QUE INDICAN DEFECTOS DE REFRACCION DEBIDOS A ALTERACIONES DE CONFORMACION DEL OJO, EJEMPLOS DE ESTOS CASOS PUEDEN SER MIOPIA, HIPERMETROPIA, ASTIGMATISMO, DALTONISMO Y ESTRABISMO, ENTRE LAS MAS COMUNES Y DE LAS CUALES LAS CUATRO PRIMERAS SE PUEDEN CORREGIR CON LENTES. A GRANDES RASGOS ESTAS SE CARACTERIZAN POR:

MIOPIA.- DIFICULTAD PARA VER CON CLARIDAD, DESDE LEJOS

HIPERMETROPIA.- DIFICULTAD PARA VER CON CLARIDAD DE CERCA

ASTIGMATISMO.- DEFORMACION DE LA CURVATURA DE LA CORNEA Y/O DEL CRISTALINO QUE PUEDE CAUSAR VISTA BORROSA

DALTONISMO.- CONFUSION DE LOS COLORES VERDE Y ROJO

ESTRABISMO.- DESAJUSTE EN EL ALINEAMIENTO VISUAL

EN EL CASO DEL DALTONISMO SE HA ESTUDIADO PARA CONTRARRESTAR LOS INCONVENIENTES, QUE TIENEN LOS CONDUCTORES QUE LO PADECEN, ANTE LOS SEMAFOROS, LOS QUE SE HAN ESTANDARIZADO EN CUANTO A LA POSICION DE LOS COLORES DE LAS LENTES, ESTANDO SIEMPRE EN EL ORDEN ROJO, AMBAR, VERDE, DE ARRIBA HACIA ABAJO O DE IZQUIERDA A DERECHA, RESPECTIVAMENTE. ADEMAS DE QUE SE RECOMIENDA, LA ADICION DE COLOR AMARILLO EN LA LUZ ROJA Y DEL AZUL EN LA VERDE PARA FACILITAR LA IDENTIFICACION DE LOS COLORES A QUIENES TIENEN UN DALTONISMO PARCIAL.

AGUDEZA VISUAL

ES LA CAPACIDAD DE IDENTIFICAR OBJETOS A DETALLE, LA MAXIMA AGUDEZA VISUAL SE OBTIENE EN UN ANGULO DE 3°, SIN EMBARGO SE TIENE CLARIDAD HASTA EN UN ANGULO DE 10°, ESTO ES 5° A CADA LADO DEL EJE CENTRAL DE OBSERVACION, FORMANDO LA LLAMADA ZONA DE MAXIMA VISION, POR LO ANTERIOR LAS SEÑALES Y SEMAFOROS DEBERAN QUEDAR DENTRO DE ESTA ZONA, PARA SER VISTOS Y OBEDECIDOS POR LOS CONDUCTORES.

| AGUDEZA VISUAL | |
|---|---|
| LETREROS COLOCADOS DENTRO DEL CONO DE VISION CUYO ANGULO HORIZONTAL a ES: | PORCENTAJE DE RESPUESTAS CORRECTAS |
| 5.8° | 98 |
| 7.6° | 95 |
| 9.6° | 90 |
| 11.4° | 84 |
| 13.4° | 74 |
| 15.4° | 66 |
| IDENTIFICACION DE LETREROS | |

MOVIMIENTO DEL OJO

DEBIDO A QUE EL CAMPO VISUAL CON QUE CONTAMOS ESTA LIMITADO, LOS OJOS COMPENSAN ESTA SITUACION CON EL MOVIMIENTO DE LOS MISMOS. LA VELOCIDAD CON QUE SE REALIZA ESTE MOVIMIENTO ES DE INTERES CONFORME LA VELOCIDAD DEL TRANSITO AUMENTA. UNA CLARA VISION DEL TRANSITO EN UNA VIA, SE ALCANZA CON SEIS MOVIMIENTOS DIFERENTES REALIZADOS POR EL OJO, ESTOS CONSUMEN TIEMPO, MIENTRAS SE RECORRE UNA DISTANCIA.

| MOVIMIENTO | RANGO DE DURACION SEG. | PROMEDIO SEG. |
|---|---|---|
| 1.- DETECTAR EL OBJETO | 0.10 - 0.30 | 0.17 |
| 2.- GIRO DEL OJO HACIA EL OBJETO | 0.15 - 0.33 | 0.20 |
| 3.- EL OJO SIGUE LOS ELEMENTOS EN MOVIMIENTO EN EL FLUJO DE TRANSITO | VARIABLE | |
| 4.- OBTENCION DE UNA VISION BINOCULAR CONVERGENCIA O DIVERGENCIA DE LAS PUPILAS | 0.30 - 0.50 | 0.40 |
| 5.- EL OJO SE MUEVE PARA COMPENSAR LOS MOVIMIENTOS DE LA CABEZA | VARIABLE | |
| 6.- EL OJO RESPONDE A RUIDOS U OTROS ESTIMULOS | VARIABLE | |

ESTOS MOVIMIENTOS OCURREN CONSTANTEMENTE Y PARA EL USUARIO REPRESENTARAN UN TIEMPO NECESARIO PARA VER LOS CAMBIOS QUE SE DEN EN LA VIA Y SUS CONDICIONES DE TRANSITO, POR EJEMPLO, UN CONDUCTOR QUE SE ENCUENTRA EN UNA INTERSECCION FIJANDO SU VISTA A LA DERECHA PODRA NECESITAR HASTA UN SEGUNDO DE TIEMPO PARA MOVER SUS OJOS AL LADO CONTRARIO Y VOLVERLOS AL PUNTO DE INICIO.

EN EL RANGO DE TIEMPO PARA EL MOVIMIENTO TOTAL DEL OJO ES DE 0.50 - 1.26 SEG, ACLARANDO QUE SOLO INVOLUCRAN LA ACTIVIDAD DE VER Y NO CONSIDERAN TIEMPO DE REACCION.

VISION PERIFERICA

SE REFIERE AL ANGULO TOTAL DE VISION NORMAL. LAS PERSONAS TENEMOS UN CAMPO VISUAL DE CASI 180° EN ESTADO DE REPOSO, DENTRO DE UN VEHICULO ( A 0 KM/H) ESTE CAMPO VISUAL SE REDUCE A UN RANGO DE 120° A 160° Y A MEDIDA QUE LA VELOCIDAD SE INCREMENTA, EL RANGO DE VISION PERIFERICA SE REDUCE Y LA DISTANCIA FOCAL AUMENTA, ASI POR EJEMPLO, PARA:

| VELOCIDAD | CAMPO VISUAL | ENFOQUE |
|---|---|---|
| 36 KM/H | 100° | 100 M |
| 64 KM/H | 75° | 300 M |
| 96 KM/H | 40° | 500 M |

CUANDO EL CONO VISUAL MAXIMO DE UNA PERSONA ES DE 140°, SE PADECE UNA LIMITACION VISUAL DENOMINADA VISION DE TUNEL Y NO SE DEBERA DE CONDUCIR.
EL MOVIMIENTO DE OBJETOS EN EL CAMPO VISUAL PUEDE OCURRIR CUANDO EL QUE VE ESTA EN MOVIMIENTO (COMO EN UN VEHICULO); CUANDO EL OBJETO ES EL QUE SE ESTA MOVIENDO (COMO EL CASO DE UN PEATON QUE CRUZA); O CUANDO AMBOS LO HACEN. QUE ES LA SITUACION MAS COMUN DEL TRANSITO. GOODSON Y MILLES DEFINEN ESTE DETERIORO DE LA AGUDEZA VISUAL CON VELOCIDAD COMO "AGUDEZA VISUAL DINAMICA".

ESTE FENOMENO SE HA UTILIZADO PARA DETERMINAR EL ESTABLECIMIENTO DE LIMITES DE VELOCIDAD, DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE PASAR POR LOS POBLADOS Y LAS INTERSECCIONES A BAJA VELOCIDAD EVITANDO QUE UN OBJETO SALGA DE PRONTO Y NO SE DETECTE POR QUEDAR EN LAS ZONAS CIEGAS FUERA DEL CAMPO VISUAL, TAMBIEN SE HA UTILIZADO PARA CONSIDERAR EN VIAS DE ALTA VELOCIDAD EL AUMENTO DEL TAMAÑO DE LAS SEÑALES Y SU UBICACION.

VISION EN CONDICIONES DE DESLUMBRAMIENTO

PARTIENDO DE QUE LA LUZ DEL DIA ES UN MILLON DE VECES MAS BRILLANTE QUE LA NOCTURNA, LA VISION NOCTURNA REQUIERE DE ELEMENTOS RECEPTORES EXTREMADAMENTE SENSITIVOS, LA ADAPTACION RESIDUAL AL CAMBIO DE LUZ ES UNA FUNCION DE LA RETINA, EN ESTA SE ENCUENTRAN UBICADAS DOS TIPOS DE CELULAS DENOMINADAS BASTONCILLOS Y CONOS, LAS PRIMERAS SE UBICAN EN LA PERIFERIA DE ESTA Y SIRVEN PARA VER SOLO DE NOCHE Y PERCIBEN LOS TONOS GRISES, LAS SEGUNDAS SE UTILIZAN DURANTE LA VISION DE DIA Y PERCIBEN LOS COLORES, DURANTE EL PERIODO DE CAMBIO DE DIA A NOCHE Y VICEVERSA, SE INTERCAMBIAN AMBOS SISTEMAS, LO QUE SE TRADUCE EN UN PERIODO DE VISION POCO CLARA.

CUANDO EL OJO SE ENFRENTA A CAMBIOS BRUSCOS DE LUZ, EXPERIMENTA LO QUE SE CONOCE COMO "CEGUERA TEMPORAL", ESTA CEGUERA PUEDE DURAR DE 2 A 6 SEG. EN GENERAL AL PASAR DE LA OBSCURIDAD A LA LUZ (CONTRACCION DE LA PUPILA), EL OJO SE ADAPTA POR SI MISMO MUCHO MAS RAPIDO QUE CUANDO PASA DE LA LUZ A LA OBSCURIDAD (DILATACION DE LA PUPILA). ESTA DIFERENCIA PUEDE ESTAR EN PROPORCION 4 A 1.

ES IMPORTANTE CITAR QUE EN EL CASO DEL MANEJO NOCTURNO, INVOLUCRA NO SOLO PROBLEMAS DE FALTA DE LUZ, SINO TAMBIEN DE DESLUMBRAMIENTO Y EN ESTUDIOS DE LABORATORIO SE HA DEMOSTRADO QUE LA DILATACION DE LA PUPILA PUEDE SER CUATRO VECES MAS LENTA QUE DURANTE EL DIA, POR LO QUE PUEDE TOMAR 9 SEG A ESTA, DILATARSE DESPUES DE SER EXPUESTA AL DESLUMBRAMIENTO DE UN VEHICULO OPUESTO.

LA UTILIDAD QUE TIENE TODO LO ANTERIOR PARA LA INGENIERIA DE TRANSITO, SE ENFOCA SOBRE TODO A ASPECTOS DE ILUMINACION:
ILUMINACION DE PASOS A DESNIVEL Y TUNELES
ILUMINACION DE INTERSECCIONES
CAMBIOS DE ILUMINACION
DISEÑO DE LOS FAROS DE LUZ DE LOS VEHICULOS

EN EL CASO ESPECIFICO DE LA ILUMINACION DE TUNELES ES NECESARIO NO COMETER EL ERROR DE ILUMINAR MAS HACIA EL CENTRO DE ESTOS Y DAR POCA LUZ EN LAS ENTRADAS, BAJO LA IDEA EQUIVOCADA, DE QUE ESTOS PUNTOS ESTAN MAS ILUMINADOS POR LUZ EXTERIOR, QUE EL CENTRO DEL TUNEL. SE HAN DETECTADO, FRECUENTES ACCIDENTES EN LOS QUE EL CONDUCTOR TRANSITANDO A VELOCIDADES SUPERIORES A LOS 40 KM/H, HACIA UN PASO A DESNIVEL OBSCURO, TIENE ALCANCES CON VEHICULOS DETENIDOS POR CONGESTIONAMIENTO EN LOS PRIMEROS METROS DE LA BOCA DEL TUNEL.

## PERCEPCION DEL ESPACIO

SE REFIERE A LA CAPACIDAD DE DEFINIR TAMAÑO, FORMAS, DETALLES Y SU POSICION RELATIVA, ESTO ES, EL JUICIO DEL ESPACIO.
LA PERCEPCION DEL ESPACIO PUEDE ESTAR LIMITADA POR CONDICIONES EXTERNAS; CLIMATICAS ( NIEBLA, LLUVIA, ETC.), DE LUZ (DIA, NOCHE), VELOCIDAD ( REDUCCION DE LOS OBJETOS), Y POR CONDICIONES INTERNAS; RAPIDEZ PARA ACOMODARSE A LA VISION BINOCULAR Y LA TENSION NERVIOSA AL TRANSITAR POR ZONAS DE POCO VISIBILIDAD.

UN EJEMPLO MUY UTIL DE COMO SE APLICA LO ANTERIOR A LA INGENIERIA DE TRANSITO, LO CONSTITUYEN EL USO DE MARCAS EN EL PAVIMENTO PARA ESTACIONAMIENTO, CALLES, INTERSECCIONES, CON EL FIN DE OBTENER ANGULOS VISUALES MAYORES, TAMBIEN EXISTE RELACION CON LOS COLORES Y SUS COMBINACIONES EN LAS SEÑALES.

## ALTURA DEL OJO DEL CONDUCTOR

ESTA ALTURA SE TOMA DESDE LA SUPERFICIE DEL CAMINO HASTA LA ALTURA DE LOS OJOS DE UN CONDUCTOR DENTRO DE SU VEHICULO. ESTA ALTURA SE HA VISTO MODIFICADA A LO LARGO DE LOS AÑOS, CON UNA TENDENCIA A SER MENOR Y POR TANTO A REDUCIR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD, ASI POR EJEMPLO:

| | 1930 | 1960 | 1970* |
|---|---|---|---|
| ALTURA PROMEDIO DEL VEHICULO | 1.70 M | 1.40 M | 1.67 M |
| ALTURA PROMEDIO DEL OJO DEL C. | 1.50 M | 1.20 M | 1.14 M |

*EN ESTE CASO LA ALTURA DEL OBJETO (OBSTACULO SOBRE EL CAMINO), SE AUMENTO 0.10 A 0.15 M

LA VARIACION DE LA ALTURA DEL OJO ES FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL VEHICULO Y DEL PROPIO CONDUCTOR, SIN EMBARGO PARA FINES DE PROYECTO SE HAN ESTABLECIDO VALORES PROMEDIO. ESTOS

DATOS SON UTILES PARA EL PROYECTO GEOMETRICO DE LAS VIAS, SOBRE TODO EN LO QUE RESPECTA A LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN LOS ALINEAMIENTOS VERTICAL Y HORIZONTAL, TAMBIEN SE USAN PARA DETERMINAR LA ALTURA DE COLOCACION DEL SEÑALAMIENTO.

**A.1.2) OTROS SENTIDOS**

EL RESTO DE LOS SENTIDOS SON UTILIZADOS POR EL USARIO, SOBRE TODO EL CONDUCTOR, PARA DETECTAR ANORMALIDADES EN EL VEHICULO, MAS QUE CON CONDICIONES EXTERIORES, COMO SUCEDE CON LA VISTA, AUNQUE EL OIDO TAMBIEN PUEDE TENER SUS EXEPCIONES.

TACTO: POR ESTE SENTIDO SE RECIBEN MUCHOS DATOS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL VEHICULO

- MOVIMIENTO O VIBRACION DEL VOLANTE
- FUERZA DE INERCIA EN EL VEHICULO
- ESTABILIDAD DEL VEHICULO
- CALENTAMIENTO

OIDO: CUANDO CONDUCIMOS UN VEHICULO, LA DETECCION DE SONIDOS PUEDE AYUDAR A PREVENIR ALGUN ACCIDENTE, POR EJEMPLO, LOS SONIDOS MAS COMUNES ASOCIADOS CON EL MANEJO; SIRENAS, CLAXON, FF.CC., MOTOR, LLANTAS, ETC.

EL EQUILIBRIO, LOCALIZADO DENTRO DEL OIDO INTERNO, LE PROPORCIONA AL CONDUCTOR LA SENSACION DE ESTABILIDAD O INESTABILIDAD. UN EJEMPLO DE ESTO ES EL QUE SUCEDE CUANDO LA INCLINACION TRANSVERSAL DE UN CAMINO ES MAYOR A LO NORMAL, EN ESTE CASO EL CONDUCTOR ACABARA CONDUCIENDO POR EL CENTRO DE LA VIA PARA MANTENER EL VEHICULO EN LA POSTURA MAS HORIZONTAL POSIBLE.

OLFATO: EL OLFATO TAMBIEN ES UTIL AL CONDUCTOR PARA DETECTAR SITUACIONES DE EMERGENCIA, POR EJEMPLO, SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR, FRENOS O LLANTAS, PRESENCIA DE HUMO O FUEGO, ETC.

**A.1.3) EDAD Y SEXO**

TODOS LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS, TIENEN UNA VARIACION DE ACUERDO CON LA EDAD Y EL SEXO. LOS CONDUCTORES JOVENES POR EJEMPLO, SE CARACTERIZAN POR LA FALTA DE RESPONSABILIDAD, INEXPERIENCIA E IRREFLEXIVIDAD, AUNQUE POR OTRO LADO, GOZAN DE MEJORES REFLEJOS, MEJOR VISION, ETC. Y A SU VEZ LAS ESTADISTICAS LOS ACUSAN COMO MAS PROPENSOS A LOS ACCIDENTES.
EN RELACION CON LOS ACCIDENTES SE HA ENCONTRADO QUE LA PROBABILIDAD DE ESTOS ES GRANDE PARA CONDUCTORES MENORES DE 25 AÑOS, DISMINUYE ENTRE LOS DE 30 A 60 AÑOS Y SE VUELVE A INCREMENTAR PARA MAYORES DE 60 AÑOS.
DEBIDO A ESTO EN ALGUNOS PAISES SE HA ESTABLECIDO UNA EDAD LIMITE PARA ADQUIRIR LA LICENCIA DE CONDUCIR, SIENDO EL LIMITE MAS COMUN LOS 18 AÑOS. SE CONSIDERA UN CONDUCTOR EXPERTO A AQUEL QUE RECORRA 100,000 KM, LO QUE PODRIA LLEVARSE UN PERIODO DE 5 AÑOS MANEJANDO.

EN CUANTO AL SEXO, NO EXISTEN TODAVIA FUNDAMENTOS MUY ESTABLECIDOS DERIVADOS DE LAS ESTADISTICAS, QUE MARQUEN DIFERENCIAS NOTABLES, AUNQUE SE ACEPTA QUE SI LAS HAY. AL PARECER SE SOSTIENE LA IDEA DE QUE LA MUJER ES MAS SEGURA QUE EL HOMBRE, QUE TIENE MENOR INTERES DE PONERSE EN RIESGO Y ES MAS PRACTICA. SIN EMBARGO, EXISTEN UNA SERIE DE CIRCUNSTANCIAS, QUE NO PERMITEN HACER COMPARACIONES, EN SITUACION DE IGUALDAD, POR EJEMPLO:

- EXISTEN MENOS CONDUCTORES PROFESIONALES FEMENINOS QUE MASCULINOS
- LA UTILIZACION DEL VEHICULO EN ALGUNOS PAISES, SE DA MAS POR NECESIDAD EN EL CASO DEL HOMBRE Y EN EL CASO DE LA MUJER POR GUSTO.

- EN LOS MATRIMONIOS CUANDO AMBOS MANEJAN, GENERALMENTE SE LE DEJA EL VEHICULO A LA MUJER EN TRAMOS QUE NO SE CONSIDERAN PELIGROSOS.

## A.2) SICOLOGICOS

CONDUCIR NO ES UNA TAREA FACIL Y GENERALMENTE PRODUCE GRAVES TENSIONES EN LA MAYORIA LOS CONDUCTORES. ESTA TENSION AUMENTA EN LA CIRCULACION URBANA Y MAS AUN EN CASOS DE PELIGRO, DESAJUSTANDO EL SISTEMA CARDIOVASCULAR Y ACELERANDO EL RITMO DEL PUSO HASTA EN UN 20% Y EN CASOS CRITICOS LO INCREMENTA HASTA EN UN 40 %, AUMENTANDO LA PRESION SANGUINEA, CONTRACCIONES RENALES Y PERTURBACIONES VISUALES.

AUN SIENDO IMPORTANTES ESTAS ALTERACIONES FISICAS, LO SON MAS AUN LOS FENOMENOS QUE OCURREN EN LA MENTE Y QUE NO SE TIENEN DETECTADOS ESTADISTICAMENTE, DEBIDO A SU DIFICULTAD PARA MEDIRLOS. ES POSIBLE QUE DETRAS DE ESTOS SE ENCUENTREN LA MAYORIA DE ESE 80% DE ACCIDENTES ATRIBUIBLES AL FACTOR HUMANO.

ES BIEN CONOCIDO QUE LOS INDIVIDUOS APARENTEMENTE SE TRANSFORMAN TRAS EL VOLANTE Y DAN RIENDA SUELTA A SU AGRESIVIDAD TRATANDO DE SATISFACER CON LA POTENCIA DE SU VEHICULO.

ADEMAS DE LOS TRASTORNOS DE LA CONDUCTA, SE HA COMPROBADO QUE LAS DISTRACCIONES, CAUSA FRECUENTE DE ACCIDENTES, SUELEN TENER UN ORIGEN AFECTIVO COMO CONFLICTOS SENTIMENTALES, FIJACION DE IDEAS, PREOCUPACIONES, ETC.

### A.2.1) MOTIVACION

EL OBJETO DEL VIAJE, INFLUIRA DE FORMA NOTABLE EN EL DESEMPEÑO DEL CONDUCTOR, EN BASE AL MOTIVO DEL VIAJE Y AL TIEMPO DE QUE DISPONE EL CONDUCTOR DECIDIRA, LA VELOCIDAD Y LA TRAYECTORIA DE SU VIAJE E INCLUSO LO MODIFICARA DE ACUERDO CON LA SITUACION DEL TRANSITO QUE ENCUENTRE EN SU RECORRIDO.

PARA EJEMPLIFICAR ESTO CONSIDEREMOS LA SITUACION DE UN CONDUCTOR CUYO MOTIVO DE VIAJE ES DE NEGOCIOS Y OTRO CON UN MOTIVO DE RECREACION O PASEO.

### A.2.2 ) EXPERIENCIA

ES EL GRADO DE APRENDIZAJE EN EL MANEJO Y SE ADQUIERE CON LA PRACTICA, UN CONDUCTOR EXPERTO, TIENE UN ARCHIVO DE SITUACIONES FRECUENTES QUE LE PERMITEN RESPONDER CON RAPIDEZ ANTE UN PROBLEMA E INCLUSO PUEDE DESARROLLAR LA CAPACIDAD DE RESPONDER AUTOMATICAMENTE.

LA EXPERIENCIA, PARA ALGUNOS CONDUCTORES PUEDE SER NEGATIVA, PUES SE PRESENTA COMO UNA BARRERA AL PROCESO DE APRENDIZAJE O SE PUEDE PASAR A UN ESTADO DE CONFIANZA EXCESIVA, POR CONSIDERAR QUE YA SE CONOCE TODO.

### A.2.3) ESTADO DE ANIMO

EL ESTADO EMOCIONAL DEL CONDUCTOR INFLUYE NOTABLEMENTE EN SU COMPORTAMIENTO:

MIEDO TRISTEZA
IRA PREOCUPACION
ALEGRIA TENSION

TODOS ESTAS EMOCIONES DESORGANIZAN LA CONDUCTA Y LAS REACCIONES PERO SUELEN SER PASAJERAS, SIN EMBARGO, EXISTEN CIERTAS ACTITUDES PROPIAS DEL INDIVIDUO QUE TAMBIEN DEFINEN

ESTADOS DE ANIMO GENERALMENTE NEGATIVOS Y QUE SON COMUNES DE OBSERVAR ENTRE CONDUCTORES, ESTAS PUEDEN SER:

EL AFAN DE SER SIEMPRE EL PRIMERO
EL EXHIBICIONISMO
EL REVANCHISMO
EL ESPIRITU DE COMPETENCIA

**A.2.4) CANSANCIO**

EL CANSANCIO EXPERIMENTADO AL MANEJAR ES UN SINTOMA CAUSADO POR MUY DIFERENTES FACTORES COMO, LAS VIBRACIONES, EXCESO DE CALOR, LOS DESLUMBRAMIENTOS Y LOS LARGOS PERIODOS DE TIEMPO SIN DESCANSAR, EL PRIMER EFECTO ES EL CANSANCIO FISICO, PERO ESTOS FACTORES AUNADOS A UNA SENSACION DE MONOTONIA PUEDEN PRODUCIR EL SEGUNDO EFECTO QUE ES EL CANSANCIO MENTAL, EL CUAL SUELE SER MAS PELIGROSO, PUES EN ESTE CASO EL CONDUCTOR PUEDE EMPEZAR A PERDER LA ATENCION, A TENER APRECIACIONES INCORRECTAS U OMITIR DETALLES IMPORTANTES, EL CASO MAS GRAVE ES CUANDO ESTE CANSANCIO PROVOCA SUEÑO.

EXISTE ADEMAS OTRA FORMA DE MANIFESTACION DEL CANSANCIO QUE ES UN TIPO DE HIPNOTISMO, ESTE SE PRESENTA EN CAMINOS MUY RECTOS Y DE ALTA VELOCIDAD. AQUI EL PELIGRO PARA EL CONDUCTOR SE PRESENTA CUANDO EL CONDUCTOR LLEGA A UNA ZONA DEL CAMINO DONDE CAMBIAN LAS CONDICIONES DE ALINEAMIENTO, SEÑALIZACION O USO DEL SUELO Y SE REQUIERE HACER CAMBIOS BRUSCOS DE VELOCIDAD, YA QUE EL FOCO EN DONDE SE CONCENTRA LA ATENCION SE FIJA A DISTANCIAS MAYORES CUANDO LA VELOCIDAD ES ALTA, EL CONDUCTOR EQUIVOCA POR COMPLETO SU ESTIMACION DE LA DISTANCIA RECORRIDA POR UNIDAD DE TIEMPO, DANDO LA IMPRESION DE QUE LA REDUCCION QUE HIZO DE SU VELOCIDAD ES MAYOR QUE LA REALMENTE PRODUCE.

PARA CONTRARRESTAR ESTA SITUACION SE HAN PROPUESTO PROYECTAR CAMBIOS MAS O MENOS CONSTANTES EN LOS ALINEAMIENTOS DE UNA VIA (EVITAR LARGAS TANGENTES) Y MEJORAR LAS CONDICIONES DE LOS PAVIMENTOS, ASI COMO TAMBIEN, CONTEMPLAR LA UTILIZACION DE ELEMENTOS QUE LLAMEN LA ATENCION, PARA QUE NO SE PRODUZCA SENSACION DE MONOTONIA.

**A.2.5) CONCIENCIA**

ESTA SE PUEDE DEFINIR COMO EL SENTIMIENTO INTERNO POR EL CUAL EL CONDUCTOR LE DA VALOR A SUS ACCIONES, ESTA CONDICIONADA POR LA CULTURA, LAS COSTUMBRES, LA EDUCACION, EL GRADO DE LIBERTAD Y LAS LEYES.

# VEHICULO

DENTRO DE LOS INVENTOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LOS TIEMPOS MODERNOS SE ENCUENTRA SIN DUDA ALGUNA EL AUTOMOVIL, CUYA VERSION ACTUALIZADA LA PERCIBIMOS CON LAS CARACTERISTICAS PROPIAS DE NUESTRA EPOCA Y COTIDIANIDAD, COMO TODOS LOS INVENTOS QUE SE LE HAN OCURRIDO AL HOMBRE, EL AUTOMOVIL PARTIO DE UNA IDEA, QUE SE HA IDO DESARROLLANDO Y SUPERANDO A LO LARGO DE DIVERSOS EXPERIMENTOS NEGATIVOS Y POSITIVOS Y QUE CONSTITUYEN AL AUTOMOVIL ACTUAL CUYOS ADELANTOS TECNOLOGICOS SE ENFOCAN A LA RAPIDEZ, ECONOMIA Y SEGURIDAD.

EL VEHICULO AUTOMOTOR HA TENIDO UNA MARCADA INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD PRESENTANDO VENTAJAS Y DESVENTAJAS PARA EL HOMBRE. ENTRE LAS QUE PODRIAMOS CITAR ESTAN:

VENTAJAS:

- LE HA DADO AL HOMBRE UNA MOVILIDAD CASI COMPLETA
- TERMINO CON EL AISLAMIENTO DE LAS REGIONES
- LE PERMITE UN DESPLAZAMIENTO RAPIDO
- PROPORCIONA UN ENLACE ENTRE LA VIVIENDA Y EL LUGAR DE TRABAJO O DE RECREACION
- FACILITA EL ACCESO A LOS SUBURBIOS DE LAS CIUDADES DE GRAN TAMAÑO
- DESCENTRALIZA LAS ACTIVIDADES ECONOMICAS Y LAS DESARROLLA

DESVENTAJAS:

- ACCIDENTES
- CONGESTIONAMIENTOS
- PROBLEMAS DE ESTACIONAMIENTO
- CONTAMINACION

EL VEHICULO TIENE UN AMPLIO RECONOCIMIENTO COMO ELEMENTO DEL TRANSITO SOBRE TODO POR SU PARTICIPACION EN EL DISEÑO DE LOS CAMINOS.

LOS VEHICULOS VARIAN TANTO EN FORMA COMO EN CARACTERISTICAS Y PROPOSITOS PARA LO QUE FUERON DISEÑADOS, POR LO QUE ES NECESARIO ESTANDARIZAR LOS VEHICULOS EN TIPOS PARA CONSIDERARLOS COMO VEHICULOS DE PROYECTO EL CUAL SE DEFINE COMO:

VEHICULO DE PROYECTO: ES UN VEHICULO DE MOTOR DE DETERMINADO TIPO, CUYO PESO, DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE OPERACION SON USADOS PARA ESTABLECER LOS CONTROLES DE DISEÑO DE LOS CAMINOS.

EN GENERAL PARA EFECTOS DE PROYECTO, SE CONSIDERAN DOS TIPOS DE VEHICULOS DE PROYECTO: LOS VEHICULOS LIGEROS Y LOS PESADOS (CAMIONES Y AUTOBUSES). LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS PARA SU CLASIFICACION ESTAN REFERIDAS AL RADIO MINIMO DE GIRO Y AQUELLAS QUE DETERMINAN LAS AMPLIACIONES O SOBREANCHOS NECESARIOS EN LAS CURVAS HORIZONTALES, TALES COMO DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS, ANCHO TOTAL DE LA HUELLA Y VUELOS DELANTERO Y TRASERO.

LA DENOMINACION DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO ESTA EN FUNCION DE LA DISTANCIA QUE EXISTE ENTRE LOS EJES EXTREMOS. EL MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO ESTABLECE CINCO CATEGORIAS DE ESTOS (VER TABLA ANEXA). EL VEHICULO TIPO SE DEBE SELECCIONAR DE TAL MANERA QUE REPRESENTE UN PORCENTAJE SIGNIFICATIVO DEL TRANSITO QUE CIRCULARA POR EL FUTURO SISTEMA VIAL.

***CARACTERISTICAS DE OPERACION***

ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LOS VEHICULOS QUE FUNDAMENTALMENTE INFLUYEN EN EL PROYECTO GEOMETRICO ESTAN:

*EL RADIO DE GIRO.-* EL CUAL VARIA DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE PROYECTO CONSIDERADA Y PRINCIPALMENTE SE PRESENTAN DOS CASOS;

A) CUANDO LA VELOCIDAD EN LA INTERSECCION ES MENOR A 15 KM/H, EN ESTE CASO, EL RADIO DE LA VUELTA ESTA CONTROLADO POR EL RADIO DE GIRO MINIMO DEL VEHICULO DE PROYECTO.

B) PARA VELOCIDADES ALTAS EL RADIO MINIMO PARA VUELTAS PUEDE SER CALCULADO CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$R = \frac{0.00785\ V^2}{(s + f)}$$

DONDE:

R = RADIO DE LA CURVA EN METROS
V = VELOCIDAD, EN KM/H
s = SOBREELEVACION
f = COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL

LOS VEHICULOS AL DAR VUELTA, TIENDEN A DERRAPAR HACIA LA PARTE EXTERNA DE LA CURVA, ACENTUANDOSE ESTO A VELOCIDADES ALTAS, DEBIDO A ESTE DESLIZAMIENTO SE DEBE EL QUE LA ANCHURA DEL PAVIMENTO EN CURVAS SEA MAYOR.

*ACELERACION.-* ESTA CARACTERISTICA DE OPERACION ES USADA PARA LA DETERMINACION DE;

- EL TIEMPO NECESARIO PARA CRUZAR UNA INTERSECCION PARTIENDO DE LA POSICION DE ALTO.
- LA DISTANCIA REQUERIDA PARA REBASAR A UN VEHICULO
- LA SEPARACION ENTRE VEHICULOS

LOS AUTOMOVILES TIENEN UNA RAZON DE ACELERACION COMPRENDIDA ENTRE 7 Y 10 KM/H/SEG (A BAJAS VELOCIDADES).

*FRENADO.-* ESTA OPERACION VARIA DE ACUERDO A LA FRICCION LONGITUDINAL QUE EXISTA ENTRE LAS LLANTAS Y EL PAVIMENTO Y DE LA HABILIDAD QUE SE TENGA PARA FRENAR EL VEHICULO, EN PROYECTO DE UN CAMINO LO QUE SE CHECA PRINCIPALMENTE ES LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA AMPLIAMENTE RELACIONADA CON ESTE CONCEPTO.

# CAMINO

SE ENTIENDE POR CAMINO, AQUELLA FAJA DE TERRENO ACONDICIONADA PARA EL TRANSITO DE VEHICULOS.

UNO DE LOS PATRIMONIOS MAS IMPORTANTES PARA UN PAIS ES LA INFRAESTRUCTURA DE SU RED VIAL, POR LO QUE SU MAGNITUD Y CALIDAD REPRESENTAN UNO DE LOS INDICADORES DEL GRADO DE DESARROLLO DEL MISMO.

FORMAN PARTE DEL PROYECTO GEOMETRICO DE UNA CALLE O CARRETERA, TODOS LOS RECURSOS VISIBLES DE ELLAS, INFLUYENDO EN SU DISEÑO: EL ALINEAMIENTO VERTICAL, EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL, DIFERENTES ELEMENTOS DE LA SECCION TRANVERSAL , LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD TANTO DE PARADA COMO DE REBASE Y LA GEOMETRIA DE LAS INTERSECCIONES.

***CLASIFICACION DE LOS CAMINOS***

CLASIFICACION DE TRANSITABILIDAD

⇒ CAMINO DE TERRACERIAS
⇒ CAMINO REVESTIDO
⇒ CAMINO PAVIMENTADO

CLASIFICACION ADMINISTRATIVA

⇒ CAMINO FEDERAL
⇒ CAMINO ESTATAL
⇒ CAMINO VECINAL
⇒ CAMINO DE CUOTA

CLASIFICACION TECNICA OFICIAL

⇒ TIPO A2, PARA UN TDPA DE 3000 A 5000 VEHICULOS
⇒ TIPO A4, PARA UN TDPA DE 5000 A 20 000 VEHICULOS
⇒ TIPO B, PARA UN TDPA DE 1500 A 3000 VEHICULOS
⇒ TIPO C, PARA UN TDPA DE 500 A 1500 VEHICULOS
⇒ TIPO D, PARA UN TDPA DE 100 A 500 VEHICULOS
⇒ TIPO E, PARA UN TDPA HASTA DE 100 VEHICULOS

*CONSIDERACIONES PARA EL PROYECTO*

LA REALIZACION DEL PROYECTO GEOMETRICO REQUIERE QUE EL ESPECIALISTA TOME EN CUENTA LAS CONSIDERACIONES SIGUIENTES:

* TODO PROYECTO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LOS VOLUMENES DE TRANSITO QUE SE ESPERAN AL FINAL DE LA VIDA UTIL DEL CAMINO Y CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS QUE USARAN LA VIA EN PROYECTO.

* LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE FORMARAN PARTE DEL PROYECTO DEBERAN SER DE TAL FORMA QUE INSPIREN CONFIANZA PARA SU USO, POR PARTE DEL USUARIO.

* PROYECTARSE DE MANERA QUE NO PRESENTEN CAMBIOS BRUSCOS EN SU ALINEAMIENTO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICAL.

* DEBE INCLUIR DENTRO DE LOS ELEMENTOS VISIBLES DEL CAMINO, LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL NECESARIOS PARA REGULAR EL TRANSITO, TALES COMO SEÑALAMIENTO VERTICAL, MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO E ILUMINACION ADECUADA.

* DEBERA REALIZARSE UN ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO QUE PERMITA EVALUAR VENTAJAS ENTRE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE UN PROYECTO, TANTO EN SU COSTO INICIAL, COMO EN SU MANTENIMIENTO.

*ELEMENTOS BASICOS DE PROYECTO*

SE REFIERE PRINCIPALMENTE A LOS ELEMENTOS QUE DETERMINAN LA MAGNITUD DE UN CAMINO, LOS BASICOS SON:

1. LOS VOLUMENES DE TRANSITO
2. LA COMPOSICION VEHICULAR
3. LA VELOCIDAD DE PROYECTO
4. REQUERIMIENTOS PARA CONTROL DE ACCESOS (CUANDO SE NECESITE)

ADEMAS ESTA CLARO QUE EXISTEN OTROS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROYECTO DE UN CAMINO, TALES COMO LA TOPOGRAFIA, CARACTERISTICAS FISICAS Y ECONOMICAS, ETC, AUNQUE ESTAS SE REFLEJARAN INDIRECTAMENTE EN LAS BASICAS.

## *TIEMPO DE PERCEPCION - REACCION*

ES UNO DE LOS FACTORES MAS IMPORTANTES PARA EL INGENIERO DE TRANSITO YA QUE SIRVE PARA ESTUDIOS DE CAPACIDAD, SEGURIDAD, PROYECTO GEOMETRICO, SEMAFOROS, ETC., SE LE DEBERIA CONSIDERAR COMO UN FACTOR INTERNO PERO SE HA PREFERIDO NO INCLUIRLO ENTRE ESTOS PORQUE DEPENDE EN GRAN FORMA DE LA COMBINACION DE TODOS LOS FACTORES YA MENCIONADOS.

EL TIEMPO DE PERCEPCION-REACCION.- ES EL INTERVALO ENTRE EL VER, OIR Y/O SENTIR Y LA ACCION DE ACTUAR ANTE UN ESTIMULO DE UNA SITUACION DE TRANSITO.
SE HA DESARROLLADO TODA UNA TEORIA AL RESPECTO, A ESTA SE LE DENOMINA TEORIA DEL PIEV Y ESTABLECE QUE ESTE TIEMPO SE DISTRIBUYE DE LA MANERA SIGUIENTE:

PERCEPCION.- PERCIBE LA SITUACION (MOVIMIENTO DEL OJO)

INTELECCION.- RECONOCE, ANALIZA Y COMPARA CON OTROS HECHOS LA SITUACION, QUE SE LE PRESENTA

EMOCION.-SE MANDA LA ORDEN TOMANDOSE UNA DECISION

VOLICION.- SE ACTUA

ESTAS CUATRO ETAPAS VARIAN DE 0.5 EN UNA SITUACION NORMAL Y COMUN A 4 SEGUNDOS PARA UNA SITUACION NUEVA, CONSIDERANDO LA SITUACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTIMULOS.
RESULTA CASI IMPOSIBLE DETERMINARLA CON EXACTITUD FASE POR FASE. EN PRUEBAS DE LABORATORIO, SE HA ENCONTRADO QUE EL CONDUCTOR RESPONDE A ESTIMULOS TAN SIMPLES, TAL COMO UNA LUZ QUE SE ENCIENDA. OTRAS PRUEBAS SE RESUMEN EN LA SIGUIENTE TABLA:

**PRUEBAS DE LABORATORIO**

| SENTIDO | ESTIMULO | TIEMPO DE REACCION SEG. |
|---|---|---|
| VISTA | LUZ | 0.18 |
| OIDO | SONIDO | 0.14 |
| ACTO | TACTO | 0.14 |

NOTA: EN UN LABORATORIO SE TIENE UN SOLO ESTIMULO Y EL QUE LO EXPERIMENTA YA ESTA PREPARADO PARA ACTUAR, LO CUAL NO OCURRE EN LA PRACTICA.

PARA FINES DE PROYECTO PUEDE VARIAR, HASTA 2.5 SEG (VIAS RURALES) Y DE 0.75 A 1.5 SEG (VIAS URBANAS).

## *APLICACIONES:*

-EL CONDUCTOR TOMA UNA SOLA DECISION A LA VEZ, POR LO QUE EL PROYECTISTA DEBE EVITAR QUE SE PRESENTEN DECISIONES MULTIPLES, POR EJEMPLO, EN UNA INTERSECCION CONFLICTIVA SE DEBERAN SEPARAR LOS MOVIMIENTOS, EVITAR LA MEZCLA DE ANUNCIOS, CON SEÑALAMIENTO VIAL, ETC.

-EL CONDUCTOR BASA GENERALMENTE SUS DECISIONES EN EXPERIENCIA ANTERIORES, POR LO QUE EN SITUACIONES POCO USUALES EL TIEMPO DE REACCION SERA MAYOR EN BASE A LO ANTERIOR AL PROYECTAR OBRAS VIALES SE DEBERAN EVITAR SITUACIONES DIFERENTES A LO ESTABLECIDO.

-UNA DE LAS APLICACIONES MAS DIRECTAS DE ESTOS DATOS LO CONSTITUYE EL CALCULO DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA Y DE REBASE, UTILIZADA PARA PROYECTO DE LOS ALINEAMIENTOS DE UN CAMINO.

LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA, ES LA DISTANCIA MINIMA NECESARIA PARA QUE UN CONDUCTOR QUE TRANSITA A O CERCA DE LA VELOCIDAD DE PROYECTO VEA UN OBJETO EN SU TRAYECTORIA Y PUEDA PARAR SU VEHICULO ANTES DE LLEGAR A EL.

DISTANCIA REQUERIDA PARA DETENER UN VEHICULO:

$$D = \underline{Dp + Dr} + Df$$

$$D = Dr + Df$$

$$D = K v t + \frac{v^2}{254(f \pm p)}$$

DONDE:

K = 0.278
v = VELOCIDAD EN KM/H
t = TIEMPO DE REACCION
f = COEFICIENTE DE FRICCION
p = PENDIENTE DEL CAMINO

**EJEMPLO**:
CALCULAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA QUE NECESITARA UN CONDUCTOR QUE CIRCULA POR UNA CARRETERA DE DOS CARRILES CON POCO VOLUMEN VEHICULAR, BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

TERRENO PLANO
PAVIMENTO MOJADO
VELOCIDAD DE PROYECTO: 90 KM/H

SOLUCION:

PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO DE 90 KM/H SE TIENE UNA VELOCIDAD DE MARCHA DE 79 KM/H (FIG. 5.18 MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS); COEFICIENTE DE FRICCION: 0.305 (TABLA 5-D MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS); TIEMPO DE REACCION: 2.5 SEG PARA ZONAS RURALES

$$D = 0.278(79)(2.5) + (79)^2 / (254)(0.305)$$

$$D = 54.92 + 80.56 = 135.42 \text{ M}$$

***DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE***

ES UNA DISTANCIA SUFICIENTE PARA QUE EL CONDUCTOR DE UN VEHICULO PUEDA ADELANTAR A OTRO QUE CIRCULA POR EL MISMO CARRIL SIN PELIGRO DE INTERFERIR CON UN TERCER VEHICULO QUE VENGA EN SENTIDO CONTRARIO Y SE HAGA VISIBLE AL INICIARSE LA MANIOBRA. ESTA DISTANCIA DEPENDE TAMBIEN DE: LA TOPOGRAFIA, EL VOLUMEN DEL TRANSITO Y SU CLASIFICACION VEHICULAR, LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO, TIPO DE CAMINO Y LA HABILIDAD DEL CONDUCTOR.

SE CONSIDERAN LAS SIGUIENTES HIPOTESIS PARA SU CALCULO:

- QUE EL VEHICULO QUE VA A SER REBASADO CIRCULA A VELOCIDAD UNIFORME
- EL VEHICULO QUE REBASA ALCANZA AL VEHICULO QUE VA A REBASAR Y CIRCULAN A LA MISMA VELOCIDAD, HASTA QUE SE INICIA LA MANIOBRA DE REBASE
- CUANDO SE LLEGA AL TRAMO DE REBASE EL CONDUCTOR REACCIONA ACELERANDO EL VEHICULO PARA INICIAR EL REBASE
- EL REBASE SE REALIZA EN MANIOBRA DE ARRANQUE PUES CUANDO SE OCUPA EL CARRIL IZQUIERDO SE PRESENTA UN VEHICULO EN SENTIDO CONTRARIO CON IGUAL VELOCIDAD QUE EL VEHICULO REBASANTE
- CUANDO EL VEHICULO REBASANTE REGRESA A SU CARRIL HAY SUFICIENTE DISTANCIA ENTRE EL Y EL VEHICULO QUE VIENE EN SENTIDO CONTRARIO

SE CONSIDERA QUE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE ES APROXIMADAMENTE 7 VECES LA VELOCIDAD DE PROYECTO (NORMA AMERICANA); 4.5 VECES LA VELOCIDAD DE PROYECTO (NORMA MEXICANA); 4.4 VECES LA VELOCIDAD DE PROYECTO (NORMA INGLESA)

# DISPOSITIVOS PARA REGULAR EL TRANSITO

**ANTECEDENTES**

" ... *SISTEMA MUNDIAL DE SEÑALIZACION*. EN 1949, ANTE LA DIVERSIDAD DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO QUE EXISTÍAN EN LAS CARRETERAS Y CIUDADES DE TODO EL MUNDO, LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS CONVOCÓ A UNA ASAMBLEA DE LOS PAÍSES MIEMBROS, ASAMBLEA QUE SE LLEVÓ A CABO EN GINEBRA, SUIZA. EN DICHA REUNIÓN SE DISCUTIÓ UNA PROPUESTA DE UNIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALES, PARA QUE LOS CONDUCTORES LAS IDENTIFICARAN FÁCILMENTE AL VIAJAR DE UN PAÍS A OTRO, ESTA PROPUESTA ESTABA BASADA EN SÍMBOLOS DE SENCILLA INTERPRETACIÓN SIN EMBARGO, SOLO SE LOGRO UN ÉXITO PARCIAL, PUES ADEMÁS DE ENFRENTARSE LOS SISTEMAS EUROPEOS Y AMERICANO DE SEÑALIZACIÓN, HABÍA PAÍSES EN LOS QUE EXISTÍA UNA COMBINACIÓN DE AMBOS SISTEMAS. TODO ESTO DIO COMO RESULTADO QUE NO SE ACEPTARA UN CAMBIO TOTAL Y REPENTINO..."[2]

DESDE ESTA FECHA Y HASTA 1968 SE ESTUVIERON REALIZANDO ESTUDIOS Y PROYECTOS PARA LOGRAR LA UNIFICACIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALES, FINALMENTE UN PROYECTO FUE REVISADO Y RATIFICADO DURANTE LA CONVENCIÓN SOBRE CIRCULACIÓN VIAL, CONVOCADA POR LA ONU EN 1968 EN VIENA AUSTRIA. EN ESTA SE CONCILIARON LOS DOS SISTEMAS PREDOMINANTES, CONSERVÁNDOSE BÁSICAMENTE LA SIMBOLOGÍA DEL SISTEMA EUROPEO Y ACEPTÁNDOSE, COMO ALTERNA, LA FORMA EXTERIOR DE LAS SEÑALES DEL SISTEMA AMERICANO.

MÉXICO POR SU PARTE CONTABA CON NORMAS DE SEÑALIZACIÓN DESDE 1930, PERO CUANDO NUESTRO PAÍS FIRMO EL "PROYECTO DE CONVENCIÓN SOBRE SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS" EN VIENA, ADQUIRIÓ EL COMPROMISO INTERNACIONAL DE ACEPTAR ESTE SISTEMA DE SEÑALES Y MARCAS EN EL PAVIMENTO, POR LO QUE HUBO QUE EMPEZAR A TRABAJAR SOBRE ESTA BASE PARA DESARROLLAR LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE SEÑALAMIENTO.

AL MISMO TIEMPO EL RESTO DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA A TRAVÉS DE LOS CONGRESOS PANAMERICANOS DE CARRETERAS, ACEPTARON LAS RECOMENDACIONES DE LA ONU PARA LA ELABORACIÓN DE UN SISTEMA MUNDIAL DE SEÑALES A BASE DE SÍMBOLOS Y APROBARON, EN EL "X CONGRESO PANAMERICANO DE CARRETERAS", CELEBRADO EN MONTEVIDEO URUGUAY, EN DICIEMBRE DE 1967, EL MANUAL INTERAMERICANO DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS. EN GRAN PARTE, ESTE MANUAL COINCIDE CON EL DE MÉXICO DE 1966, QUE TAMBIÉN SE HABÍA ELABORADO TOMANDO EN CUENTA LAS SUGERENCIAS HECHAS POR LA ONU.

CUANDO SE AGOTÓ LA EDICIÓN DE 1966, Y CONSIDERANDO EL MANUAL INTERAMERICANO Y LAS PROPUESTAS DE LA CONVENCIÓN DE VIENA, MÉXICO REVISÓ EL MANUAL Y SE ELABORÓ LA EDICIÓN 1970 DEL "MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS". ACTUALMENTE CIRCULA LA QUINTA EDICIÓN DEL AÑO 1986.

GENERALIDADES

***PROPÓSITO DEL SEÑALAMIENTO***

EL PROPÓSITO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO Y LA JUSTIFICACIÓN DE SUS USOS, ES EL AYUDAR A PRESERVAR LA SEGURIDAD, PROCURAR EL ORDENAMIENTO DE LOS MOVIMIENTOS PREDECIBLES DE TODO EL TRÁNSITO A LO LARGO DE CUALQUIER TIPO DE VIALIDAD, ASÍ COMO, PROPORCIONAR INFORMACIÓN Y PREVENCIÓN A LOS USUARIOS PARA GARANTIZAR SU SEGURIDAD Y UNA OPERACIÓN FLUIDA DEL TRÁNSITO.

***REQUISITOS***

UN DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO DEBE REUNIR CINCO REQUISITOS BÁSICOS PARA SER EFECTIVO, ESTOS SON:

1.- PROPORCIONAR SEGURIDAD
2.- LLAMAR LA ATENCIÓN DEL USUARIO
3.- TRANSMITIR UN MENSAJE SENCILLO Y CLARO
4.- IMPONER RESPETO A LOS USUARIOS DE LA VÍA PÚBLICA
5.- ESTAR UBICADOS DE TAL MODO QUE PERMITAN AL USUARIO RECIBIR EL MENSAJE

***NORMAS***

LAS NORMAS SE PUEDEN AGRUPAR DENTRO DE CINCO ASPECTOS IMPORTANTES, QUE SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

PROYECTO.- EN ESTE SE DETERMINA QUE LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO, DEBEN ASEGURAR QUE SUS CARACTERÍSTICAS DE TAMAÑOS, CONTRASTES, COLORES, FORMAS, COMPOSICIÓN E ILUMINACIÓN O EFECTO REFLEJANTE, DONDE SE PRECISE, SE COMBINEN PARA PROPORCIONAR UN SIGNIFICADO COMPRENSIBLE, ADEMÁS DE LLAMAR LA ATENCIÓN DEL USUARIO.

APLICACIÓN.- CORRESPONDE ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA AUTORIDAD RESPONSABLE DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA VÍA, LA INSTALACIÓN DE ESTOS DISPOSITIVOS, MISMA QUE DEBERÁ DE ASEGURARSE DE QUE DICHOS DISPOSITIVOS SON LOS QUE CUMPLEN ADECUADAMENTE CON LOS REQUISITOS DEL TRÁNSITO EN EL PUNTO DONDE SE LES REQUIERA. SE DEBERÁ EVITAR QUE TANTO EL DERECHO DE VÍA DEL CAMINO, LA SEÑAL, SU SOPORTE O EL ESPACIO FRENTE A ESTAS, SEAN UTILIZADOS COMO MEDIOS DE PUBLICIDAD. NINGÚN PARTICULAR PODRÁ COLOCAR O DISPONER DE SEÑALES U OTROS DISPOSITIVOS, SALVO EL CASO DE AUTORIZACIÓN OFICIAL.

UBICACIÓN.- EL DISPOSITIVO DEBERÁ ESTAR UBICADO DENTRO DE LOS LÍMITES DEL CONO VISUAL DEL USUARIO, PARA LLAMAR SU ATENCIÓN Y CAPTAR SU SIGNIFICADO. SU LOCALIZACIÓN, COMBINADA CON SU LEGIBILIDAD, DEBE SER TAL, QUE EL USUARIO TENGA EL TIEMPO SUFICIENTE PARA ACTUAR ADECUADAMENTE.

CONSERVACIÓN.- EXISTEN DOS ENFOQUES DE CONSERVACIÓN PARA LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRÁNSITO, LA FÍSICA Y LA FUNCIONAL. LA PRIMERA BUSCA ASEGURAR LA LEGIBILIDAD Y VISIBILIDAD, MANTENIÉNDOLOS LIMPIOS, LEGIBLES Y MONTADOS APROPIADAMENTE. LA SEGUNDA SE REFIERE A LA NECESIDAD DE REVISAR SI ESTOS SE AJUSTAN A LAS NECESIDADES DEL TRÁNSITO Y DE NO SER ASÍ REALIZAR EL RETIRO Y CAMBIO DE LOS MISMOS, AUN CUANDO FÍSICAMENTE NO SE REQUIERA SU REEMPLAZO.

UNIFORMIDAD.- SE REFIERE A TRATAR LAS SITUACIONES SIMILARES EN LA MISMA FORMA. LA UNIFORMIDAD DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO SIMPLIFICA LA LABOR DEL USUARIO, DEBIDO A QUE AYUDA A RECONOCERLOS Y A INTERPRETARLOS.

DEBE TENERSE CUIDADO DE NO CAER EN UN USO EXCESIVO DE SEÑALES UN SOLO PUNTO DETERMINADO, PUES TIENDEN A PERDER SU EFECTIVIDAD Y A CONFUNDIR AL USUARIO.

ES IMPORTANTE QUE TODOS AQUELLOS QUE PROYECTEN Y/O INSTALEN DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO, ESTÉN ENTERADOS DE QUE NUESTRO PAÍS, SE COMPROMETIÓ A CUMPLIR UN ACUERDO INTERNACIONAL Y QUE ADEMÁS, NOS CONVIENE UNIFORMIZAR EL USO DE LOS DISPOSITIVOS, PARA QUE LOS USUARIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS PUEDAN VIAJAR CON SEGURIDAD Y RESPETEN LAS INDICACIONES.

TAMBIÉN ES NECESARIO RECALCAR LA IMPORTANCIA QUE TIENE, EL QUE LA DECISIÓN DE USAR UN DETERMINADO DISPOSITIVO EN UN PUNTO EN PARTICULAR, ESTE RESPALDADO POR UN ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO, YA QUE ESTO GARANTIZARÁ AUN MÁS EL ÉXITO DE UN PROYECTO DE ESTE TIPO.

CLASIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

⇒ SEÑALES PREVENTIVAS (SP)

⇒ SEÑALES RESTRICTIVAS (SR)

⇒ SEÑALES INFORMATIVAS (SI)

- DE IDENTIFICACION (SII)
- DE DESTINO (SID) (BAJAS Y/O ELEVADAS)
- DE RECOMENDACION (SIR)
- DE INFORMACIÓN GENERAL (SIG)
- DE SERVICIOS Y TURISTICAS (SIST)

⇒ MARCAS (M)

⇒ OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS (OD)

- CERCAS
- DEFENSAS
- INDICADORES DE OBSTACULOS
- INDICADORES DE ALINEAMIENTO
- TACHUELAS, BOTONES, VIALETAS Y BOYAS
- REGLAS Y TUBOS GUIA PARA VADO
- BORDOS
- VIBRADORES
- GUARDAGANADOS
- INDICADORES DE CURVA PELIGROSA

⇒ DISPOSITIVOS PARA PROTECCION EN OBRAS (DP)

- SEÑALES (PREVENTIVAS, RESTRICTIVAS, INFORMATIVAS)
- CANALIZADORES (BARRERAS, CONOS, INDICADORES DE ALINEAMIENTO, MARCAS, DISPOSITIVOS LUMINOSOS, INDICADORES DE OBSTACULOS)
- SEÑALES MANUALES Y ACCESORIOS (BANDERAS, LAMPARAS, CHALECOS, ETC.)

⇒ SEMAFOROS (SEM)

- SEMAFOROS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO VEHICULAR
- SEMAFOROS PARA PASOS PEATONALES
- SEMAFOROS ESPECIALES

**DESCRIPCION GENERAL**

**SEÑALES PREVENTIVAS.**- PREVIENEN A LOS USUARIOS SOBRE LA EXISTENCIA DE ALGÚN PELIGRO EN EL CAMINO Y LA NATURALEZA DE ESTE.

**SEÑALES RESTRICTIVAS.**- INDICAN AL USUARIO LA EXISTENCIA DE LAS LIMITACIONES FÍSICAS O PROHIBICIONES REGLAMENTARIAS QUE REGULAN AL TRÁNSITO.

**SEÑALES INFORMATIVAS.**- GUÍAN AL USUARIO A LO LARGO DE SU ITINERARIO POR LAS VÍAS E INFORMAN SOBRE NOMBRES Y UBICACIÓN DE POBLACIONES, LUGARES DE INTERÉS, SERVICIOS, KILOMETRAJES Y CIERTAS RECOMENDACIONES QUE CONVIENE OBSERVAR Y ESTABLECE LA CLASIFICACIÓN PARA SU USO.

**MARCAS.**- COMPRENDEN LAS RAYAS Y LETRAS QUE SE PINTAN EN EL PAVIMENTO, GUARNICIONES Y ESTRUCTURAS, DENTRO DE O ADYACENTES A LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN, ASÍ COMO LOS OBJETOS QUE SE COLOCAN SOBRE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO, CON EL FIN DE REGULAR O CANALIZAR EL TRÁNSITO E INDICAR LA PRESENCIA DE OBSTÁCULOS.

**OBRAS Y DISPOSITIVOS DIVERSOS.**- SE REFIERE A LO RELACIONADO CON LAS OBRAS QUE SE CONSTRUYEN Y/O DISPOSITIVOS QUE SE COLOCAN DENTRO DE UNA ARTERIA VIAL O SUS INMEDIACIONES PARA PROTECCIÓN, ENCAUZAMIENTO Y PREVENCIÓN A LOS CONDUCTORES DE VEHÍCULOS Y A LOS PEATONES.

**DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN OBRAS.**- INCLUYE LAS SEÑALES Y OTROS MEDIOS QUE SE EMPLEAN CON CARÁCTER TRANSITORIO O TEMPORAL PARA PODER PROTEGER A LOS CONDUCTORES, PEATONES Y TRABAJADORES, ADEMÁS DE GUIAR EL TRÁNSITO A TRAVÉS DE CALLES Y CARRETERAS EN PROCESO DE CONSTRUCCIÓN O DE CONSERVACIÓN.

**SEMÁFOROS.**- SE REFIERE A LOS DISPOSITIVOS ELECTROMECÁNICOS Y ELECTRÓNICOS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO, PRINCIPALMENTE EN ZONAS URBANAS.

## DISEÑO

EL DISEÑO INCLUYE FORMA, DIMENSIONES, ILUMINACIÓN O REFLEXIÓN, COLOR, MATERIALES, CONTENIDO (SÍMBOLOS Y LETRAS).

"EL MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS"[1] OFRECE, MODELOS TIPO DE MUCHAS SEÑALES APROBADAS, ADEMÁS DE TABLAS PARA LAS DIMENSIONES DE LOS TABLEROS DE LAS SEÑALES Y DEL TAMAÑO DE LAS LETRAS Y SÍMBOLOS. ESTOS ÚLTIMOS APARECEN SIEMPRE ORIENTADOS HACIA LA IZQUIERDA, PERO NO NECESARIAMENTE DEBE SER ASÍ, PUEDEN ORIENTARSE A LA DERECHA SI FUERE NECESARIO. ESTA ES LA ÚNICA MODIFICACIÓN PERMITIDA Y QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR LAS PROPORCIONES DE LOS SÍMBOLOS, HACER CAMBIOS EN LOS FILETES DE LAS ORILLAS, ADEMÁS DE QUE TODOS LOS COLORES Y FORMAS DEBERÁN SER RESPETADOS. LOS NUEVOS SÍMBOLOS QUE SE PROPONGAN, DEBERÁN PONERSE EN EXPERIMENTACIÓN DE CAMPO CON MÉTODOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO DURANTE TRES AÑOS CUANDO MENOS, ANTES DE IMPLEMENTARLOS DEFINITIVAMENTE.
PARA AQUELLAS SEÑALES QUE CONTEMPLEN ALGÚN MENSAJE, SE RECOMIENDA QUE ESTE SEA BREVE Y EL TAMAÑO DE LAS LETRAS SUFICIENTE PARA PERMITIR SU LECTURA A DISTANCIA.

### *FORMAS*

LAS FORMAS TIPO PARA LAS SEÑALES SON LAS SIGUIENTES:

A) CUADRADAS, COLOCADAS CON UNA DIAGONAL EN SENTIDO VERTICAL, PARA LAS SEÑALES PREVENTIVAS Y CON LOS LADOS PARALELOS A LA GUARNICIÓN, PARA LAS SEÑALES RESTRICTIVAS Y LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIO Y TURÍSTICAS.
TODAS ESTAS SEÑALES PUEDEN FORMAR UN CONJUNTO ADICIONÁNDOLES UNA PLACA RECTANGULAR, CON LA DIMENSIÓN MAYOR HORIZONTAL, EN LA QUE SE PODRÁN COLOCAR NÚMEROS O LEYENDAS (TABLERO ADICIONAL).

B) RECTANGULARES, CON LA DIMENSIÓN MAYOR HORIZONTAL, SERVIRÁN PARA LAS SEÑALES INFORMATIVAS, EXCEPTO LOS INDICADORES DE RUTA, POSTES DE KILOMETRAJE E INDICADORES DE OBSTÁCULOS QUE TIENEN SU MAYOR DIMENSIÓN VERTICAL.

COMO EXCEPCIÓN, LA FORMA RECTANGULAR DE PROPORCIÓN 3 POR 4, COLOCADA CON EL LADO MAYOR EN SENTIDO VERTICAL, SE USARÁ PARA LA PLACA DE INDICADOR DE ALINEAMIENTO DE CURVA PELIGROSA.

C) LAS OCTAGONALES SE RESERVAN EXCLUSIVAMENTE PARA LA SEÑAL DE ALTO.

D) LAS TRIANGULARES DE LADOS IGUALES, COLOCADAS CON UN VÉRTICE HACIA ABAJO, SERÁN PARA LA SEÑAL DE CEDA EL PASO.

*DIMENSIONES*

GENERALMENTE ESTÁN EN FUNCIÓN AL TIPO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA QUE SE COLOCARÁN, EL MANUAL PROPORCIONA TABLAS QUE RECOMIENDAN LOS TAMAÑOS MÁS ADECUADOS. LA OBSERVACIÓN MÁS IMPORTANTE AQUÍ, ES QUE ENTRE MEJORES SEAN LAS CONDICIONES DE LA VÍA, DIGAMOS EN CUANTO A VELOCIDAD O EL ANCHO DE LA CALZADA, LA DIMENSIÓN DE LOS TABLEROS ES MAYOR.

*ILUMINACIÓN Y REFLEXIÓN (MATERIALES)*

LAS SEÑALES PUEDEN ESTAR ELABORADAS EN ACABADOS MATE O REFLEJANTE. EN ACABADO MATE (TAMBIÉN CONOCIDO COMO ESMALTE) NO EXISTE BRILLANTEZ DE LA SEÑAL Y SE RECOMIENDA PARA AQUELLOS CAMINOS DE POCA IMPORTANCIA, ES DECIR, POCO TRANSITADOS, ESTAS TIENEN LA VENTAJA DE SER MUY ECONÓMICAS EN COMPARACIÓN CON CUALQUIER OTRA SEÑAL DEL MISMO TIPO QUE SE FABRIQUE EN ACABADO REFLEJANTE, SIN EMBARGO LA UTILIZACIÓN DE UNA SEÑAL TERMINADA TOTALMENTE EN ACABADO ESMALTE, HOY EN DÍA ESTA TENDIENDO A DESAPARECER, SOBRE TODO PORQUE PARA EL MANEJO NOCTURNO NO SON MUY EFECTIVAS, EN SU LUGAR ES MÁS COMÚN VER COMBINACIONES DE FONDOS EN ESMALTE CON LETRAS O SÍMBOLOS REFLEJANTES O VICEVERSA.

EL ASPECTO DE REFLEXIÓN ESTA EN FUNCIÓN DE LOS MATERIALES CON LOS QUE SE ELABORA LA SEÑAL, ALGUNOS FABRICANTES OFRECEN UNA GAMA DE OPCIONES EN CUANTO AL MATERIAL UTILIZADO PARA LOGRAR UNA REFLEJANCIA DE DIFERENTE CALIDAD EN LA SEÑAL, OBVIAMENTE ESTO REPERCUTIRÁ EN EL COSTO.

LOS MATERIALES GENERALMENTE EMPLEADOS PARA LOGRAR LA REFLEJANCIA SON:

LA MICROESFERA.- VIDRIO EN FORMA DE ESFERA DEL TAMAÑO DE UN GRANO DE AZÚCAR SI SE APLICA, POR EJEMPLO, A UNA MARCA EN EL PAVIMENTO Y DEL TAMAÑO DE UN GRANO DE SAL SI SE APLICA EN LA PINTURA FRESCA DE UN TABLERO DE UNA SEÑAL.

PINTURA REFLEJANTE (CODIT).- ESTA ES MÁS UTILIZADA EN LOS INDICADORES DE ALINEAMIENTO O FANTASMAS.

PAPEL REFLEJANTE SCOTCHLITE.- EL CUAL SE PEGA O ADHIERE COMO SE HACE CON UNA CALCOMANÍA, CON ESTE MATERIAL SE OBTIENE LA MAYOR REFLEJANCIA, EN COMPARACIÓN CON LOS ANTERIORES, PERO AUN DENTRO DE ESTE ENCONTRAMOS DIFERENTES CALIDADES DE REFLEJANCIA POR EJEMPLO:

MATERIAL REFLEJANTE GRADO INGENIERÍA

MATERIAL REFLEJANTE ALTA INTENSIDAD

MATERIAL REFLEJANTE GRADO DIAMANTE

LA OPCIÓN DE ILUMINACIÓN ES MÁS COMÚN DE GRANDES SEÑALES DE DESTINO, A MENUDO DENOMINADAS MONUMENTALES POR SUS DIMENSIONES, GENERALMENTE SOSTENIDAS EN SOPORTES TIPO PUENTE Y LOCALIZADAS EN ZONAS URBANAS, PERO ESTE SISTEMA RESULTA SER COSTOSO POR LO QUE NO SIEMPRE SE LE CONSIDERA UNA BUENA OPCIÓN.

*COLORES*

LOS COLORES QUE DEBERÁN USARSE EN EL SEÑALAMIENTO SON:

*AMARILLO.*- SE USARÁ PARA EL FONDO DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS Y EN CIERTOS TIPOS DE MARCAS.

*ROJO.*- SE USARÁ PARA EL FONDO DE LA SEÑAL DE ALTO Y EN EL PERÍMETRO DE LA SEÑAL DE CEDA EL PASO, PARA EL SÍMBOLO DE LA SEÑAL INFORMATIVA DE SERVICIO DE PRIMEROS AUXILIOS, Y EN EL CIRCULO Y LA FAJA TRANSVERSAL DE LAS SEÑALES RESTRICTIVAS.

*VERDE.*- SE UTILIZARÁ EN EL FONDO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO.

*AZUL.*- SE USARÁ PARA EL FONDO DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURÍSTICAS.

*ANARANJADO.*- SE EMPLEARÁ PARA EL FONDO DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS QUE SE INSTALEN PARA PROTECCIÓN DE OBRAS Y EN TODOS LOS OTROS DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA LA MISMA ACTIVIDAD, COMO CONOS, BARRILES, BARRERAS, INDICADORES DE PELIGRO, ETC.

*BLANCO.*- SE USARÁ COMO FONDO DE LAS SEÑALES RESTRICTIVAS, INFORMATIVAS DE; IDENTIFICACIÓN, RECOMENDACIÓN, INFORMACIÓN GENERAL. TAMBIÉN SE USARÁ EN SÍMBOLOS, LETRAS Y FILETES DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO Y DE LAS DE SERVICIO Y TURÍSTICAS, EN LA SEÑAL DE ALTO Y EN FLECHAS DE SENTIDO DE CIRCULACIÓN ASÍ COMO EN ALGUNAS MARCAS.

*NEGRO.*- SE USARÁ PARA LOS SÍMBOLOS, FILETES Y LEYENDAS DE SEÑALES PREVENTIVAS Y RESTRICTIVAS. OTROS USOS SE RELACIONAN CON EL FONDO DE LAS FLECHAS DE SENTIDO Y NÚMEROS DE RUTAS, FILETES Y SÍMBOLOS DE LAS SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN, LAS DE RECOMENDACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL.

EL MANUAL[1] PROPORCIONA PATRONES DE CADA COLOR, PARA UNA MEJOR REFERENCIA.

*MATERIALES*

EN EL PUNTO SOBRE ILUMINACIÓN Y REFLEJANCIA QUEDO ESTABLECIDO EL TIPO DE MATERIALES USADOS EN LOS ACABADOS DE LAS SEÑALES, POR LO QUE SOLO SE COMENTA EN ESTE PUNTO DE QUE PUEDEN FABRICARSE LOS TABLEROS, POSTES Y HERRAJES.
GENERALMENTE SERÁN DE LÁMINA NEGRA, LÁMINA GALVANIZADA, LÁMINA DE ALUMINIO, Y EN ZONAS EN DONDE EXISTE PROBLEMA DE CORROSIÓN SE RECOMIENDAN EN MATERIALES PLÁSTICOS, SOBRE TODO PARA LOS TABLEROS. EN ALGUNOS LUGARES DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA DONDE EXISTE ESTE PROBLEMA SE UTILIZAN SEÑALES CON TABLEROS ELABORADOS EN MADERA, SIN EMBARGO PARA LAS CONDICIONES MEXICANAS ESTO RESULTA MUY COSTOSO, ADEMÁS DE SER MÁS SENSIBLES A LOS ATAQUES DE VANDALISMO.

*POSTES Y REVERSO DE LOS TABLEROS*

TODAS LAS SEÑALES LLEVARÁN EL POSTE Y EL REVERSO PINTADO EN COLOR GRIS ACABADO MATE, NO IMPORTANDO EL COLOR CARACTERÍSTICO QUE PRESENTE EL FRENTE DE LA SEÑAL, EN ALGUNAS OCASIONES ESTO SE OMITE CUANDO EL MATERIAL DEL SOPORTE Y EL TABLERO NO SUFREN DAÑO CON INTEMPERISMO Y EL COLOR NATURAL DE ESTOS NO ES LLAMATIVO, POR EJEMPLO LA LÁMINA GALVANIZADA O DE ALUMINIO, SIN EMBARGO ALGUNOS FABRICANTES CONSIDERAN NECESARIO AUN EN ESTOS CASOS PROTEGER LA ESTRUCTURA DE LA SEÑALES CON UNA CAPA DE PINTURA DEL COLOR MENCIONADO.

**UBICACION**

*LOCALIZACIÓN*

NORMALMENTE LAS SEÑALES SE LOCALIZARÁN EN EL LADO DERECHO DE LA VÍA, SIN EMBARGO EXISTEN CASOS EN LOS QUE ESTO NO SE CUMPLIRÁ ESTRICTAMENTE, POR EJEMPLO:

- VIALIDADES MUY AMPLIAS, DE VARIOS CARRILES EN DONDE SE DESEE EJERCER UN CIERTO CONTROL O DIRECCIÓN EN EL USO DE LOS CARRILES O EN DONDE NO EXISTA ESPACIO EN LADO DERECHO DE LA VÍA, EN ESTOS CASOS SE PODRÁN UTILIZAR SEÑALES A CIERTA ALTURA, SOBRE LOS CARRILES DE CIRCULACIÓN (ESTRUCTURA TIPO PUENTE).

- LAS SEÑALES TAMBIÉN PODRÁN LOCALIZARSE EN ISLETAS CANALIZADORAS CUANDO SE JUSTIFIQUE TAL POSICIÓN O EN EL CASO DE CURVAS PRONUNCIADAS HACIA LA DERECHA, SE PODRÁN COLOCAR DEL LADO IZQUIERDO DEL CAMINO, DIRECTAMENTE FRENTE A LOS VEHÍCULOS QUE SE APROXIMAN.

- UNA SEÑAL ADICIONAL DEL LADO IZQUIERDO EN VÍAS DE VARIOS CARRILES ES ÚTIL SOBRE TODO CUANDO EL TRÁNSITO OBSTRUYE LA VISIBILIDAD DEL LADO DERECHO.

LAS SEÑALES DEBERÁN COLOCARSE DE TAL FORMA, QUE NO OBSTRUYAN SU VISIBILIDAD UNAS A OTRAS O QUE ESTÉN OCULTAS POR OTROS OBJETOS DEL CAMINO. DEBEN ESTAR ESPACIADAS COMO PARA QUE LAS DECISIONES SEAN TOMADAS CON SEGURIDAD.

LA INSTALACIÓN DE SEÑALES ELEVADAS SOBRE LOS CARRILES SE JUSTIFICA ENTRE OTROS CASOS CUANDO:

1.- CUANDO EL VOLUMEN DEL TRÁNSITO ESTA A SU CAPACIDAD MÁXIMA O MUY CERCA DE ELLA

2.- EN PROYECTOS DE PASOS A DESNIVEL COMPLEJOS

3.- SI HAY TRES O MÁS CARRILES EN CADA DIRECCIÓN

4.- SI LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD SON RESTRINGIDAS

5.- EN SALIDAS CON RAMPAS MULTICARRIL

6.- CUANDO EL ESPACIAMIENTO ENTRE PASOS A DESNIVEL ES CORTO

7.- SI CIRCULA UN ELEVADO PORCENTAJE DE CAMIONES

8.- POR CAUSA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL ÁREA

9.- SI SE CIRCULA A ALTAS VELOCIDADES.

10.-SI EL ESPACIO ES INSUFICIENTE PARA INSTALAR SEÑALES FUERA DE ACOTAMIENTOS LATERALES

11.-EN ENTRONQUES DE AUTOPISTAS CON EJES VIALES O VÍAS RADIALES IMPORTANTES

12.- EN LAS RAMPAS DE SALIDA DE VÍAS RÁPIDAS HACIA LA IZQUIERDA

*DISTANCIA LATERAL LIBRE*

LA IMPORTANCIA DE ESTA DISTANCIA RADICA EN LA SEGURIDAD QUE SE PROPORCIONA AL USUARIO QUE PUDIERA SALIRSE DEL CAMINO Y GOLPEARSE EN LOS SOPORTES DE ESTAS. TAMBIÉN ASEGURAR QUE QUEDEN DENTRO DEL CONO VISUAL DEL CONDUCTOR.

NORMALMENTE, LAS SEÑALES SE COLOCARÁN EN TODOS LOS CASOS, DE MODO QUE SU ORILLA INTERIOR QUEDE A UNA DISTANCIA NO MENOR DE 50 CM DE LA PROYECCIÓN VERTICAL DEL HOMBRO DEL CAMINO.

CUANDO LA CARRETERA ESTE EN CORTE, EL POSTE DEBERÁ COLOCARSE EN EL TALUD A NIVEL DEL HOMBRO APROXIMADAMENTE, PERO SIN OBSTRUIR EL ÁREA HIDRÁULICA DE LA CUNETA, SI NO SE PUDIERA LOGRAR ESTO, SE DEBERÁ BUSCAR OTRO TIPO DE SOPORTE COMO SON: POSTE EXCÉNTRICO, O DOS POSTES SIMÉTRICOS (VER FIG. ANEXA)

PARA ZONAS URBANAS, LA DISTANCIA ENTRE LA ORILLA INTERIOR DEL TABLERO Y LA ORILLA DE LA BANQUETA DEBERÁ SER DE 30 CM.

*ALTURA*

PARA LAS SEÑALES INSTALADAS A UN LADO DEL CAMINO LAS COTAS SON:

- EN ZONAS RURALES SE INSTALARÁN CUANDO MENOS A 1.5 M MEDIDOS DE LA PARTE INFERIOR DEL TABLERO HASTA EL NIVEL DEL HOMBRO DEL CAMINO.
- EN ZONAS URBANAS, LA ALTURA DEBE SER POR LO MENOS DE 2.00 M. MEDIDOS DE LA PARTE INFERIOR DEL TABLERO HASTA EL NIVEL DE LA BANQUETA.

CUANDO ESTAS LLEVEN TABLERO ADICIONAL SE DEBERÁ VIGILAR QUE SE CONSERVEN LAS MISMAS MEDIDAS, TOMANDO AHORA COMO REFERENCIA LA PARTE INFERIOR DEL TABLERO ADICIONAL (VER FIG. ANEXA).

PARA LAS SEÑALES ELEVADAS O DE ESTRUCTURA TIPO PUENTE SE RECOMIENDA TENER UNA ALTURA LIBRE NO MENOR DE 5.00 M, AUNQUE EN ESTE CASO ES IMPORTANTE CHECAR, SI NO EXISTEN PROBLEMAS POR CAUSA DE CAMIONES QUE LLEVEN EXCESO DE DIMENSIONES.

*ANGULO DE COLOCACIÓN*

EL TABLERO DE LAS SEÑALES DEBERÁ QUEDAR SIEMPRE EN UNA POSICIÓN VERTICAL, A 90º CON RESPECTO AL EJE DEL CAMINO.

NOTA: LOS VALORES ESTABLECIDOS PARA LA DISTANCIA LATERAL LIBRE, LA ALTURA Y EL ÁNGULO DE COLOCACIÓN, SON VÁLIDOS PARA LA MAYORÍA DE LOS DISPOSITIVOS VERTICALES PERO EXISTEN CASOS MUY ESPECÍFICOS DONDE ESTAS MEDIDAS VARIARÁN. EL MANUAL [1] ES UNA BUENA REFERENCIA PARA CONSULTAR ESTOS CAMBIOS.

## IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

- "CUANDO SE REQUIERE SOLUCIONAR UN PROBLEMA REFERENTE AL TRANSITO DEBEMOS CONOCERLO Y LA FORMA MAS ADECUADA ES HACER ESTUDIOS, QUE NOS PROPORCIONEN INFORMACION Y DATOS PARA DIAGNOSTICAR, ANALIZAR Y EVALUAR EL PROBLEMA EN CUESTION".

- INTEGRACION DENTRO DE UNA METODOLOGIA DE ESTUDIO

⇒ ANTECEDENTES
- DEFINICION DEL PROBLEMA
- OBJETIVOS
- ALCANCES

⇒ **RECOPILACION DE DATOS**
- **VELOCIDAD**
  - **INVENTARIOS**
  - **VOLUMENES DE TRANSITO**
  - **CLASIFICACION VEHICULAR**
  - **TIEMPOS DE RECORRIDO**
  - **ORIGEN-DESTINO**
  - **ETC.**

⇒ **ANALISIS**
- **TECNICO**
- **ECONOMICO**

⇒ **ALTERNATIVAS**

⇒ EVALUACION
- TECNICA
- ECONOMICA
- SOCIAL
- POLITICA

⇒ SOLUCION
- GENERAL
- ESPECIFICA

# VOLUMENES DE TRANSITO

## *VOLUMENES DE TRANSITO*

### DEFINICION

SE DEFINE COMO VOLUMEN DE TRANSITO AL NUMERO DE VEHICULOS QUE PASAN POR UN PUNTO O SECCION TRANSVERSAL DADOS, DE UN CARRIL O DE UNA VIA, DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO.

SU EXPRESION ESTA DADA POR LA SIGUIENTE FORMULA:

$$V = \frac{Ve}{T}$$

V = VEHICULOS QUE PASAN POR UNIDAD DE TIEMPO (VEHICULOS/PERIODO)
Ve= NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN (VEHICULOS)
T= PERIODO DETERMINADO (UNIDADES DE TIEMPO)

DEPENDIENDO DE LA VARIACION DE ESTE TIEMPO O PERIODO DETERMINADO (T), SE PUEDEN OBTENER DIVERSIDAD DE DATOS DE VOLUMEN TOTALES, POR EJEMPLO:

A) TRANSITO ANUAL : NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UN AÑO (T=AÑO).

B) TRANSITO MENSUAL: NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UN MES (T=1 MES).

C) TRANSITO SEMANAL: NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UNA SEMANA (T=1 SEMANA).

D) TRANSITO DIARIO: NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UN DIA (T=1 DIA).

E) TRANSITO HORARIO: NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UNA HORA (T=1 HORA).

F) TASA DE FLUJO O FLUJO (q): NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UN PERIODO INFERIOR A LA HORA (T< 1 HORA).

## CONCEPTOS BASICOS

*VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO (TPD)*

SE DEFINE COMO EL NUMERO TOTAL DE VEHICULOS QUE PASAN DURANTE UN PERIODO DADO (EN DIAS COMPLETOS ) IGUAL O MENOR A UN AÑO Y MAYOR QUE UN DIA, DIVIDIDO ENTRE EL NUMERO DE DIAS PERIODO. SEGUN LOS PERIODOS SE PRESENTAN LOS SIGUIENTES VOLUMENES DE TPD, DADOS EN VEHICULOS POR DIA:

- TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

  TPDA = TA / 365

- TRANSITO PROMEDIO MENSUAL (TPDM)

  TPDM = TM / 30

- TRANSITO PROMEDIO SEMANAL (TPDS)

  TPDS = TS / 7

*VOLUMENES DE TRANSITO HORARIOS*

* VOLUMEN HORARIO MAXIMO ANUAL (VHMA)

ES EL MAXIMO VOLUMEN HORARIO QUE OCURRE EN UN PUNTO O SECCION DE UN CARRIL O VIA DURANTE UN AÑO, ESTO ES, LA HORA DE MAYOR VOLUMEN DE LAS 8760 HORAS DEL AÑO.

* VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA (VHMD)

ES EL MAXIMO NUMERO DE VEHICULOS QUE PASAN POR UN PUNTO O SECCION DE UN CARRIL O DE UNA CALZADA DURANTE 60 MINUTOS CONSECUTIVOS. REPRESENTA LOS PERIODOS DE MAXIMA DEMANDA DURANTE UN DIA ESPECIFICO.

* VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO (VHP)

ES EL VOLUMEN DE TRANSITO HORARIO QUE SERVIRA PARA DEFINIR LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIALIDAD.

SE PROYECTA CON UN VOLUMEN HORARIO PRONOSTICADO. NO SE TRATA DEL MAXIMO NUMERO DE VEHICULOS POR HORA QUE SE PRESENTE EN EL AÑO, POR QUE ESTO REPRESENTARIA INVERSIONES CUANTIOSAS, SE RECOMIENDA ENTONCES UN VOLUMEN HORARIO QUE SE PUEDA DAR UN NUMERO MAXIMO DE VECES EN AÑO, PREVIA CONVENCION AL RESPECTO.

## UTILIDAD DE LA INFORMACION SOBRE VOLUMENES DE TRANSITO

DE FORMA GENERAL, ESTOS DATOS PUEDEN SERVIR PARA:

- DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO, MEJORAS Y PRIORIDADES
- ANALISIS ECONOMICOS
- ESTIMACION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES
- ESTIMACION DE LA CALIDAD DEL AIRE
- PLANEACION DE NUEVA INFRAESTRUCTURA VIAL
- ANALISIS ESTRUCTURAL DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO
- COMO DATOS DE ENTRADA A LOS MODELOS UTILIZADOS EN EL PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES
- DEFINIR EL SISTEMA ARTERIAL DE CALLES
- PROYECTO Y REDISEÑO GEOMETRICO DE LA VIALIDAD
- DETERMINACION DE VARIACIONES Y TENDENCIAS DE CRECIMIENTO EN LOS VOLUMENES DE TRANSITO
- ANALISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN VIALIDADES
- ESTUDIO DE ESTACIONAMIENTOS
- ESTUDIOS DE ANTES Y DESPUES
- ESTUDIOS DE SOBRE AYUDAS, PROGRAMAS O DISPOSITIVOS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE TRANSITO.
- ESTUDIO, ANALISIS E INVESTIGACION EN EL CAMPO DE LOS ACCIDENTES Y LA SEGURIDAD.
- ESTUDIOS DE MERCADO CON FINES COMERCIALES

# CARACTERISTICAS DE LOS VOLUMENES DE TRANSITO

LOS VOLUMENES REPRESENTAN UNA VARIABLE DINAMICA, YA QUE SOLAMENTE SON PRECISOS PARA EL PERIODO EN QUE SE ELABORAN LOS AFOROS, PERO COMO ESTOS PRESENTAN VARIACIONES RITMICAS Y REPETITIVAS, SE PUEDE APROVECHAR ESTA SITUACION PARA:

1. PROGRAMAR AFOROS
2. RELACIONAR VOLUMENES DE UN TIEMPO Y ESPACIO CON VOLUMENES EN OTRO TIEMPO Y ESPACIO
3. PREVEER CON LA ANTICIPACION LOS CONTROLES DEL TRANSITO
4. REALIZAR LABOR PREVENTIVA Y DE CONSERVACION, ETC.

POR LO ANTERIOR RESULTA IMPORTANTE PARA LA PLANEACION Y OPERACION DE LA CIRCULACION CONOCER LAS VARIACIONES PERIODICAS DE LOS VOLUMENES EN:

- HORAS DE MAXIMA DEMANDA
- HORAS DEL DIA
- DIAS DE LA SEMANA
- MESES DEL AÑO

OTRAS VARIACIONES COMO:

- DISTRIBUCION POR CARRILES
- DISTRIBUCION DIRECCIONAL
- COMPOSICION

TODAS SON IMPORTANTES PERO DESTACAMOS DENTRO DE ESTAS LA VARIACION DEL VOLUMEN DE TRANSITO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA. EN ESTE CASO SE TRATA DE REVISAR COMO SE DAN LAS FLUCTUACIONES DENTRO DEL PERIODO DE 60 MINUTOS DE LA HORA MAXIMA DE UN DIA DETERMINADO, YA QUE ES MUY SEGURO QUE ESTE FLUJO NO SEA UNIFORME DURANTE TODA LA HORA. LA IMPORTANCIA DE ESTOS RADICA EN QUE CUANDO NO SON TOMADOS EN CUENTA, PUEDEN OCASIONAR DESESTABILIDAD DENTRO DE LA HORA MAXIMA Y NO PERMITIR QUE LAS MEDIDAS TOMADAS CON BASE A DATOS DE ESTA HORA TENGAN RESULTADOS REALMENTE EFECTIVOS (ESTO ES MUY UTILIZADO EN LOS ANALISIS DE CAPACIDAD) . PARA EVITAR TAL SITUACION SE DEBERA CALCULAR UN FACTOR AL QUE SE LE DENOMINA "FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA, FHMD, ESTE INDICA LA FORMA COMO SE DISTRIBUYEN LOS FLUJOS MAXIMOS DENTRO DE LA HORA. EL MAYOR VALOR QUE TOMARA ES LA UNIDAD, CUANDO EXISTA UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE

FLUJOS, OTROS VALORES BAJOS QUE TOME ESTE FACTOR INDICARAN CONCENTRACIONES DE FLUJOS MAXIMOS EN PERIODOS CORTOS DENTRO DE LA HORA. SU EXPRESION MATEMATICA ES:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})}$$

DONDE:

FHMD = FACTOR HORA MAXIMA DEMANDA

VHMD = VOLUMEN EN LA HORA MAXIMA DEMANDA

N = NUMERO DE PERIODOS DURANTE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA

$q_{max}$ = MAXIMO FLUJO DE UN PERIODO REGISTRADO DENTRO DE LA HMD

SE RECOMIENDA QUE N= 4 PARA AFOROS EN INTERSECCIONES Y N=12 PARA AFOROS EN TRAMOS DE AUTOPISTAS.

## EJEMPLO . - CALCULO DEL FHMD

LA SIGUIENTE TABLA MUESTRA LOS DATOS OBTENIDOS DURANTE EL PERIODO DE MAXIMA DEMANDA EN UN PUNTO DE UNA VIA. EL AREA SOMBREADA DELIMITA LOS DATOS PARA LA HORA MAXIMA, CORRESPONDIENTE AL PERIODO DE 8:15 - 9:15, PRESENTANDOSE UN VOLUMEN HORARIO MAXIMO DE:

VHMD = 2291 VEHICULOS MIXTOS/HORA

OTROS DATOS SON:

$q_{max}$ PARA EL PERIODO DE 5 MINUTOS = 321 (DE 9:05-9:10)

$q_{max}$ PARA EL PERIODO DE 15 MINUTOS =908 (DE 9:00-9:15)

DE ESTE MODO PODEMOS CALCULAR :

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})}$$

$$FHMD_5 = \frac{VHMD}{12\,(q_{max\,5})} = \frac{2291}{12\,(221)} = 0.864$$

$$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{4\,(q_{max\,15})} = \frac{2291}{4\,(639)} = 0.896$$

## EJEMPLO DE LA VARIACION DEL VOLUMEN DE TRANSITO EN LA HORA DE MAXIMA DEMANDA

| PERIODO (HORAS:MINUTOS) | FLUJO CADA 5 MIN (VEHICULOS MIXTOS) | PERIODO (HORAS:MINUTOS) | FLUJO CADA 15 MIN (VEHICULOS MIXTOS) |
|---|---|---|---|
| 8:00 - 8:05 | 120 | | |
| 8:05 - 8:10 | 144 | 8:00 - 8:15 | 382 |
| 8:10 - 8:15 | 118 | | |
| 8:15 - 8:20 | 135 | | |
| 8:20 - 8:25 | 155 | 8:15 - 8:30 | 466 |
| 8:25 - 8:30 | 176 | | |
| 8:30 - 8:35 | 179 | | |
| 8:35 - 8:40 | 178 | 8:30 - 8:45 | 556 |
| 8:40 - 8:45 | 199 | | |
| 8:45 - 8:50 | 202 | | |
| 8:50 - 8:55 | 212 | 8:45 - 9:00 | 630 |
| 8:55 - 9:00 | 216 | | |
| 9:00 - 9:05 | 208 | | |
| 9:05 - 9:10 | 221 | 9:00 - 9:15 | 639 |
| 9:10 - 9:15 | 210 | | |
| 9:15 - 9:20 | 204 | | |
| 9:20 - 9:25 | 146 | 9:15 - 9:30 | 452 |
| 9:25 - 9:30 | 102 | | |

## PREDICCIONES DE VOLUMENES DE TRANSITO

*RELACIONES ENTRE EL VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO Y EL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL*

UNA FORMA DE ENCONTRAR EL VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO, VHP, ES A TRAVES DE UNA CURVA QUE INDIQUE LA VARIACION DE LOS VOLUMENES DE TRANSITO HORARIO DURANTE EL AÑO. LA FIGURA MOSTRADA A CONTINUACION PRESENTA TRES CURVAS QUE ESTABLECEN ESTAS RELACIONES, PARA CARRETERAS NACIONALES, QUE SON REPRESENTATIVAS DE TRES GRANDES GRUPOS: RURAL PRINCIPAL, RURAL SECUNDARIA, SUBURBANA.

COMUNMENTE SE UTILIZA EL VOLUMEN DE LA 30av. HORA, ESTIMADO AL FUTURO, PARA FINES DE PROYECTO, TAMBIEN SE RECOMIENDA CONSIDERAR LA 50av. HORA DE MAXIMO VOLUMEN, EN CONDICIONES DE PRESUPUESTOS MUY LIMITADOS.
LA EXPRESION MATEMATICA PARA DETERMINAR EL VOLUMEN HORARIO DE PROYECTO, VHP, EN FUNCION AL TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL, TPDA, SE DEFINE COMO:

VHP = k (TPDA)

DONDE k = VALOR ESPERADO DE LA RELACION ENTRE EL VOLUMEN DE LA n-ava HORA MAXIMA SELECCIONADA Y EL TPDA DEL AÑO DE PROYECTO.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR LOS VALORES DE k SERAN:
PARA VIAS SUBURBANAS: k= 0.08
PARA VIAS RURALES SECUNDARIAS: k= 0.12
PARA VIAS RURALES PRINCIPALES: k= 0.16

*AJUSTE DE VOLUMENES DE TRANSITO*

YA QUE EN LA MAYORIA DE LAS VIALIDADES, NO SIEMPRE SE DISPONE DE TODA LA INFORMACION DE VOLUMENES A TRAVES DE PERIODOS LARGOS, POR EJEMPLO AÑOS, ES NECESARIO CONTAR CON ESTACIONES MAESTRAS DE AFORO PERMANENTE, QUE PERMITAN DETERMINAR FACTORES DE EXPANSION Y AJUSTE APLICABLES A OTRAS VIAS QUE TENGAN PATRONES SIMILARES, DE LAS CUALES SOLO SE TOMARIA AFOROS EN PERIODOS CORTOS.

LOS AFOROS CONTINUOS ARROJAN INFORMACION IMPORTANTE CON RESPECTO A LOS PATRONES DE VARIACION HORARIA, DIARIA, PERIODICA O ANUAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO. DE ESTA MANERA SE HA DETECTADO QUE EL TRANSITO TIENDE A OBSERVAR VARIACIONES CICLICAS, Y AUN SI SE DIERA EL CASO DE QUE LOS VALORES DE LOS VOLUMENES ESPECIFICOS DE UN PERIODO, LLEGASEN A SER BASTANTE DIFERENTE DE UN LUGAR A OTRO, SU PROPORCION EN EL TIEMPO RESPECTO A LOS TOTALES O PROMEDIOS, ES EN MUCHOS CASOS, CONSTANTE O CONSISTENTE.

CON BASE A LO ANTERIOR ES ACEPTADO EL USO DE FACTORES DE EXPASION Y AJUSTE EN LA ESTIMACION DE VOLUMENES PARA OTROS LUGARES Y OTROS PERIODOS.

LO MAS COMUNMENTE USADO ES TRANSFORMAR UN AFORO DE 24 HORAS DE UN DIA Y MES ESPECIFICO, VOLUMEN DE TRANSITO DIARIO, $TD_i$, A VOLUMEN TRANSITO PROMEDIO DIARIO, $TPD_i$, LO CUAL SE CONSIGUE MEDIANTE LA SIGUIENTE RELACION:

$TPD_i = TD_i (F_m)(F_d)$
DONDE:
$F_m$ = FACTOR DE AJUSTE MENSUAL
$F_d$ = FACTOR DE AJUSTE DIARIO

## EJEMPLO . AJUSTE DE VOLUMENES DE TRANSITO

EN LAS TABLAS ANEXAS SE DAN DATOS SOBRE LA VARIACION MENSUAL Y SEMANAL DE CIERTA CARRETERA EN AMBOS SENTIDOS, SE DESEA SABER:

1. EL CALCULO DE LOS FACTORES MENSUAL Y DIARIO
2. SU APLICACION EN LA ESTIMACION DE VOLUMENES DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO A PARTIR DE UN DATO CONOCIDO.

PARA ESTE CASO SUPONGASE QUE SE REQUIERE ESTIMAR EL VOLUMEN DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO QUE DEBERA TOMARSE PARA PROPOSITOS DE ANALISIS OPERACIONAL O DE PROYECTO, SI EL ANALISTA SOLO CUENTA CON UN AFORO DE 24 HRS, REALIZADO EL DIA 12 DE MARZO DE 1996, EN EL QUE SE CONTABILIZO 2115 VEH. MIXTOS /DIA.

CONSIDERANDO QUE :

TPDM= TM / NUM. DE DIAS DEL MES CORRESPONDIENTE (OBTENEMOS LA COLUMNA 3 DE LA PRIMERA TABLA )

$TPDM_{enero}$ = 88355 / 31 = 2850

TPDA= TA/365 O TPDA = $[\sum_{m=1}^{12} TPDM_m] / 12$

TPDA = 32714 / 12 = 2726 VEHICULOS MIXTOS / DIA

EL TPDM EXPRESADO PORCENTUALMENTE CON RESPECTO AL TPDA ES:

TPDM / TPDA

PARA EL MES DE MAYO SERA:

$TPDM_{mayo}$ / TPDA = 2896 / 2726 =1.06 (VALOR LOCALIZADO EN LA CUARTA COLUMNA DE LA PRIMERA TABLA)

ASI EL FACTOR DE AJUSTE PARA PASAR DEL TPDM AL TPDA, LLAMADO FACTOR DE AJUSTE MENSUAL, $F_m$ , TOMA EN CUENTA LA VARIACION MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRANSITO DE TODO EL AÑO, SU EXPRESION ES:

$F_m$ = 1 / (TPDM/TPDA) = TPDA/ TPDM

DE ESTA FORMA PARA EL MES DE MAYO:

$F_m$ = 1 / 1.06 = 0.94 (VALOR LOCALIZADO EN LA ULTIMA COLUMNA DE LA PRIMERA TABLA).

LA SEGUNDA TABLA MUESTRA LOS DATOS DE VARIACION DIARIA DENTRO DE UNA SEMANA ESPECIFICADA. EL CALCULO PARA OBTENER EL FACTOR DIARIO, $F_d$ , EL CUAL TIENE EN CUENTA LA VARIACION DIARIA DEL VOLUMEN DE TRANSITO EN LA SEMANA, SE DEFINE COMO:

$F_d$ = 1 / (TS/TPDS) = TPDS / TD

PARA EL EJEMPLO:

TPDS = TS / 7= 17648 / 7 = 2521 VEHICULOS MIXTOS / DIA

LOS VALORES DE LA SEGUNDA COLUMNA EN ESTA TABLA SON OBTENIDOS EN CAMPO.

LOS VALORES DE LA TERCERA COLUMNA SE CALCULAN POR:

TD/TPDS

PARA EL MARTES TENEMOS:

1956 / 2521 = 0.78

LOS VALORES DE LA ULTIMA COLUMNA SE OBTIENEN POR:

$F_d = 1 / (TD/TPDS)$

ASI POR EJEMPLO PARA EL MISMO DIA MARTES EL VALOR ES:

$F_d = 1/ 0.78 = 1.29$

AHORA SI EL ANALISTA DESEA TRANSFORMAR EL DATO QUE TIENE, REFERENTE AL VOLUMEN DE 24 HRS. DEL DIA 12 DE MARZO DE 1996. EL DIA 12 CORRESPONDE AL MARTES.

TENDRA QUE CONSIDERAR LOS FACTORES PARA MES Y DIA A PARTIR DE LO YA CALCULADO DE FORMA QUE EL RESULTADO ES:

$TPD_i = TD_i (F_m)(F_d)$
$TPD_{martes} = TD_{martes} (F_{marzo})(F_{martes})$
$TPD_{martes} = 2115 (0.99)(1.29) = 2701$ VEHICULOS MIXTOS/DIA

*PRONOSTICO DEL TRANSITO EN CARRETERAS EXISTENTES*

EXISTEN DOS GRUPOS PRINCIPALES DE TECNICAS PARA DETERMINAR EL CRECIMIENTO DEL TRANSITO EN CARRETERAS EXISTENTES. EL **PRIMERO** SE BASA EN LA TENDENCIA HISTORICA DEL INCREMENTO EN LOS VOLUMENES DE TRANSITO, Y CONSIDERA QUE LOS SUCESOS EN EL FUTURO SERAN FUNCION DIRECTA DE LAS EXPERIENCIAS PASADAS; EL **SEGUNDO** GRUPO CONTEMPLA PRINCIPALMENTE TENDENCIAS O INVESTIGACIONES DE CARACTER PRELIMINAR EN CUANTO AL COMPORTAMIENTO DEL TRANSITO EN EL FUTURO, HACIENDO INTERVENIR OTRAS VARIABLES DE CARACTER SOCIOECONOMICO, COMO LA POBLACION, EL INGRESO, EL CONSUMO DE GASOLINA, ETC.

PARA EL PRIMER GRUPO SE HAN IDENTIFICADO TRES METODOS LOS CUALES SE ENUNCIAN A CONTINUACION POR ORDEN DE COMPLEJIDAD:

A) INCREMENTOS PARCIALES
B) INTERES COMPUESTO
**C) REGRESION SIMPLE (MINIMOS CUADRADOS)**

PARA EL SEGUNDO GRUPO SE PRESENTAN DOS METODOS QUE SON:

D) MODELO DE GRAVEDAD
E) MODELO DE REGRESION MULTIPLE

A CONTINUACION SE DESCRIBEN BREVEMENTE EL METODO DE REGRESION SIMPLE.

*REGRESION SIMPLE ( MINIMOS CUADRADOS)*

ESTE METODO ESTADISTICO BASA SU PRINCIPIO, EN OBTENER LEYES DE COMPORTAMIENTO DE DOS VARIABLES QUE TENGAN UNA RELACION SIGNIFICATIVA. LA LINEA DE AJUSTE ES NECESARIAMENTE LA MEJOR EN TERMINOS DE LOS CUADRADOS MINIMOS Y PUEDE SER RECTA O CURVA.

LAS SIGUIENTES EXPRESIONES MATEMATICAS ADECUADAS AL PROBLEMA DEL PRONOSTICO DEL TRANSITO, INTERVIENEN EN ESTE METODO:

1.- CALCULO DE LA RECTA DE AJUSTE APLICANDO EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS.

$$V = a_0 + a_1 A$$

EN DONDE:

V = TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (VARIABLE DEPENDIENTE)
$a_0$ = ORDENADA AL ORIGEN
$a_1$ =PENDIENTE DE LA RECTA
A = AÑO (VARIABLE INDEPENDIENTE)

$$a_0 = \frac{(\Sigma V)(\Sigma A^2) - (\Sigma A)(\Sigma AV)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

$$a_1 = \frac{N(\Sigma AV) - (\Sigma A)(\Sigma V)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2}$$

N = NUMERO TOTAL DE DATOS

2.- DETERMINACION DE LA TASA DE INCREMENTO ANUAL ( i ).

$$i = \frac{N(a_1)}{\Sigma V - (a_1)(\Sigma A)}$$

**EJEMPLO. DETERMINACION DE LA RECTA DE AJUSTE Y LA TASA DE INCREMENTO POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS.**

ESTACION MAESTRA UBICADA EN: PICACHOS KM. 109+850
CARRETERA: BARRANQUILLO-SAN BLAS TRAMO:LOS RAMONES- CERCADO

| AÑO | A | TPDA V | $A^2$ | PRODUCTO A x V |
|---|---|---|---|---|
| 1975 | 0 | 3400 | 0 | 0 |
| 1976 | 1 | 2700 | 1 | 2700 |
| 1977 | 2 | 3830 | 4 | 7660 |
| 1978 | 3 | 3820 | 9 | 11460 |
| 1979 | 4 | 3043 | 16 | 12172 |
| 1980 | 5 | 3770 | 25 | 18850 |
| 1981 | 6 | 4455 | 36 | 26730 |
| 1982 | 7 | 5300 | 49 | 37100 |
| 1983 | 8 | 3800 | 64 | 30400 |
| 1984 | 9 | 3920 | 81 | 35280 |
| 1985 | 10 | 3500 | 100 | 35000 |
| 1986 | 11 | 3710 | 121 | 40810 |
| 1987 | 12 | 5100 | 144 | 61200 |
| 1988 | 13 | 5355 | 169 | 69615 |
| 1989 | 14 | 6039 | 196 | 84546 |
| $\Sigma$ | 105 | 61742 | 1051 | 473523 |
| $(\Sigma)^2$ | 11025 | | | |

$$a_0 = \frac{(\Sigma V)(\Sigma A^2) - (\Sigma A)(\Sigma AV)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2} = 3082.91$$

$$a_1 = \frac{N(\Sigma AV) - (\Sigma A)(\Sigma V)}{N(\Sigma A^2) - (\Sigma A)^2} = 147.60$$

ECUACION DE LA RECTA: **V= 3082.91 + 147.6 A**
DETERMINACION DE LA TASA DE INCREMENTO ANUAL ( i ).

$$i = \frac{N(a_1)}{\Sigma V - (a_1)(\Sigma A)} = 0.048$$

**i = 4.8 %**

# METODOS PARA LA OBTENCION DE INFORMACION REFERENTE A VOLUMENES DE TRANSITO

A ESTOS METODOS SE LES CONOCE CON EL NOMBRE DE METODOS DE AFORO. EL AFORO ES UNA MUESTRA DE LOS VOLUMENES PARA EL PERIODO EN EL QUE SE REALIZA, ESTOS SE HACEN CON EL OBJETIVO DE CUANTIFICAR EL NUMERO DE VEHICULOS O PEATONES QUE PASAN POR UN PUNTO, SECCION DE UN CAMINO O ENTRAN A UNA INTERSECCION.

SON DOS LOS TIPOS PRINCIPALES DE AFORO, EL MECANICO Y EL MANUAL, ADEMAS EXSISTEN TAMBIEN DOS FORMAS GENERALES DE CLASIFICAR LAS ESTACIONES DE AFORO, ESTAS SON: ESTACIONES DE AFORO PERMANENTE O ESTACIONES MAESTRAS Y ESTACIONES TEMPORALES, EN DONDE EL PERIODO DE MUESTREO PUEDE IR DE HORAS A DIAS O MESES INCLUSO..

*AFORO MECANICO*

SE REALIZA POR MEDIO DE APARATOS MUY SOFISTICADOS, HOY EN DIA LAS NOVEDADES EN CUANTO A ESTOS SON MUY VARIADAS, POR EJEMPLO, HAY APARATOS QUE ALMACENAN LOS DATOS REGISTRADOS EN UNA UNIDAD ESPECIAL, QUE LUEGO DE RETIRARSE DE LA VIA, SE VACIA DIRECTAMENTE A UNA COMPUTADORA, ARROJANDO DATOS DE VOLUMENES POR PERIODO DE TIEMPO, VELOCIDADES Y HASTA UNA CLASIFICACION VEHICULAR.

EL REGISTRO AUTOMATICO DEBE SER CONSIDERADO EN LA MAYORIA DE LOS AFOROS EN QUE SE REQUIERE MAS DE 12 HORAS DE DATOS CONTINUOS DEL MISMO LUGAR.

LA MAYORIA DE LOS AFOROS DE ESTE TIPO SE UTILIZAN PARA:

- ESTIMAR EL TRANSITO ANUAL
- DETERMINAR LA VARIACION HORARIA (SELECCION DE HORAS DE MAXIMA DEMANDA)
- DETECCION DE VARIACIONES PERIODICAS O DIARIAS
- TENDENCIAS DE CRECIMIENTO

LOS CONTADORES COMUNMENTE USADOS POR LAS DEPENDENCIAS ENCARGADAS DE RECOPILAR ESTOS DATOS EN MEXICO, USAN TUBOS NEUMATICOS Y GAZAS DE INDUCCION COLOCADOS SOBRE EL CAMINO.

LOS **TUBOS NEUMATICOS** TRANSMITEN IMPULSOS DE AIRE GENERADOS POR EL PASO DE LOS VEHICULOS. EL TUBO EN CUESTION CONSISTE EN UNA MANGUERA DE HULE FLEXIBLE SUJETA AL PAVIMENTO EN FORMA PERPENDICULAR A LA DIRECCION DEL TRANSITO. UNO DE LOS EXTREMOS SELLA Y EL OTRO SE CONECTA A UN INTERRUPTOR DE PRESION. EL PASO DE LAS RUEDAS DE LOS VEHICULOS SOBRE EL TUBO DESPLAZA UN VOLUMEN DE AIRE, CREANDO ASI UNA PRESION EN EL INTERRUPTOR. ESTA PRESION MUEVE LOS CONTACTOS DEL INTERRUPTOR, CERRANDO EL CIRCUITO ELECTRICO Y ACTIVANDO AL CONTADOR. SU USO ESTA LIMITADO A CAMINOS PAVIMENTADOS.

LA SECCION DE LA MANGUERA PUEDE SER CIRCULAR O DE MEDIA CAÑA, SIENDO ESTA ULTIMA LA QUE MEJOR SE ACOMODA AL CAMINO.

CIRCULAR MEDIA CAÑA

LA LOCALIZACION DE LA MANGUERA ES IMPORTANTE POR LAS SIGUIENTES RAZONES:

- ES NECESARIO SUJETAR EL CONTADOR, YA SEA DE UN ARBOL, POSTE U OTRO ELEMENTO FIJO.
- LA MANGUERA DEBERA ESTAR ALEJADA DE TRAYECTORIAS DE VUELTA PARA EVITAR UNA MALA DETECCION DEL VEHICULO.
- LA MANGUERA NO DEBERA LOCALIZARSE EN PUNTOS DONDE ESTE SUJETA A FUERTES FRICCIONES, TALES COMO ZONAS DE FRENADO O ACELERACION.
- LA SUPERFICIE DONDE ESTA SE APOYA DEBE SER PLANA PARA EVITAR EL DETERIORO DE LA MISMA.
- EN LA UBICACION SE TRATARA DE DISMINUIR LA PROBABILIDAD DE VEHICULOS ESTACIONADOS O PARADOS SOBRE LA MANGUERA.

OTROS ASPECTOS A VIGILAR SON:

- LA DURACION DE LA BATERIA
- LOS ACTOS DE VANDALISMO
- LA PRESENCIA DE NIEVE O HIELO EN EL PAVIMENTO

EN EL CASO DE LOS AFOROS A PEATONES SE REALIZAN POR LO REGULAR DE MANERA MANUAL, PERO EN LUGARES DEMASIADO CONCURRIDOS ESTO RESULTA UNA TAREA CASI IMPOSIBLE, POR LO QUE SE HAN DESARROLLADO CONTADORES MECANICOS QUE SE INSTALAN SOBRE LAS ACERAS, ESTOS CONSISTEN EN UNA BATERIA DE INTERRUPTORES ENERGIZADOS, ADHERIDOS A LA BANQUETA, CUBIERTOS POR UN TAPETE DE HULE Y CONECTADOS A UN CONTADOR DE TRANSITO.

LOS CONTADORES QUE FUNCIONEN EN ESTACIONES PERMANENTES PUEDEN UTILIZAR DIVERSOS DETECTORES ENTRE LOS QUE DESTACAN EL TUBO NEUMATICO, PLACAS DE CONTACTO ELECTRICO, FOTOCELDAS, RADAR, INFRARROJOS Y GAZAS DE INDUCCION, DE TODOS ESTOS EN MEXICO EL MAS USADO ES LA **GAZA DE INDUCCION**.

ESTAS SON UNA VARIANTE DEL DETECTOR MAGNETICO. EL DISPOSITIVO DEPENDE DE UN CAMBIO EN LA INDUCTANCIA ELECTRICA DE UN CIRCUITO RECTANGULAR DE ALAMBRE DE COBRE SEPULTADO BAJO EL PAVIMENTO.

SE PUEDEN COLOCAR GAZAS SEPARADAS PARA AFORAR POR CARRIL O SE PUEDE EXTENDER UNA SOLA GAZA PARA ABARCAR VARIOS CARRILES, PERO EN ESTE CASO NO SEPARARA LOS VOLUMENES ADYACENTES.

*AFOROS MANUALES*

UNO O MAS PERSONAS, OBTIENEN DATOS EN PUNTOS ESPECIFICOS, SIN EMBARGO, LA CARACTERISTICA DE ESTA INFORMACION ES QUE PUEDE SER MAS DETALLADA, POR EJEMPLO:

1. CLASIFICACION VEHICULAR ( POR PESO, CLASE, NUMERO DE EJES, ETC.)
2. MOVIMIENTOS DIRECCIONALES EN UNA INTERSECCION O EN UNA ENTRADA
3. DIRECCION DEL RECORRIDO
4. PROCEDENCIA DE LOS VEHICULOS POR MEDIO DE LAS PLACAS
5. MOVIMIENTOS PEATONALES EN LOS PASOS DE PEATONES Y EN LAS ACERAS, Y/O CALSIFICACION POR EDAD ( ESCOLAR O ADULTO)
6. USO DE CARRIL Y/O LONGITUD DE COLAS
7. NUMERO DE PASAJEROS POR VEHICULO
8. OBEDIENCIA A LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

PROCEDIMIENTO

EL AFORO MANUAL ES MUY SENCILLO, SOLO REQUIERE DE PERSONAS CON LAPIZ ANOTANDO RAYAS, SEGUN EL NUMERO DE VEHICULOS OBSERVADOS, EN UNA HOJA DE CAMPO. LA CANTIDAD DE PERSONAS ESTARA EN FUNCION AL VOLUMEN, EL NUMERO DE MOVIMIENTOS VEHICULARES, LA AMPLITUD Y VISIBILIDAD EN EL PUNTO DE AFORO Y LA HABILIDAD PROPIA DE LOS AFORADORES.

LA CLASIFICACION VEHICULAR TAMBIEN PUEDE SER MUY SIMPLE, DISTINGUIENDO SOLAMENTE EL AUTOMOVIL, AUTOBUS Y CAMION. SIN EMBARGO SEGUN EL OBJETIVO DEL ESTUDIO ESTA SE PUEDE SUBDIVIDIR AUN MAS, SOBRE TODO EN EL CASO DE LOS CAMIONES.

AFOROS ESPECIALES

EXISTEN CONDICIONES DEL TRANSITO QUE NO SON SIMPLEMENTE CONTABILIZAR VEHICULOS, SINO QUE CONSIDERAN OTROS ASPECTOS, POR EJEMPLO:

⇒ AFOROS PARA EL CONTROL DEL CRUCE DE ESCOLARES
⇒ AFOROS DE TRANSITO PARA INFORMACION DEL NUMERO DE OCUPANTES EN LOS VEHICULOS
⇒ AFOROS PARA ESTUDIOS DE LONGITUD DE COLAS DE ESPERA
⇒ AFOROS DE AREA
⇒ AFOROS EN CORDON
⇒ AFOROS EN LINEA DIVISIORIA

PERIODOS DE AFORO

LA MAYORIA DE LOS AFOROS MANUALES SE TOMAN DURANTE UNA A TRES HORAS EN LOS PERIODOS DE MAXIMA DEMANDA, EN DOS PUNTOS DEL DIA.

A SU VEZ LOS CORTES O PERIODOS MINIMOS DENTRO DE LA HORA, SE ESTABLECEN DE 15 MINUTOS PARA INTERSECCIONES Y DE 5 MINUTOS EN VIAS DE ACCESO CONTROLADO.

*RECOMENDACIONES*

EL AFORADOR DEBE REALIZAR SU TRABAJO DESDE UN AUTOMOVIL ESTACIONADO, CUANDO NO AFECTE LA FLUIDEZ DEL TRANSITO Y TENGA BUENA VISIBILIDAD, ESTO ADEMAS LE OTORGA, PROTECCION EN MUCHOS SENTIDOS.

NO ES RECOMENDABLE QUE LOS AFOROS DE TRANSITO SE LLEVEN A CABO EN DIAS FESTIVOS, NI UN DIA ANTERIOR O POSTERIOR A ESTOS. SE INCLUYE TAMBIEN CONDICIONES ANORMALES POR TEMPORADAS VACACIONALES.

TAMPOCO DEBERAN REALIZARSE BAJO CONDICIONES CLIMATOLOGICAS ADVERSAS.

LOS AFOROS CON COMPOSICION VEHICULAR, SE PUEDEN RESUMIR PARA CADA ACCESO DE LA INTERSECCION O GRAFICAMENTE POR MOVIMIENTOS DIRECCIONALES.

# VELOCIDAD

# ESTUDIOS DE VELOCIDAD

LA VELOCIDAD ES UN FACTOR MUY IMPORTANTE EN TODO PROYECTO PORQUE A PARTIR DE ESTA SE DEFINE POR EJEMPLO, LA CALIDAD DEL FLUJO DEL TRANSITO Y CONSTITUYE UNO DE LOS PARAMETROS DEL TRANSITO AL QUE ES MAS SENSIBLE EL USUARIO.

REGULARMENTE EXISTE DIFERENCIA ENTRE LAS VELOCIDADES A QUE VIAJAN LOS DIFERENTES VEHICULOS DENTRO DE LA CORRIENTE DE TRANSITO, A NO SER QUE SE TRATE DE UNA CONDICION DE FLUJO FORZADO, ESTO SE DEBE A VARIOS FACTORES QUE AFECTAN LA VELOCIDAD, COMO POR EJEMPLO:

LIMITACIONES DEL CONDUCTOR
CARACTERISTICAS DE OPERACION DEL VEHICULO
PRESENCIA DE OTROS VEHICULOS
LAS CONDICIONES AMBIENTALES
LAS LIMITACIONES DE VELOCIDAD ESTABLECIDAS POR LOS DISPOSITIVOS
LA HORAS DEL DIA, ETC.

SU IMPORTANCIA ES MUY GRANDE, PUES ES UNO DE LOS PARAMETROS BASICOS PARA EL CALCULO DE LA MAYORIA DE LOS ELEMENTOS DE PROYECTO, ADEMAS DE CONDICIONAR LOS ASPECTOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD.

DEBIDO A LAS VARIACIONES QUE PUEDE PRESENTAR LA VELOCIDAD, SE HA OPTADO POR MANEJAR VELOCIDADES REPRESENTATIVAS, POR LO CUAL SE DEFINE LA VELOCIDAD MEDIA COMO LA REPRESENTANTE DE ESTAS.

LA VELOCIDAD MEDIA PUEDE A SU VEZ, DEFINIRSE CON RESPECTO AL TIEMPO O A LA DISTANCIA.

*DEFINICIONES BASICAS.*

VELOCIDAD.- SE DEFINE COMO LA RELACION ENTRE EL ESPACIO RECORRIDO Y EL TIEMPO QUE LLEVA RECORRERLO, PARA EL CASO DE LOS ASPECTOS DE TRANSITO, GENERALMENTE SE LE ENCUENTRA EXPRESADA EN (KM/H).

EN SU FORMA MAS SIMPLE, REFERIDA A LA VELOCIDAD CONSTANTE, ESTA SE DEFINE COMO UNA FUNCION LINEAL DE LA DISTANCIA CON RESPECTO AL TIEMPO Y SE EXPRESA COMO:

$$v = d / t$$

VELOCIDAD DE PUNTO: MEDICION INSTANTANEA DE LA VELOCIDAD EN UN LUGAR ESPECIFICO DE UNA VIA.

VELOCIDAD DE PUNTO "I" PORCENTUAL: VALOR ABAJO DEL CUAL SE DESPLAZAN EL "I" POR CIENTO DE LOS CONDUCTORES Y ARRIBA DEL CUAL SE DESPLAZAN EL 100 - i % DE CONDUCTORES.

PASO : INCREMENTO ESPECIFICO DE LA VELOCIDAD DE PUNTO TAL COMO 15 KM/H, QUE INCLUYE AL MAYOR NUMERO DE MEDICIONES DE PUNTO.

*VELOCIDAD MEDIA CON RESPECTO AL TIEMPO O VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL*.- ES LA MEDIA ARITMETICA DE LAS VELOCIDADES DE PUNTO DE LOS VEHICULOS, QUE PASAN POR UN PUNTO ESPECIFICO DE UNA VIA DURANTE UN INTERVALO DE TIEMPO SELECCIONADO. SU EXPRESION MATEMATICA ES:

PARA DATOS NO AGRUPADOS

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} d / t_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n}$$

DONDE:

$\bar{v}_t$ = VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL
$v_i$ = VELOCIDAD DEL VEHICULO i
n = NUMERO TOTAL DE VEHICULOS OBSERVADOS O TAMAÑO DE LA MUESTRA
d = DISTANCIA BASE
$t_i$ = TIEMPO MEDIDO PARA EL VEHICULO i

PARA EL CASO DE DATOS AGRUPADOS

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^{m} (f_i v_i)}{n}$$

DONDE:

$f_i$ = NUMERO DE VEHICULOS EN EL GRUPO DE VELOCIDAD i
$v_i$ = VELOCIDAD DE PUNTO DEL GRUPO i
m = NUMERO DE GRUPOS DE VELOCIDAD

$$n = \sum_{i=1}^{m} f_i$$

*VELOCIDAD MEDIA CON RESPECTO A LA DISTANCIA O VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL*- ES EL RESULTADO DE DIVIDIR LA DISTANCIA RECORRIDA ENTRE EL PROMEDIO DE LOS TIEMPOS DE RECORRIDO, TAMBIEN SE DEFINE COMO LA MEDIA ARITMETICA DE LAS VELOCIDADES DE PUNTO DE TODOS LOS VEHICULOS QUE EN UN INSTANTE DADO SE ENCUENTRAN EN UN TRAMO DE LA VIA. SU EXPRESION MATEMATICA ES:

$\bar{v}_d = d / \bar{t}$

$\bar{v}_d$ = VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL
d = DISTANCIA DADA O RECORRIDA

$\bar{t}$ = TIEMPO PROMEDIO DE RECORRIDO = $\sum_{i=1}^{n} t_i / n$

$$\bar{v}_d = \frac{d}{\sum_{i=1}^{n} t_i / n} =$$

$$\bar{v}_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n}$$

EN ESTE CASO n ESTA REFERIDO AL NUMERO DE VEHICULOS REGISTRADOS ESPACIALMENTE.

O TAMBIEN

$$\bar{v}_d = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} (1 / v_i)}$$

COMO EXISTE UNA DIFERENCIA NUMERICA ENTRE AMBAS ES NECESARIO ESTABLECERLA, DEBIENDO ESPECIFICARSE CUAL DE ELLAS SE USO PARA UN DETERMINADO ESTUDIO.

**RELACION ENTRE VELOCIDADES**

LA VELOCIDAD MEDIA CON RESPECTO AL TIEMPO ES SIEMPRE MAYOR QUE LA VELOCIDAD MEDIA CON RESPECTO A LA DISTANCIA, ESTAS VELOCIDADES ESTAN RELACIONADAS A TRAVES DE LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$\bar{v}_t = \bar{v}_d + \frac{\sigma^2_d}{\bar{v}_d}$$

EN DONDE:

$\sigma_d$ = DESVIACION ESTANDAR DE LA DISTRIBUCION DE VELOCIDADES CON RESPECTO A LA DISTANCIA, LA CUAL SE OBTIENE A PARTIR DE LA RAIZ CUADRADA DE LA SIGUIENTE FORMULA.

$$\sigma^2_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} (v_i - \bar{v}_d)^2}{n}$$

SIN EMBARGO, EN LA PRACTICA SE PRESENTAN CASOS EN LOS QUE SE NECESITA CONVERTIR VELOCIDADES MEDIAS TEMPORALES A VELOCIDADES MEDIAS ESPACIALES, POR LO QUE TAMBIEN SE CUMPLE, APROXIMADAMENTE:

$$\bar{v}_d = \bar{v}_t - \frac{\sigma^2_t}{\bar{v}_t}$$

$\sigma_t$ = DESVIACION ESTANDAR DE LA DISTRIBUCION DE VELOCIDADES EN EL TIEMPO

CUYO VALOR PARA DATOS AGRUPADOS ES:

$$\sigma^2_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i (v_i - \bar{v}_t)^2}{n}$$

ES IMPORTANTE ANOTAR QUE LA VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL ES IGUAL A LA VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL SOLO CUANDO LA VARIANCIA DE LA VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL SEA IGUAL A CERO, ESTO SUCEDERA SI TODOS LOS VEHICULOS SE DESPLAZAN A LA MISMA VELOCIDAD.

$$\bar{v}_d = v_i$$

## EJEMPLO Ve.1. DIFERENCIAS ENTRE TIPOS DE VELOCIDAD

SUPONGASE UNA PISTA CIRCULAR DE 1 KM DE LONGITUD EN DONDE CIRCULAN DOS VEHICULOS A DIFERENTE VELOCIDAD, UNO DE ELLOS EL TIPO I A 100 KM/H Y EL OTRO, TIPO II, A 70 KM/H.

SI SE SITUA A UN OBSERVADOR EN UN PUNTO CUALQUIERA DE LA PISTA, DURANTE UN PERIODO DE UNA HORA, ESTE REGISTRARA 100 VEHICULOS TIPO I CIRCULANDO A 100 KM/H
Y 70 VEHICULOS TIPO II, CIRCULANDO A 70 KM/H. LA VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL DE ACUERDO CON LA EXPRESION

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^{m} (f_i v_i)}{n} = \frac{(100)(100) + (70)(70)}{170} = 87.65 \text{ KM/H}$$

EN CAMBIO, PARA EL CASO DE LA VELOCIDAD ESPACIAL, SIEMPRE SE REGISTRARAN ESPACIALMENTE DOS VEHICULOS CIRCULANDO A 100 KM/H Y 70 KM/H. POR LO QUE ESTA SERA:

$$\bar{v}_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n} = (100 + 70) / 2 = 85 \text{ KM/H}$$

O DE ACUERDO CON LA FORMULA:

$$\bar{v}_d = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n} (1 / v_i)} = \frac{170}{100(1/100)+70(1/70)} = 85 \text{ KM/H}$$

UTILIZACION DE LAS FORMULAS DE RELACION PARA ESTE MISMO EJEMPLO.

LA VARIANCIA DE LA DISTRIBUCION DE VELOCIDADES EN EL ESPACIO ES :

$$\sigma^2_d = \frac{\sum_{i=1}^{n} (v_i - \bar{v}_d)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{2} (v_i - 85)^2}{2} = \frac{(100-85)^2 + (70 - 85)^2}{2} = 225 \text{ KM}^2/\text{H}^2$$

POR LO TANTO PARA:

$$\bar{v}_t = \bar{v}_d + \frac{\sigma^2_d}{\bar{v}_d} = 85 + \frac{225}{85} = 87.65$$

LA VARIANCIA PARA LA VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL ES :

$$\sigma^2_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i ( v_i - \bar{v}_t )^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i ( v_i - 87.65 )^2}{170} = \frac{(100)(100-87.65)^2+70(70-87.65)^2}{170} = 217.99$$

POR LO TANTO:

$$\bar{v}_d = \bar{v}_t - \frac{\sigma^2_t}{\bar{v}_t} = 87.65 - \frac{217.99}{87.65} = 85.16$$

## DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS DE VELOCIDAD DE PUNTO

*OBJETIVO*

ESTOS ESTUDIOS SE REALIZAN CON LA FINALIDAD DE MEDIR LAS CARACTERISTICAS DE LA VELOCIDAD EN UN LUGAR ESPECIFICO, Y DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DEL TRANSITO Y ATMOSFERICAS QUE PREVALEZCAN EN EL MOMENTO DEL ESTUDIO.

*UTILIDAD*

ESTA INFORMACION SIRVE PARA LA MAYORIA DE LOS ANALISIS DE INGENIERIA DE TRANSITO TALES COMO:

DETERMINACION DE ELEMENTOS DE PROYECTO
ESTUDIOS DE ACCIDENTES
UBICACION Y DISPOSICION DE TIPO DE DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DEL TRANSITO
ESTUDIOS DE ANTES Y DESPUES (EVALUACION DE MEJORAS)
ANALISIS DE CAPACIDAD
DETERMINACION DE TENDENCIAS DE VELOCIDAD , ETC.

*UBICACION DEL PUNTO DE ESTUDIO*

ESTO DEPENDERA DE LA INFORMACION QUE SE REQUIERA, PERO EN GENERAL SE RECOMIENDA QUE:

- EN CARRETERAS LOS PUNTOS DE TOMA DE DATOS SE HAGAN EN TRAMOS RECTOS, A NIVEL Y QUE NO ESTEN CERCA DE INTERSECCIONES O ACCESOS.

- EN ZONAS URBANAS LA POSICION PUEDE SER A MEDIA CUADRA, CUIDANDO QUE NO EXISTAN ACCESOS A PROPIEDADES O ESTACIONAMIENTOS QUE AFECTEN LAS CORRIENTES NORMALES SOBRE LA VIA.

- PUEDEN EXISTIR TAMBIEN UBICACIONES ESPECIALES, CUANDO EL OBJETIVO DEL ESTUDIO ESPECIFIQUE UNA SITUACION PARTICULAR ( DESEMPEÑO DEL ALGUN DISPOSITIVO, PUNTOS PELIGRO, CURVAS HORIZONTALES, ETC.)

*HORA DE REALIZACION*

NUEVAMENTE DEPENDE DEL OBJETIVO DEL ESTUDIO, SIN EMBARGO, SI SE TRATA DE REVISAR TENDENCIAS O ESTABLECER LIMITES, SE DEBE TRABAJAR FUERA DE LAS HORAS PICO. CUANDO EXISTEN VOLUMENES BAJOS DEBERA AMPLIARSE EL PERIODO ESTABLECIDO HASTA OBTENER EL TAMAÑO DE MUESTRA NECESARIO.

*PROCEDIMIENTO*

METODO MANUAL .- SE DELIMITA UNA LONGITUD DETERMINADA PARA EL ESTUDIO (DISTANCIA BASE). LA TABLA 6-3 ANEXA A CONTINUACION, PUEDE AYUDAR A ESTIMAR ESTA LONGITUD LA CUAL DEBE SER TAL QUE EL MINIMO DE TIEMPO RECORRIDO NO SEA MENOR DE 1.5 SEG.

EL TRAMO MEDIDO INICIA EN UN PUNTO O MARCA HECHA TRANSVERSAL A LA VIA, ADEMAS SE EMPLEA UN PUNTO DE REFERENCIA, COMO AUXILIAR DEL CRONOMETRAJE. HAY QUE TENER CUIDADO CON EL TAMAÑO DE LAS MARCAS, PUES SI SON MUY VISIBLES DISTRAEN AL CONDUCTOR Y LOS DATOS SE MODIFICAN.

LA SIGUIENTE EXPRESION SE UTILIZA PARA DETERMINAR UNA COLUMNA DE VELOCIDAD PARA CUALQUIER LONGITUD DE RECORRIDO ELEGIDA:

V= 3.60 D / T (SISTEMA METRICO)

V= D / (1.47 T) (SISTEMA INGLES )

DONDE V = VELOCIDAD DE PUNTO EN KM/H O MI/H
D = LONGITUD DE RECORRIDO EN M O PIES
T = TIEMPO TRANSCURRIDO (SEG)

LOS FORMATOS DE CAMPO TAMBIEN SE PRESENTAN A CONTINUACION Y SE RECOMIENDA USAR UNA HOJA O COLUMNA PARA CADA DIRECCION O SENTIDO.

METODO AUTOMATICO .- PARA ESTE CASO, SE CUENTA CON DIFERENTES DISPOSITIVOS Y CASI TODOS LOS ESTUDIOS HOY EN DIA SE HACEN CON ESTE TIPO DE PROCEDIMIENTO.

ESTE TIPO DE EQUIPO SE AGRUPA EN DOS CATEGORIAS: EL DETECTOR SOBRE EL CAMINO Y EL DEL PRINCIPIO DOPPLER (RADAR).

LOS PRIMEROS FUNCIONAN SIMILARMENTE A LOS APARATOS AFORADORES, DE HECHO ACTUALMENTE MUCHOS DE ESTOS APARATOS CONTADORES ARROJAN, ADEMAS DE LA INFORMACION SOBRE VOLUMENES, LOS DATOS RELATIVOS A LA VELOCIDAD.

LOS SEGUNDOS BASADOS EN EL PRINCIPIO DOPPLER UTILIZAN EL RADAR O RAYO ULTRASONICO, QUE ESTAN DIRIGIDOS AL VEHICULO EN MOVIMIENTO. LA SEÑAL REFLEJADA ES CONVERTIDA EN UNA FRECUENCIA, QUE ES PROPORCIONAL A LA VELOCIDAD DEL VEHICULO. ESTA INFORMACION PUEDE LEERSE A TRAVES DE UNA CARATULA DIGITAL.

*TAMAÑO DE LA MUESTRA*

PARA OBTENER OPTIMOS RESULTADOS ES NECESARIO CONSIDERAR UN BUEN TAMAÑO DE LA MUESTRA. LA SIGUIENTE EXPRESION AUXILIA EN LA DETERMINACIÓN DE ESTA:

$$n = \left( \frac{SK}{e} \right)^2$$

DONDE:

S = DESVIACION NORMAL DE LA MUESTRA (KM/H O MI/H)
K = CONSTANTE CORRESPONDIENTE AL NIVEL DE CONFIABILIDAD DESEADO
e = ERROR PERMITIDO DE ESTIMACION DE LA VELOCIDAD DE PUNTO ( KM/H O MI/H)
n = TAMAÑO MINIMO DE LA MUESTRA

CUANDO NO SE CONOCE LA DESVIACION NORMAL DE LAS VELOCIDADES DE PUNTO EN EL LUGAR DE ESTUDIO, SE PUEDE APOYAR EN LA INFORMACION DE LA TABLA 6-1.

SI EL INTERES ES DETERMINAR VALORES DIFERENTES A LA VELOCIDAD MEDIA, COMO POR EJEMPLO EL 85 PORCENTUAL, ENTONCES LA FORMULA SERA:

$$n = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2 e^2}$$

DONDE:
U = CONSTANTE CORRESPONDIENTE A LA VELOCIDAD ESTADISTICA DESEADA

| | |
|---|---|
| PARA VELOCIDAD MEDIA | 0.00 |
| PARA EL 15 O EL 85 PORCENTUAL | 1.04 |
| PARA EL 5 O EL 95 PORCENTUAL | 1.64 |

RECOMENDACIONES PARA MUESTREO

- SE SUGIERE CONSIDERAR UNA DESVIACION NORMAL PROMEDIO DE 8.0 KM/H.
- ASI MISMO, EL ERROR PERMITIDO PUEDE TOMAR VALORES EN EL RANGO DE ± 8.0 KM/H (±5.0 MI/H) A ± 1.5 KM/H (±1.0 MI/H) O MENOS.
- TODAS LAS LECTURAS DE VELOCIDAD DEBEN SER CASUALES Y REPRESENTATIVAS
- OBSERVAR SIEMPRE EL PRIMER VEHICULO EN EL PELOTON, PUES LOS DE ATRAS PUEDEN ESTAR INFLUENCIADOS POR LA VELOCIDAD DE ESTE.
- EN TRANSITO MIXTO, SELECCIONAR LOS AUTOBUSES O CAMIONES EN PROPORCION A SU PRESENCIA EN EL TRANSITO.
- EVITAR EL MUESTREO DE VEHICULOS CON ALTA VELOCIDAD.

*RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES*

COMO LA INFORMACION SE PUEDE RECABAR POR METODOS MANUALES O AUTOMATICOS, LOS RECURSOS VARIARAN EN FUNCION A ESTO. POR EJEMPLO EN EL METODO MANUAL, SE NECESITA UNA PERSONA CON UN CRONOMETRO PARA TOMAR LOS DATOS DE LOS TIEMPOS OBSERVADOS, UNA CINTA DE 50 M Y MATERIAL PARA MARCAR EL PAVIMENTO.

EN EL METODO AUTOMATICO EL RADAR SUELE SER EL DISPOSITIVO MAS UTILIZADO, EN ESTE CASO UNA PERSONA PUEDE MANEJARLO Y REGISTRAR LOS DATOS.

*RECOMENDACIONES PARA EL PROCEDIMIENTO EN CAMPO*

SE OBTIENEN MEJORES RESULTADOS CUANDO:

EL EQUIPO SE OCULTA A LA VISTA DE LOS CONDUCTORES
EL AFORADOR ES LO MENOS LLAMATIVO POSIBLE
SE EVITA A LOS CURIOSOS
SE TOMA EL NUMERO DE MEDICIONES ADECUADO

SE REALIZAN BAJO CONDICIONES ATMOSFERICAS Y DEL TRANSITO NORMALES

## EJEMPLO Ve.2. TRATAMIENTO DE DATOS DE VELOCIDAD DE PUNTO

CONSIDERE EL SIGUIENTE REGISTRO DE DATOS OBTENIDO A PARTIR DE UN ESTUDIO DE VELOCIDAD DE PUNTO. EL TAMAÑO DE LA MUESTRA ES DE 200 VEHICULOS Y LAS VELOCIDADES SE ENCUENTRAN ORDENADAS DE MENOR A MAYOR.

DISTRIBUCION DE VELOCIDADES DE PUNTO

| VELOCIDADES (KM/H) | NUMERO DE VEHICULOS OBSERVADOS | VELOCIDADES (KM/H) | NUMERO DE VEHICULOS OBSERVADOS |
|---|---|---|---|
| 35 | 2 | 58 | 20 |
| 36 | 1 | 59 | 2 |
| 37 | 0 | 60 | 17 |
| 38 | 2 | 61 | 20 |
| 39 | 1 | 62 | 2 |
| 40 | 3 | 63 | 8 |
| 41 | 1 | 64 | 12 |
| 42 | 0 | 65 | 0 |
| 43 | 4 | 66 | 10 |
| 44 | 3 | 67 | 2 |
| 45 | 8 | 68 | 7 |
| 46 | 5 | 69 | 0 |
| 47 | 0 | 70 | 0 |
| 48 | 14 | 71 | 1 |
| 49 | 0 | 72 | 5 |
| 50 | 16 | 73 | 1 |
| 51 | 0 | 74 | 4 |
| 52 | 18 | 75 | 1 |
| 53 | 14 | 76 | 3 |
| 54 | 1 | 77 | 0 |
| 55 | 19 | 78 | 0 |
| 56 | 12 | 79 | 0 |
| 57 | 10 | 80 | 1 |

n = TAMAÑO DE LA MUESTRA = 250

NUMERO DE INTERVALOS DE CLASE RECOMENDADOS POR TAMAÑO DE MUESTRA

| TAMAÑO DE MUESTRA n | NUMERO DE INTERVALOS m |
|---|---|
| 50 -100 | 7-8 |
| 100-1000 | 10-11 |
| 1000-10000 | 14-15 |
| 10000-100000 | 17-18 |
| MAYOR DE 100 000 | $1+3.3 \log_{10}(n)$ |

COMO LA MUESTRA ES n=250 ENTONCES m=10 (NUMERO DE INTERVALOS)

PARA DETERMINAR EL ANCHO DE ESTOS INTERVALOS SE UTILIZA LA EXPRESION:

ANCHO DE INTERVALO DE CLASE = AMPLITUD TOTAL / m

DONDE AMPLITUD TOTAL ES LA DIFERENCIA ALGEBRAICA ENTRE LA MEDICION MAS GRANDE Y LA MAS PEQUEÑA, CON ESTO:

AMPLITUD TOTAL = 80 - 35 = 45 KM/H Y

ANCHO DE INTERVALO = 45 / 10 = 4.5 KM/H

ESTE NUMERO SE REDONDEA AL ENTERO MAS PROXIMO, POR LO QUE SE UTILIZARA EL VALOR DE 5 KM/ H.

LA SIGUIENTE TABLA MUESTRA EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS PARA VELOCIDAD DE PUNTO.

EL SIGUIENTE PASO SERA ENCONTRAR LOS VALORES ESTADISTICOS MAS REPRESENTATIVOS DE LA INFORMACION.

VELOCIDAD MEDIA DE PUNTO ($\bar{v}_i$)

$$\bar{v}_i = \frac{\sum_{i=1}^{m} (f_i v_i)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (f_i v_i)}{250}$$

$$= \frac{\Sigma\,(\text{COLUMNA } 7)}{250} =$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (f_i v_i^4) - \frac{[\sum_{i=1}^{m} (f_i v_i)]^2}{n}}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{COLUMNA } 8) - \frac{[\Sigma\,(\text{COLUMNA } 7)]^2}{n}}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{COLUMNA 8}) - \frac{[\Sigma(\text{COLUMNA 7})]^2}{n}}{n-1}}$$

ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA (E)

$$E = \frac{S}{\sqrt{N}} = \frac{}{\sqrt{N}}$$

TAMAÑO APROXIMADO DE LA MUESTRA "n"

$$n = \left(\frac{SK}{e}\right)^2 = \left(\frac{(2)\,(\,)}{1.5}\right)^2 =$$

K= 2 PARA UN NIVEL DE CONFIABILIDAD DE 95.5

# TIEMPOS DE RECORRIDO

## ESTUDIOS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS

ANTERIORMENTE SE HA MENCIONADO QUE LA VELOCIDAD PUEDE VERSE DESDE DOS PERSPECTIVAS, VELOCIDAD MEDIA CON BASE AL TIEMPO Y VELOCIDAD MEDIA CON BASE A LA DISTANCIA, ESTA ULTIMA TAMBIEN LLAMADA VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO, SE CALCULA COMO LA DISTANCIA RECORRIDA ENTRE EL TIEMPO MEDIO DE RECORRIDO DE VARIOS VIAJES, SOBRE UN TRAMO DETERMINADO DE LA VIA, DE AQUI LA IMPORTANCIA DE CONOCER LA MAGNITUD DE ESTOS TIEMPOS.

*OBJETIVO*

LOS ESTUDIOS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS, SIRVEN PARA LEVANTAR INFORMACION RELEVANTE A CERCA DE LA CALIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS VEHICULARES EN UNA TRAYECTORIA O RUTA DEFINIDA, ASI COMO TAMBIEN DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LA DEMORAS, POR EJEMPLO, SU UBICACION, DURACION, TIPO, ETC. LOS TIEMPOS OBTENIDOS EN ESTOS ESTUDIOS SERAN UTILIZADOS PARA ENCONTRAR VELOCIDADES MEDIAS DE RECORRIDO Y DE MARCHA.

LA VARIABLE DEMORA ES CUANTIFICADA CUANDO EL FLUJO DE TRANSITO PRESENTA DETENCIONES O AVANCE FORZADO. EN ESTE CASO SE MIDE SU DURACION EN UNIDADES DE TIEMPO Y TAMBIEN SE REGISTRA EL LUGAR DONDE SUCEDE, LA CAUSA Y LA FRECUENCIA DE ESTAS, PARA UN RECORRIDO.

EXISTEN DOS TIPOS DE MEDICION DE LA DEMORA, UNO ES A TRAVES DE LOS ESTUDIOS DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS Y EL OTRO ES EL ESTUDIO DE DEMORAS EN INTERSECCIONES.

*UTILIDAD DE LOS ESTUDIOS*

DE FORMA GENERAL ESTA INFORMACION SIRVE PARA:

* EVALUAR LA CALIDAD EN EL MOVIMIENTO DEL TRANSITO
* DEFINIR LUGARES CONFLICTIVOS O DE CONGESTIONAMIENTO
* ANALISIS DE CAPACIDAD
* ALIMENTAR MODELOS DE PLANEACION DEL TRANSPORTE
* EVALUAR LA EFECTIVIDAD DE LAS MEJORAS VIALES
* CALCULO DE COSTOS USUARIO-VIA, PARA ANALISIS ECONOMICOS
* ESTOS ESTUDIOS, EN UN NIVEL URBANO, SE LLEVAN A CABO EN TODAS LAS RUTAS PRINCIPALES CON ALTOS VOLUMENES Y QUE CONECTAN CON EL CENTRO DE LA CIUDAD, PARA DESPUES ELABORAR LOS MAPAS DE CURVAS ISOCRONAS.

*CONCEPTOS BASICOS*

VELOCIDAD DE RECORRIDO.- TAMBIEN LLAMADA VELOCIDAD GLOBAL O VELOCIDAD DE VIAJE; ES EL RESULTADO DE DIVIDIR LA DISTANCIA RECORRIDA, DESDE EL PRINCIPIO A FIN DEL VIAJE, ENTRE EL TIEMPO TOTAL QUE SE CONSUMIO EN RECORRERLA. CONSIDERA EL TIEMPO CAUSADO POR LAS DEMORAS, SOLO QUE NO SE DEBEN CONTABILIZAR LAS DEMORAS OCASIONADAS POR NECESIDADES DEL USUARIO (GASOLINA, RESTAURANTES, DESCANSOS, ETC.).

VELOCIDAD DE MARCHA.- TAMBIEN LLAMADA VELOCIDAD DE CRUCERO, ES EL RESULTADO DE DIVIDIR LA DISTANCIA RECORRIDA ENTRE EL TIEMPO DURANTE EL CUAL EL VEHICULO ESTUVO EN MOVIMIENTO EFECTIVO, POR LO QUE HABRA QUE DESCONTAR AL TIEMPO TOTAL DE VIAJE LAS DEMORAS. ESTA SITUACION LLEVA A ENTENDER QUE EN LA MAYOR PARTE DE LOS CASOS, LA VELOCIDAD DE MARCHA SERA MAYOR QUE LA VELOCIDAD DE RECORRIDO.

VELOCIDAD DE PROYECTO.- TAMBIEN LLAMADA VELOCIDAD DE DISEÑO; ES LA MAXIMA VELOCIDAD A LA CUAL PUEDEN CIRCULAR LOS VEHICULOS CON SEGURIDAD SOBRE UNA SECCION ESPECIFICA DE UNA VIA, CUANDO LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS Y DEL TRANSITO SON TAN FAVORABLES QUE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL PROYECTO GOBIERNAN LA CIRCULACION. TODOS LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO GEOMETRICO DEPENDEN DE ESTA Y VARIAN SI EXISTE UN CAMBIO EN ELLA.

SU MAGNITUD DEPENDE DE VARIOS FACTORES ENTRE LOS QUE DESTACAN:

- EL TIPO DE VIA
- LOS VOLUMENES PROYECTADOS
- LA TOPOGRAFIA
- EL USO DEL SUELO
- LOS RECURSOS ECONOMICOS

DEMORA.- TIEMPO PERDIDO DURANTE UN RECORRIDO, DEBIDO A LAS FRICCIONES DEL TRANSITO Y A LOS DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO, EXPRESADA USUALMENTE EN MINUTOS.

DEMORA FIJA.- TIPO DE DEMORA, CAUSADA POR DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRANSITO, SIN TOMAR EN CUENTA EL VOLUMEN VEHICULAR, NI LAS INTERFERENCIAS PRESENTES.

DEMORA OPERACIONAL.- TIPO DE DEMORA QUE ES CAUSADA POR LA PRESENCIA E INTERFERENCIA DEL TRANSITO Y OCURRE COMO CONSECUENCIA DE FRICCIONES LATERALES O FRICCIONES INTERNAS.

DEMORA POR TIEMPO DE PARADA.- TIPO DE DEMORA DURANTE LA CUAL EL VEHICULO ESTA DETENIDO

DEMORA POR TIEMPO DE RECORRIDO.- DIFERENCIA ENTRE EL TIEMPO DE RECORRIDO TOTAL Y EL TIEMPO CALCULADO EN BASE A RECORRIDOS DE LA RUTA, A UNA VELOCIDAD PROMEDIO, CORRESPONDIENTE A FLUJOS DE TRANSITO SIN CONGESTIONAMIENTOS.

*PERIODO PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS*

BASICAMENTE DEPENDERA DE LAS INTENCIONES O PROPOSITOS DEL ESTUDIO, ASI QUE SE PUEDA REALIZAR TANTO PARA OBTENER INFORMACION DE LAS CONDICIONES DE CIRCULACION EN HORAS PICO, COMO TAMBIEN CUANDO INTERESE REALIZAR COMPARACIONES PARA PERIODOS FUERA DE ESTOS RANGOS DE TIEMPO.

*METODOLOGIA PARA REALIZAR ESTUDIOS DE TIEMPOS DE RECORRIDO*

EXISTEN DOS METODOS PRINCIPALES PARA ELABORAR ESTUDIOS DE ESTE TIPO, UNO DE ELLOS ES LA TECNICA DE REGISTRO DE PLACAS, QUE TIENE LA DESVENTAJA DE NO PODER DETECTAR LAS DEMORAS Y CAPTAR SUS CARACTERISTICAS.

EL OTRO METODO DENOMINADO DEL VEHICULO DE PRUEBA, ES MAS SENSIBLE A CAPTAR LA MAYOR PARTE DE LA INFORMACION QUE SE REQUIERE. ESTE METODO PRESENTA TRES VARIANTES, EN LAS CUALES SE PUEDE DESEMPEÑAR EL VEHICULO DE PRUEBA.

1. TECNICA DEL VEHICULO FLOTANTE.- EN ESTA EL CONDUCTOR "FLOTA" EN EL TRANSITO, REBASANDO TANTOS VEHICULOS COMO LO REBASEN A EL.

2. TECNICA DEL VEHICULO-PROMEDIO.- EL VEHICULO VIAJA DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD QUE A JUICIO DEL CONDUCTOR CONSIDERA COMO PROMEDIO DE LA CORRIENTE DE TRANSITO.

3. TECNICA DEL VEHICULO-MAXIMO.- EL VEHICULO ES CONDUCIDO A LA VELOCIDAD, LIMITE, INDICADA EN LAS SEÑALES RESTRICTIVAS; A MENOS QUE SE LOS IMPIDAN LAS CONDICIONES PREVALECIENTES DEL TRANSITO.

<u>EL PROCEDIMIENTO INICIA CON:</u>

- LA DETERMINACION DEL NUMERO DE RECORRIDOS DE PRUEBA
- LA DEFINICION DE LOS PUNTOS INICIAL Y FINAL DE LA RUTA DE VIAJE
- LA SELECCION DE OTROS PUNTOS INTERMEDIOS COMO PUNTOS DE CONTROL PARA OBTENER TIEMPOS POR TRAMOS, QUE PERMITAN CALCULAR LA VELOCIDAD DE RECORRIDO PARA ESTOS (ESTOS PUNTOS PUEDEN SER INTERSECCIONES PRINCIPALES, ETC.).
- EL LLENADO DE LA INFORMACION DE IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS SOBRE LA HOJA DE CAMPO.
- DECISION SOBRE LA TECNICA DE OPERACION QUE DEBERA SEGUIR EL VEHICULO DE PRUEBA.

EN CAMPO LOS PASOS A SEGUIR SON:

- UNA VEZ DETERMINADO LO ANTERIOR E INSTALADOS EN CAMPO, EL VEHICULO DEBERA COMENZAR SU RECORRIDO UN PUNTO ANTES DEL INICIO DEL TRAMO.
- AL CONDUCIR EL VEHICULO Y PASAR POR EL PUNTO DE INICIO, EL ANOTADOR ACCIONA UN PRIMER CRONOMETRO. SI EL VEHICULO ESTA EQUIPADO CON DISPOSITIVO ESPECIAL, ENTONCES ESTE ES ACCIONADO.
- EL VEHICULO ES MANEJADO DE ACUERDO CON LA TECNICA ELEGIDA A LO LARGO DE TODO EL TRAYECTO DE ESTUDIO.
- LAS LECTURAS DE TIEMPO SE TOMAN EN LOS PUNTOS DE CONTROL PREVIAMENTE DEFINIDOS.
- SI RESULTASE QUE EL VEHICULO DE PRUEBA SE DETIENE O EMPIEZA UN DESPLAZAMIENTO MUY LENTO, EL ANOTADOR USANDO UN SEGUNDO CRONOMETRO, MEDIRA LA DURACION DE CADA DEMORA, ADEMAS DE SU UBICACION Y SU TIPO, ANOTANDOLO EN EL LUGAR CORRESPONDIENTE DE SU HOJA DE CAMPO.
- CUANDO SE LLEGUE AL FINAL DEL TRAYECTO DE ESTUDIO SE DETIENE EL PRIMER CRONOMETRO Y SE ANOTA EL TIEMPO TOTAL EMPLEADO EN EL RECORRIDO.

*RECURSOS HUMANOS Y EQUIPO*

ESTOS ELEMENTOS DEPENDERAN DEL METODO UTILIZADO, POR EJEMPLO EN EL METODO DE REGISTRO DE PLACAS, LO MINIMO A UTILIZAR SON DOS PERSONAS, UN OBSERVADOR Y UN ANOTADOR. PARA CADA DIRECCION DEL RECORRIDO, AMBOS AL INICIO Y FINAL DE LA RUTA. POR LO QUE SE REFIERE A MATERIAL O EQUIPO SE NECESITAN, HOJAS DE CAMPO, LAPICES, TABLAS DE APOYO Y CRONOMETRO. DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES DEL PUNTO DONDE SE UBIQUEN LOS OBSERVADORES SERA INDISPENSABLE CONSIDERAR EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, COMO CHALECOS POR EJEMPLO.

PARA EL METODO DEL VEHICULO DE PRUEBA, LAS NECESIDADES DE PERSONAL SON:

UN CONDUCTOR Y UN ANOTADOR

LAS NECESIDADES DE MATERIAL O EQUIPO SON:

UN VEHICULO (PREFERENTEMENTE VEHICULO LIGERO)
HOJAS DE CAMPO
TABLAS DE APOYO
DOS CRONOMETROS

*TAMAÑO DE LA MUESTRA*

ESTE DEPENDERA DE EL PROPOSITO DE LA INFORMACION. SE ESTABLECEN LOS SIGUIENTES RANGOS DE ERRORES PERMISIBLES, EN LA ESTIMACION DE LA VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO:

1. PLANEACION DEL TRANSPORTE Y/O ESTUDIOS SOBRE NECESIDADES VIALES: ± 5.0 A ±8 KM/H (±3.0 A ±5.0 MI/H).

2. OPERACION DEL TRANSITO, ANALISIS DE TENDENCIAS Y EVALUACIONES ECONOMICAS: ±3.5 A ±6.5 KM/H (± 2.0 A ±4 MI/H).

3. ESTUDIOS DE "ANTES Y DESPUES": ±2.0 A ±5.0 KM/H (±1.0 A ±3.0 MI/H).

LA TABLA ANEXA A CONTINUACION ESTABLECE VALORES APROXIMADOS PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

PRIMERO SE DETERMINA EL ERROR PERMITIDO, DE ACUERDO CON EL OBJETIVO DEL ESTUDIO.

EL RANGO PROMEDIO SE OBTIENE A PARTIR DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS PRIMEROS RECORRIDOS DE PRUEBA, UNA VEZ OBTENIDO UN GRUPO DE VELOCIDADES, SE OBTIENE EL CONJUNTO DE DIFERENCIAS ABSOLUTAS ENTRE UN PRIMER Y UN SEGUNDO VALOR REGISTRADO, Y LUEGO ENTRE EL SEGUNDO Y EL TERCERO Y ASI SUCESIVAMENTE. ESTO SE PUEDE REPRESENTAR POR LA FORMULA:

$$R = \frac{\sum S}{N-1}$$ DONDE:

R = RANGO PROMEDIO DE LA VELOCIDAD DE RECORRIDO (KM/H O MI/H).
$\sum$ S = SUMA DE LOS VALORES DE TODAS LAS DIFERENCIAS DE VELOCIDADES.
N = NUMERO DE RECORRIDOS DE PRUEBA COMPLETOS

DEFINIDOS ESTOS VALORES SE PUEDE UTILIZAR LA TABLA ANTES MENCIONADA.

SE RECOMIENDA QUE PARA EL METODO DEL VEHICULO DE PRUEBA, LA SUMA DE LOS VALORES DE LAS DIFERENCIAS DE VELOCIDADES Y EL RA PROMEDIO DE LA VELOCIDAD, SE ELIJA CON RESPECTO A LA VELOCIDAD DE MARCHA, POR CONSIDERA E ESTA ES MAS ESTABLE QUE LA VELOCIDAD GLOBAL.

SI EL TAMAÑO REQUERIDO DE LA MUESTRA ES MAYOR QUE EL NUMERO INICIAL DE RECORRIDOS DE PRUEBA, ENTONCES ES NECESARIO OBTENER RECORRIDOS DE PRUEBA ADICIONALES, HASTA QUE SEAN NUMERICAMENTE IGUALES A LA DIFERENCIA ENTRE EL TAMAÑO DE LA MUESTRA REQUERIDO Y EL NUMERO INICIAL DE RECORRIDOS DE PRUEBA, CUIDANDO QUE ESTO SE REALIZE EN CONDICIONES SIMILARES.

*CONDICIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES*

EN GENERAL EL TRAMO EN ESTUDIO DEBERA UNA LONGITUD MINIMA DE 1.6 KM (1 MI) PARA ASEGURAR LA RECOPILACION DE DATOS SIGNIFICATIVOS.

LOS ESTUDIOS DE ESTE TIPO DEBEN REALIZARSE BAJO BUENAS CONDICIONES ATMOSFERICAS, Y SOLO CUANDO LA INTENCION SEA OTRA ESTO NO SE TOMARA EN CUENTA.

SI SE TRATA DE UN ESTUDIO DE "ANTES Y DESPUES", ES NECESARIO QUE EXISTAN CONDICIONES SIMILARES A LAS QUE SE DIERON DURANTE LA PRIMERA RECOPILACION DE DATOS.

PARA INDICAR EL TIPO DE DEMORA, ES CONVENIENTE EMPLEAR CLAVES O ALGUN OTRO PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION.

ES POSIBLE QUE DURANTE EL PROCESO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO EL OBSERVADOR EMPLEE UNA GRABADORA COMO AUXILIAR, PARA APORTAR LA INFORMACION EL TIEMPO , EL PUNTO DE CONTROL Y LAS DEMORAS, DE ESTA MANERA NO PERDERA TIEMPO EN ANOTACIONES.

LA LONGITUD DE LA RUTA EN ESTUDIO Y LAS DISTANCIAS ENTRE LOS PUNTOS DE CONTROL SELECCIONADOS, DEBERAN SER DETERMINADOS DE TAL MANERA QUE LAS MEDIDAS DE TIEMPO PUEDAN SER CONVERTIDAS A VALORES DE VELOCIDAD.

*ANALISIS Y RESUMEN ESTADISTICO DE LA INFORMACION*

LOS PARAMETROS ESTADISTICOS BASICOS SE PRESENTAN EN EL EJEMPLO QUE SE ANEXA A CONTINUACION.

EN ESTE TIPO DE ESTUDIOS SON MUY DIVERSOS LOS TIPOS DE RESUMENES QUE SE PUEDEN DESARROLLAR, LA DECISION TAMBIEN DEPENDERA DEL PROPOSITO DEL ESTUDIO. POR EJEMPLO PARA EL METODO DEL VEHICULO DE PRUEBA SE PUEDEN DESARROLLAR:

- DIAGRAMAS DE VELOCIDAD-TIEMPO DE RECORRIDO A LO LARGO DE TODA LA RUTA.
- 
- DIAGRAMAS POR TRAMOS
- GRAFICAR Y UBICAR LOS TIEMPOS DE DEMORAS A LO LARGO DEL TRAYECTO.
- EL CALCULO LAS VELOCIDADES DE MARCHA.
- EL TIEMPO MEDIO DE DEMORA, ETC.

# ESTUDIOS ORIGEN-DESTINO

# ESTUDIOS DE ORIGEN-DESTINO

**ANTECEDENTES**: LOS PRIMEROS ESTUDIOS DE ORIGEN-DESTINO REALIZADOS EN NUESTRO PAIS, SE EFECTUARON EN LA CIUDAD DE MONTERREY, N.L. EN 1951, PARA DETERMINAR LA LOCALIZACION Y PRIORIDAD DE CONSTRUCCION MAS ADECUADA DE LOS PUENTES SOBRE EL RIO SANTA CATARINA.

**OBJETIVO**: OBTENCION DE DATOS REFERENTES AL NUMERO Y CARACTERISTICAS DE LOS VIAJES EN UNA AREA; COMPRENDE MOVIMIENTOS VEHICULARES TANTO DE PASAJEROS COMO DE CARGA, DESDE DIFERENTES PUNTOS DE ORIGEN A DIFERENTES PUNTOS DE DESTINO.

**UTILIDAD**: LA INFORMACION OBTENIDA A TRAVES DE ESTOS ESTUDIOS ES PRINCIPALMENTE USADA PARA DETERMINAR:

1. LA INFORMACION NECESARIA PARA LA PLANIFICACION, UBICACION Y PROYECTO DE SISTEMAS DE CALLES, VIAS RAPIDAS, AUTOPISTAS NUEVAS O MEJORADAS.
2. LA INFORMACION NECESARIA PARA LA PLANIFICACION, UBICACION Y PROYECTO DE SISTEMAS DE TRANSPORTACION MASIVA, NUEVOS O MEJORADOS.
3. PRIORIDADES DE CONSTRUCCION Y ESTABLECER SOLUCIONES ECONOMICAS PARA PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO VIAL.
4. LAS DEMANDAS DE VIAJES SOBRE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTACION EXISTENTES O FUTUROS.
5. CARACTERISTICAS DE LOS VIAJES PARA DIFERENTES TIPOS DE USO DEL SUELO.
6. LOS DATOS PARA ESTIMAR LOS PATRONES DE VIAJE FUTUROS Y DEMANDAS DE TRANSPORTE.
7. ESTIMACION DEL USO PROBABLE DE RUTAS, LINEAS DE AUTOBUSES Y TERMINALES NUEVAS O MEJORADAS.
8. POSIBLES RUTAS DE LIBRAMIENTO
9. ESTACIONAMIENTO EXISTENTE Y OTRO TIPO DE TERMINALES ADECUADAS
10. APOYO A PLANES DIRECTORES DE DESARROLLO URBANO.

## METODOS UTILIZADOS PARA ESTUDIOS DE ORIGEN-DESTINO

- √ ENCUESTA DIRECTA A CONDUCTORES DE VEHICULOS (ENTREVISTA A UN LADO DEL CAMINO)
- √ ENCUESTA DOMICILIARIA
- √ LECTURA DE PLACAS DE VEHICULOS EN MOVIMIENTO
- √ TARJETAS POSTALES A CONDUCTORES DE VEHICULOS
- √ ETIQUETA EN EL VEHICULO (VARIACION "LUCES ENCENDIDAS")
- √ LECTURA DE PLACAS A VEHICULOS ESTACIONADOS
- √ CUESTIONARIO POSTAL A PROPIETARIOS DE VEHICULOS
- √ CUESTIONARIO A EMPLEADOS
- √ CUESTIONARIO EN TERMINALES DE TRANSPORTE PUBLICO
- √ CUESTIONARIO A PASAJEROS DE TRANSPORTE PUBLICO
- √ METODO DE SINTESIS
- √ ESTUDIO INTEGRAL DE ORIGEN-DESTINO

## LECTURA DE PLACAS DE VEHICULOS EN MOVIMIENTO

ES UTILIZADO PARA SITUACIONES PARTICULARES COMO ESTUDIO Y DEFINICION DE ALGUNA RUTA, PASOS A DESNIVEL O DETERMINACION DE VOLUMENES DE ENTRECRUZAMIENTO.

CONSISTE EN COLOCAR PERSONAL EN PUNTOS CLAVE SOBRE EL CAMINO, CON EL FIN DE QUE ESTOS REGISTREN LOS TRES ULTIMOS DIGITOS DE LA PLACA O ESTOS Y LA PRIMERA LETRA, PARA QUE POSTERIORMENTE MEDIANTE UN PROCESO DE COMPARACION, SE IDENTIFIQUE LA TRAYECTORIA DE LOS VEHICULOS EN EL TRAMO ANALIZADO. ES NECESARIO, CUANDO NO ES POSIBLE REGISTRAR TODAS LAS PLACAS, PERSONAL PARA AFORAR LOS VOLUMENES EN EL TIEMPO QUE SE REALIZA EL ESTUDIO, CON EL OBJETO DE DETERMINAR EL PORCENTAJE MUESTREADO Y PODER EXPANDER LA MUESTRA.

***LAS VENTAJAS*** DE ESTE METODO ES LA SIMPLICIDAD EN LA ORGANIZACION DE CAMPO, NINGUNA INTERFERENCIA CON EL FLUJO VEHICULAR Y OBTENCION DE DATOS REALES.

***LAS DESVENTAJAS*** SON: DIFICULTAD PARA EL ANALISIS, NUMEROSO PERSONAL PARA EL TRABAJO SIMULTANEO Y ADEMAS NO SE PUEDE OBTENER INFORMACION ACERCA DEL PROPOSITO DEL VIAJE.

## ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO POR EL METODO DE ENCUESTA DIRECTA AL CONDUCTOR

SE REALIZA EN PUNTOS ESTRATEGICOS SOBRE CAMINOS SELECCIONADOS PARA TAL FIN. EL NUMERO DE PERSONAL ES MINIMO COMPARADO CON UNA ENCUESTA DOMICILIARIA, EN ESTE METODO EL ENCUESTADOR DETIENE AL VEHICULO Y CUESTIONA AL CONDUCTOR SOBRE PUNTOS COMO:

- TIPO DE VEHICULO
- NUMERO DE PERSONAS OCUPANTES DEL VEHICULO
- ORIGEN Y DESTINO DEL VIAJE
- PROPOSITO DEL VIAJE
- PARADAS INTERMEDIAS
- RUTA ESCOGIDA

ESTE METODO TIENE LA DESVENTAJA DE QUE NO PUEDEN SER DETENIDOS LOS VEHICULOS POR MUCHO TIEMPO, YA QUE OCASIONARIAN DAÑOS A LA OPERACION VEHICULAR, POR LO QUE LA ENCUESTA DEBE ESTAR DISEÑADA TOMANDO EN CUENTA LO ANTERIOR.

*EN GENERAL UN ESTUDIO DE ESTE TIPO PUEDE CONTENER LOS SIGUIENTES PUNTOS:*

**CONTENIDO**