



**Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez**

**Departamento de Ingeniería Eléctrica y  
Computadoras**

**ASPECTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS  
DE COMPUTADORAS Y ELECTRÓNICA**

**By: María del Rocío Suárez, MSc.**

**Octubre, 2009**





# Agenda de la Presentación

---

- **Marco Conceptual**
- **Aspectos Legales**
- **Herramientas para la Evaluación Ambiental**
  - **Selección de alternativas**
  - **Identificación y Evaluación de Impactos**
  - **Medidas de Mitigación**
- **Industria de Computadoras**



# MARCO CONCEPTUAL

---

## ➤ Desarrollo Sustentable

**MANTENER Y RECUPERAR EL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL QUE GARANTICE UNA OFERTA AMBIENTAL SUFICIENTE PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LAS ACTUALES GENERACIONES SIN COMPROMETER EL DESARROLLO DE LAS GENERACIONES FUTURAS (Brundtland Commission, 1987).**

**Sustentable: que se mantiene indefinidamente.  
Que? Nuestros recursos y patrimonio**



# Base legal de la EIA?

---

## National Environmental Policy Act (1969) – NEPA

Base de toda legislación relacionada con EIA.

Objetivos:

- Todo proyecto debe demostrar que no deteriora el ambiente....
- Inclusión del factor ambiental en el desarrollo...
- Instrumento de planificación práctica ...
- El Council of Environmental Quality => ente regulador
- EIA obedece a una política y legislación local, más los tratados internacionales. Ej. Ramsar o Convención sobre Humedales (Iran,1971) que hizo obsoleta la Ley 140 de 1948 de la Autoridad de Tierras en PR .



# Declaración de Principios (NEPA, 1969)

---

1. Buena práctica de planificación: no es un simple “cumplir con la regulación” para obtener permisos.
2. EIA aplica a proyectos de infraestructura y a las industrias, pero se puede extender a Planes de Desarrollo, Reglamentaciones, Políticas de OT, y Programas Comunitarios.
3. Requiere de una buena Participación Ciudadana
4. Requiere un buen conocimiento del proyecto (acciones) y el medio ambiente que lo circunda.



# EN PUERTO RICO

---

## LEY SOBRE POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL

Ley 416 de 2004, según enm. en 2004 (Ley 9, junio de 1970).

1. Establece la Política Pública Ambiental en Puerto Rico.
2. Establece la JCA, sus deberes y facultades.
3. Integra leyes ambientales dispersas.
4. Crea un sistema de información ambiental digitalizado.

### La Ley incluye:

- Entidades **públicas y privadas** que hagan uso de los recursos naturales en sus actividades sociales o económicas.



# DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS – Ley 416 DE 2004

---

## Que busca?

- Estimular una armonía entre el hombre y su medio
- Estimular la salud y el bienestar del hombre.
- Custodiar el medio ambiente.
- Proteger los recursos renovables y no renovables
- Lograr el disfrute de las riquezas naturales
- Preservar riquezas históricas, culturales.
- Obtener un nivel de vida alto para la población
- Predomina el bien común



## Ley 416 DE 2004

---

- Establece la presentación de un **documento ambiental** previo a cualquier acción (proyecto o industria) que incluya:
  - La presentación del proyecto/industria y su propósito.
  - Las características ambientales del entorno.
  - El impacto ambiental de la acción propuesta.
  - Alternativas de manejo a la acción propuesta.
  - Uso de los recursos y preservación de los mismos.



# Documentos Ambientales en PR

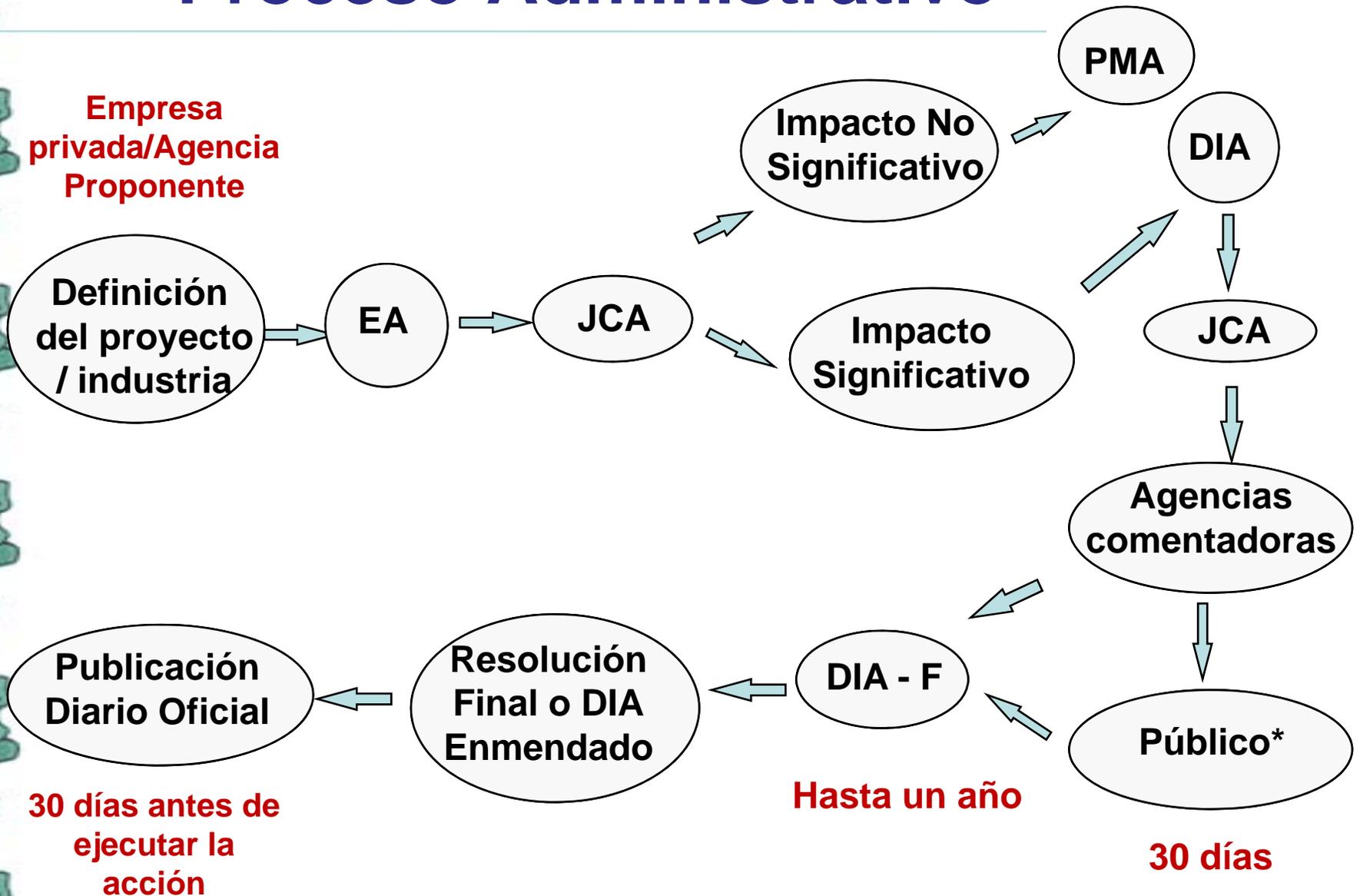
---

Dos etapas:

- 1. Doc. de Evaluación Ambiental (EA)**
  - Determina si una acción tiene o NO impacto significativo
- 2. Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**
  - Cuando hay un impacto ambiental significativo. Su contenido es mas profundo y abarcador que un EA.

**Las DIA's deben incluir las distintas alternativas consideradas, incluyendo la de NO acción y la alternativa seleccionada**

# Proceso Administrativo





# De obligatorio cumplimiento Agencias Proponentes/JCA

---

- Cumplimiento de la Ley 416 de sep. de 2004, leyes federales, y tratados internacionales.
- Presentar el Documento Ambiental antes de la acción u obra.
- Seguir los mecanismos de consulta establecidos por la JCA
- La JCA debe: consultar con las agencias y el público e incorporar sus comentarios, mediar situaciones conflictivas, dar a conocer los documentos al público a través de internet, y armonizar con la política de USA.
- Todo Documento Ambiental debe tener un proceso de **Evaluación de Impacto Ambiental.**



## **Agencias Comentadoras y/o Proponentes**

---

- 1. Departamento de Recursos Naturales.**
- 2. Autoridad de Carreteras y Transportación.**
- 3. Instituto de Cultura Puertorriqueña.**
- 4. Autoridad de Energía Eléctrica.**
- 5. Autoridad de Tierras.**
- 6. Junta de Planificación**
- 7. Departamento de Agricultura.**
- 8. Departamento de la Vivienda**



## **Agencias Comentadoras y/o Proponentes**

---

- 9. Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre.**
- 10. Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.**
- 11. Autoridad de Desperdicios Sólidos.**
- 12. Departamento del Trabajo y Recursos Humanos.**
- 13. Servicio de Bomberos de Puerto Rico.**
- 14. Departamento de Desarrollo Económico y Comercial.**
- 15. Desarrolladores/industrias privadas.**
- 16. Otras, según criterio de especialistas.**



# Metodología para la EIA



# Evaluación de Impacto Ambiental

---

- Proceso por el cual se identifica, cuantifica y evalúan los efectos negativos (o **positivos**) que pueda tener un proyecto, acción o programa sobre el ambiente natural, social, cultural o de salud pública (Canter, 1996).
  - Generalmente tiene 3 o 4 etapas:
    1. Descripción del ambiente afectado
    2. Análisis de Alternativas
    3. Identificación y evaluación de impactos potenciales
    4. Formulación de medidas de manejo



# Objetivos generales de EIA

---

1. Aplicar el Principio de Prevención.

**Los impactos se deben..**

**1. PREVENIR → 2. MITIGAR → 3. COMPENSAR → 4. RESTAURAR**

2. Asistir en el diseño de proyectos y hacerlos mas eco-amigables.

3. Realzar los impactos positivos. Ej. generación de empleo, reforestación, mejoras a las economías locales. Otros?

4. Forzar a desarrolladores, legisladores o planificadores a incorporar la variable ambiental y social dentro de la planificación.

5. Preservar monumentos históricos, arqueológicos y riquezas culturales. Preservar la diversidad biológica y lograr un desarrollo sustentable.

# EIA y programación de un proyecto

---

## PROYECTO

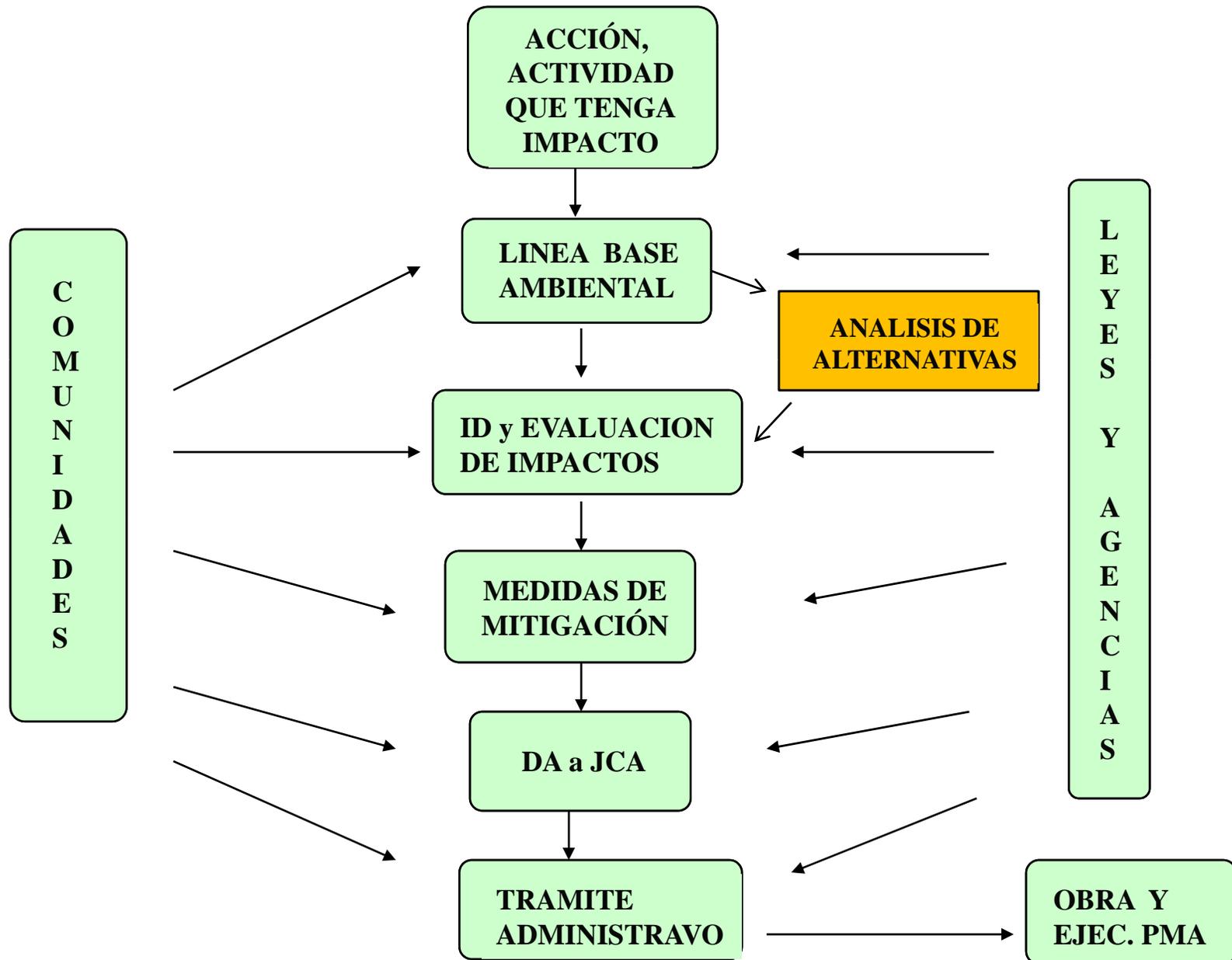
1. Planeamiento y Factibilidad
2. Diseño Detallado
3. Ejecución/Construcción/Operación
4. Mantenimiento



## EIA

1. Análisis de restricciones ambientales
2. E.A. o D.I.A.
3. Ejecución del PMA
4. Monitoreo y medidas de mitigación

# Pasos a seguir para la EIA





# Aspectos preliminares

---

- Identificar los factores socio-ambientales que se verán afectados, ej. aire, agua, suelos, comunidades, etc.
  - Identificar las acciones del proyecto que pueden causar impactos y listar los impactos ambientales posibles
  - Identificar el área de influencia:
    - **Directa:** área de mayor afectación.
    - **Indirecta:** área de afectación indirecta o eventual.
- Ej. Línea de transmisión de alto voltaje 115 kw o 500 kw,
- AID: la servidumbre
  - All: hasta los 400 m a lado y lado de la servidumbre.



## Como definiría usted el área de influencia directa e indirecta para:

---

- Un proyecto de cambio de iluminación de un edificio?
- Construcción de una bocatoma en el Río Grande de Arecibo?
- El Gasoducto del Sur, desde Peñuelas hasta Salinas?



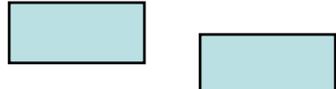
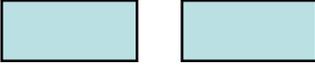
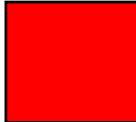
# **Selección de Alternativas**

# Aspectos Generales

1. **Considera la alternativa de **no hacer el proyecto.****
2. **Alternativas pueden haber muchas, pero típicamente se consideran 3 a 5.**
3. **Se usan métodos sencillos de comparación y presentar los pro y contras de cada alternativa.**
4. **Las alternativas pueden ser:**
  - **Sobre localización, ruta, diseño, tecnologías, ciclo de vida de producto.**
5. **Debe ser: libre de sesgos, objetiva, sistemática, tratar de incluir todos los factores a afectarse.**

# Descripción de cada factor

## Proyecto de Potencia

	Aspectos Ambientales	Aspectos Sociales	Aspectos Técnicos	Costo
A1				\$ 300
A2				\$ 230
A3				\$ 100

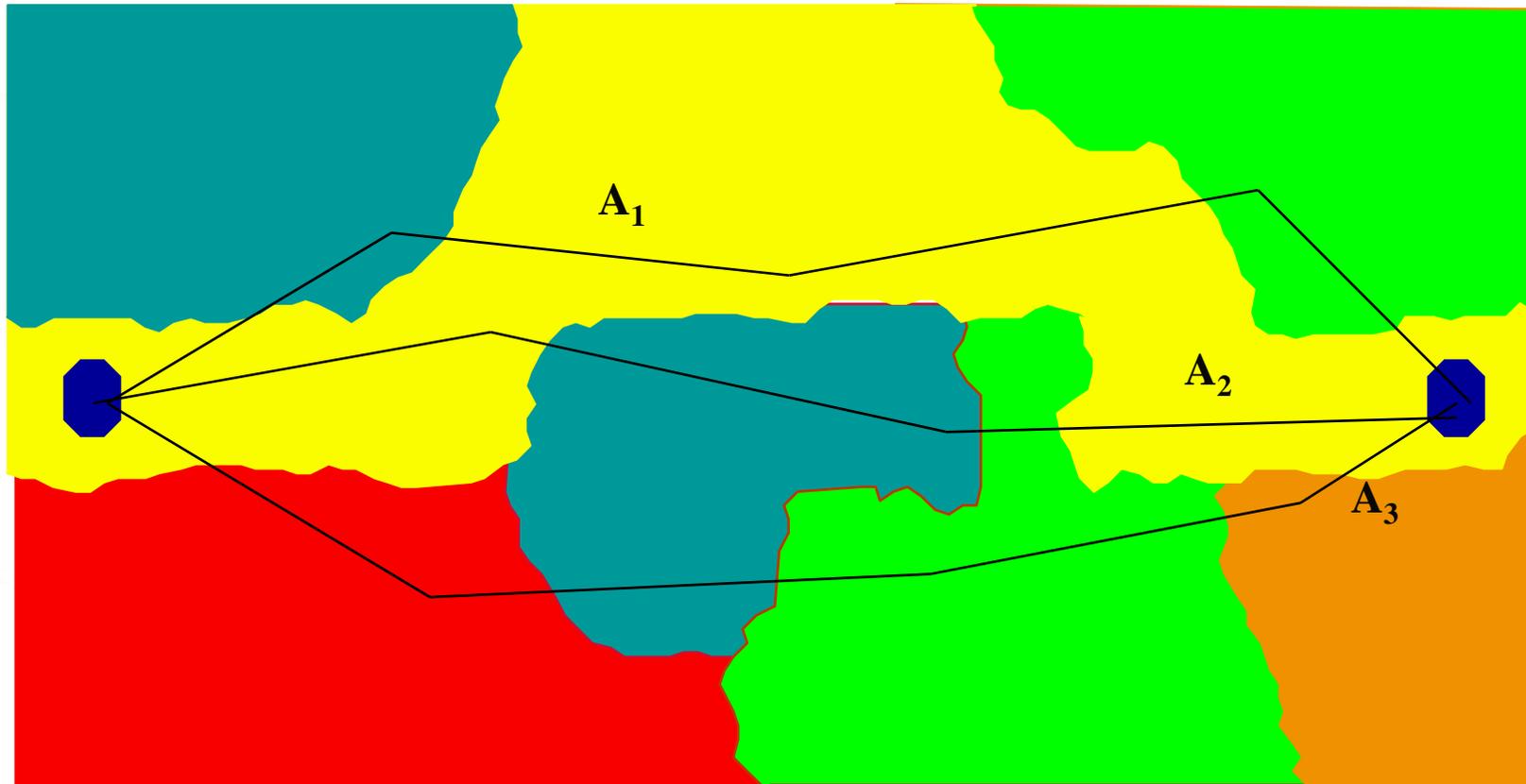
Se resalta (en rojo) los aspectos críticos, de mucho impacto o riesgo.

## Descripción **cuantitativa** de cada factor

F A	Aspectos Ambientales (40%)	Aspectos Sociales (30%)	Aspectos Técnicos (30%)	Costo
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 120 Ha de Bosque</li> <li>• <b>Afectación a humedal.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamiento de 2 familias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>300 Km. de despeje de servidumbre</b></li> </ul>	<b>\$ 300</b>
A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 45 Ha de Bosque</li> <li>• No afectación a Humedal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamiento de 1 familia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	<b>\$ 230</b>
A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de 200 Ha de Bosque</li> <li>• No afectación de humedal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Desplazamiento de 3 familias</b></li> <li>• <b>Vestigio arqueológico Km 8.7</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Km. de despeje de servidumbre</li> </ul>	<b>\$ 100</b>

Escoja los aspectos a evaluar. Cuantifique cada aspecto, resalte puntos críticos. Evalúe su selección tomando en cuenta todos los aspectos. Se puede asignar pesos a cada factor dependiendo de su importancia

# ANALISIS ESPACIAL DE SUSCEPTIBILIDAD AMBIENTAL PARA LA SELECCIÓN DE RUTA



<b>ZONAS VEDADAS</b>	=	<b>5</b>	
<b>ALTA</b>	=	<b>4</b>	
<b>MODERADA</b>	=	<b>3</b>	
<b>BAJA</b>	=	<b>2</b>	
<b>SIN RESTRICCIÓN</b>	=	<b>1</b>	


**Niveles de Susceptibilidad Ambiental**



# **Predicción y Evaluación de Impactos Potenciales**



# Que es Impacto Ambiental?

---

Efectos directos, indirectos o acumulativos de una acción propuesta sobre el ambiente. Puede ser positivo o negativo.

➤ ***Ambiente afectado:***

Físico: aire, agua, suelos.

Biótico: flora, fauna, sistemas naturales.

Social: pueblos, comunidades, familias.

Cultural: áreas de valor histórico, arqueológico o estético.

Económico: economía local, regional, o nacional.

Salud pública: contaminación de aire o aguas, entre otros.

**(Reg. Presentar, Evaluar y Tramitar Documentos Ambientales, 2002 – Ley 416 de 2004 según enmendada).**

➤ **Identificación y evaluación de los impactos**

Metodologías específicas e interdisciplinarias para identificar y analizar impactos ambientales.



# CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

---

- **Tipo:** positivo o negativo
- **Duración:** largo, mediano, corto plazo
- **Magnitud:** alta, media, baja
- **Área de cubrimiento:** local o regional
- **Tendencia:** creciente, decreciente o estable
- **Posibilidad de ocurrencia:** segura, alta, media, baja
- **Alternativa de Manejo:**
  - Prevenible: evita
  - Mitigable: minimiza o reduce
  - Compensable: sustituye
  - Recuperable: devuelve el recurso a su estado original

# CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Se puede dar una **escala numérica** a cada clase dentro del criterio y asignar **pesos** para obtener una valoración numérica.

• <b>Tipo:</b> N=2, P=1	10%
• <b>Duración:</b> LP=3, MP=2, CP=1	15%
• <b>Magnitud:</b> A=3, M=2, B=1	30%
• <b>Área de cubrimiento:</b> R=2, L=1	15%
• <b>Tendencia:</b> C=3, E=2, D=1	5%
• <b>Posibilidad de ocurrencia:</b> S=4, A=3, M=2, B=1	5%
• <b>Alternativa de Manejo:</b>	<u>20%</u>
– Prevenible: 1	Total: 100%
– Mitigable: 2	
– Compensable: 3	
– Recuperable: 4	

Proyecto => cambio de iluminación interior en un edificio

Impacto => generación de desechos no peligrosos

**Evaluación:**

$$T=>2*0.1 + D=> 1*0.15 + M=> 2*0.3 + C=> 1*0.15 + T=> 1*0.05 + PO=> 4*0.05 + AM=>2*0.2.$$

Total: 1.75    **Entre mayor el valor numérico mayor el impacto**

# Matrices de Interacción

- **Primera Matriz: Leopold (1971): 100 acciones vs. 90 consideraciones ambientales.**

Acciones que causan impacto

Componente ambiental

	Mov. de tierras para apertura de accesos.	Despeje servidumbre	Montaje estructuras	Operación
Amb. Físico	X	X	X	
Amb. biótico	X	X	X	
Comunidad		X		
Cultural		X		

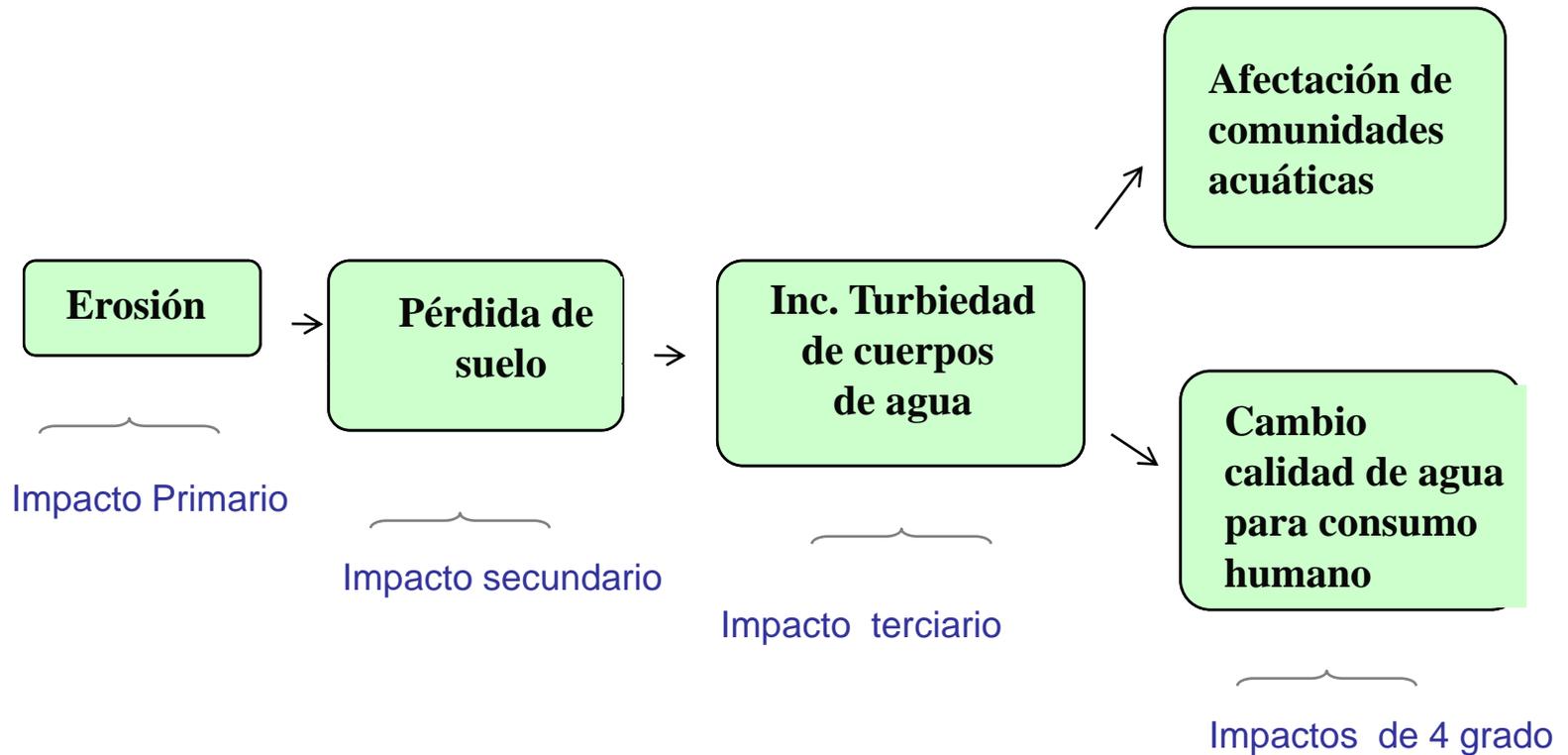
# Matrices de Interacción

PROYECTO DE INTERCONEXIÓN DEL CAMPO SAN FRANCISCO AL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL (SIN)

Tabla 4.2 Matriz de Identificación de Impactos (Líneas de Conexión)

Impactos Potenciales	Actividades del Proyecto	Actividades durante Construcción				Operación y Mantenimiento	
		Organización Laboral y Centro de Acopio (1)	Excavación y Obras civiles (2)	Montaje de Estructuras de Apoyo (3)	Transporte de Elementos Constructivos (4)	Tendido y Empalme (5)	Operación (6)
1	Generación de Expectativas	■					
2	Generación de Empleo (M.O. no calificada del Área de Influencia)		■	■	■	■	
5	Afectación de Infraestructura Vial y de Servicios Públicos				■		
6	Incremento Riesgo de Accidentalidad		■	■	■	■	■
	Demanda de Bienes y Servicios	■	■	■	■	■	■
9	Erosión		■				
10	Desestabilización de Taludes Artificiales		■				
11	Generación de Residuos Sólidos y Material Inerte		■		■	■	■
13	Afectación de la Cobertura Vegetal					■	
15	Afectación del Paisaje			■			
<b>Componentes Afectados</b>			■	<b>Físicos</b>			
			■	<b>Bióticos</b>			
			■	<b>Socioeconómicos</b>			

# Metodologías de Redes



Presentan la relación causa y efecto e identifican relaciones entre impactos primarios, secundarios y/o terciarios

(Canter, 1996).



## Medidas de Mitigación

---

- Punto culminante del proceso de EIA.
- Por lo general no tienen un gran costo, comparado con el costo total del proyecto (3 a 20%), generan empleo y redundancia en beneficio general para las comunidades.
- Cada impacto identificado debe tener un MM.
- Deben formularse lo más detalladamente posible (que, como, donde, el momento, el responsable, \$, etc).

=> Plan de Manejo Ambiental (PMA).



## Medidas de Mitigación

---

- Podrían resaltar efectos benéficos de una acción.
  - Se denomina “environmental enhancement” o mejoramiento de las condiciones iniciales.
- Las MM empiezan con la selección de la alternativa óptima, incluyendo su localización o la tecnología más limpia.
- En la fase de diseño se deben incorporar MM que eviten en lo posible impactos ambientales.
- Las MM pueden darse fuera o dentro del área de influencia del Proyecto.

# Plan de Manejo Ambiental

Conjunto de Planes y Programas que contienen la descripción de las MM en relación a los impactos identificados.

Cada ficha contiene:

- Descripción
- Objetivo
- Responsable
- Procedimiento
- Costo
- Donde
- Cuando
- Seguimiento

FICHA DE MANEJO				Ficha No.: 4	
<b>MEDIDA:</b> Reciclaje de equipo obsoleto					
<b>Objetivo:</b> Minimizar desechos al ambiente de residuos peligrosos y no peligrosos					
<b>PROGRAMAS:</b> Programa de Manejo de Residuos Sólidos					
<b>Objetivo de la Medida</b>			<b>Tipo de Acción</b>		
• Prevención .....	•Si		<b>Proced.....</b>	Si	
• Mitigación .....	•Si		<b>Obra .....</b>	No	
Corrección .....	•No		<b>Taller .....</b>	No	
Compensación .....	•No		<b>Costos anual</b>	\$ 400/año	
<b>Cobertura Espacial:</b> UPR. Recintos de Mayagüez, Ponce, Aguadilla. U. Interamericana. San German					
<b>Período de Ejecución :</b> Al finalizar segundo semestre académico todos los años					
<b>Descripción:</b> 1. Recolectar y almacenar todo equipo de computadora que sea dado de baja en las diferentes facultades. 2. Revisar la condición del equipo y clasificarlo. 3. Visitar escuelas o bibliotecas públicas que quieran recibir el equipo. 4. Llevar, instalar y dar Taller sobre uso del equipo. 5. El sobrante, llevar a Caribbean High Technology Recyclers.					

## POSIBLES IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA DE LOS COMPUTADORES

---





## POSIBLES IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA DE LOS COMPUTADORES

---

### ➤ **Impactos ambientales**

- Desechos en alto volumen
- Desechos tóxicos para la salud y el ambiente(i.e. Pb, P, Hg, Cd)
- Desechos no peligrosos como plástico, tintas, tapes, toners.

### ➤ **Impactos sociales:**

- Procesos más rápidos y eficientes
- Diseminación de la información
- Podría reducir la OFERTA de empleo
- Rechazo del consumidor a la nueva tecnología
- Poca participación de la comunidad en la elección de las mejores tecnologías.

### ➤ **Impactos a la salud pública:**

- Por la radiación electromagnética generada por los centros de computo.
- Materiales tóxicos peligrosos liberados sin control al ambiente pueden ocasionar problemas de salud e incorporarse en las cadenas alimenticias.

# ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LA INDUSTRIA DE COMPUTADOR

---

- Donación de computadores con impacto social positivo.
- Reciclaje (Minimizar  $\implies$  Reusar  $\implies$  Reciclar)
  - Debe hacerse con personas calificadas y facilidades y equipos adecuados.
  - Algunos elementos de la e-garbage podrían ser reutilizados, o “upgraded”. Ej. los discos duros.
  - Muchos elementos se pueden procesar para producir otros productos. Ej. Toners, tintas o papel.





## ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA LA INDUSTRIA DE COMPUTADOR

---

- **Caribbean High Technology Recyclers en Guanica (Harry Fernandez)**
  - Recibe computadores obsoletos, equipos de hospital y otros
  - El RUM, Humacao y Ponce, más U. Interamericana
  - Se rige por las leyes EPA
  - \$0.27/lb
  
- **Oficina de Salud Ambiental del RUM recibe baterías, luces de neón toners y otros.**
  
- **Leyes en PR:**
  - **Ley 70 de 1978 que crea la Autoridad de Desperdicios Sólidos en PR**
  - **Ley 70 de 1992 de Reciclaje de Desperdicios Sólidos**



## Leyes Federales sobre e-waste

- **The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)**
  - Prohíbe disponer en espacios abiertos
  - Promueve reducción de residuos en la fuente y reciclaje
  - Exige la disposición segura de residuos, especialmente los peligrosos de computadores y equipos electrónicos

**Ej. Disposición de tubos de rayos catódicos.**

- **La Ley de SuperFondo (CERCLA) “Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act.”**

**Obliga a todo generador de residuos peligrosos a disponer adecuadamente durante toda la vida del producto, aún si cambia de dueño.**



*Preguntas?*



# *Bibliografía*

---

1. **Diagnóstico Ambiental de alternativas para el desarrollo del Proyecto Línea de Transmisión a 230 kV Pasto – Ipiales. 2000. Consultoría Colombiana S.A.**
2. **Canter J,R. 1996. Environmental Impact Evaluation. Academic Press. 334 p**