



GAS Y PETROQUIMICA BASICA

Transporte de Hidrocarburos por Ducto

Atlas de Riesgo del Sistema Nacional de Gasoductos

26 de Septiembre del 2006

I. Censo de Infraestructura

CENSO GENERAL

NORTE

CENTRO

SUR

Ductos e Instalaciones				
Sistema de Transporte	Ductos	Longitud (Km.)	Instalaciones ⁽¹⁾	Años Promedio
Gas Natural	99	9,016.635	799	32 años
LPG	13	1,835.209	206	34 años
Petroquímicos Básicos	21	1,216.097	115	27 años
Total	133	12,067.941	1120	31años

(1) Incluye: válvulas de seccionamiento, trampas de diablos y válvulas tróncales

Ductos Fuera de Servicio
535.772 Km's



SECTORES

CH

TO

MO

RE

M
A

GD

SA

VC

TL

VE

ME

MI

CA

NP



CENSO GENERAL

NORTE

CENTRO

SUR

Ductos e Instalaciones Región Norte				
Sistema de Transporte	Ductos	Longitud (Km.)	Instalaciones ⁽¹⁾	Años Promedio
Gas Natural	44	4,693.503	359	32 años
LPG	1	34.422	3	10 años
Total	45	4,727.925	362	21 años

(1) Incluye: válvulas de seccionamiento, trampas de diablos y válvulas tróncales



SECTORES

CH

TO

MO

RE

MA

GD

SA

VC

TL

VE

ME

MI

CA

NP



Subdirección de DUCTOS

CENSO GENERAL

NORTE

CENTRO

SUR

(1) Incluye: válvulas de seccionamiento, trampas de diablos y válvulas tróncales

SECTORES

CH

TO

MO

RE

MA

GD

SA

VC

TL

VE

ME

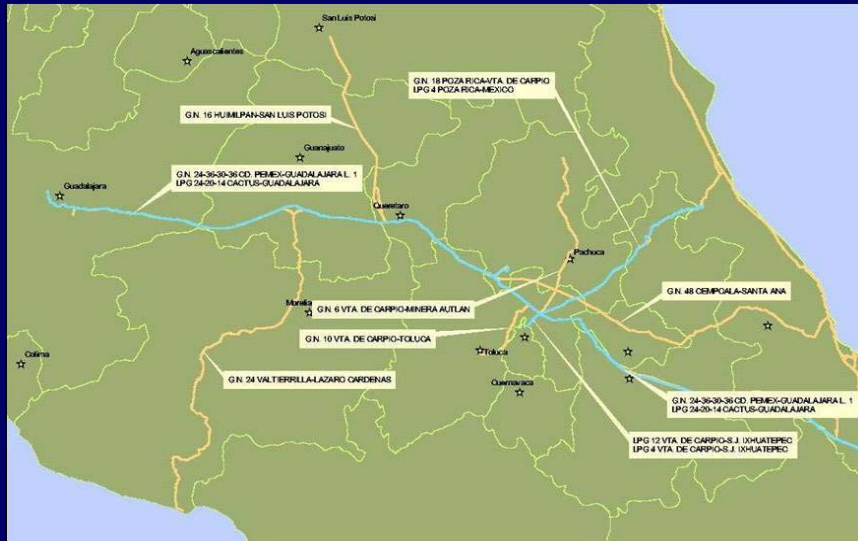
MI

CA

NP

Ductos e Instalaciones Región Centro

Sistema de Transporte	Ductos	Longitud (Km.)	Instalaciones ⁽¹⁾	Años Promedio
Gas Natural	11	2,295.112	160	31 años
LPG	5	1,020.501	93	42 años
Total	16	3,315.613	253	36 años



CENSO GENERAL

NORTE

CENTRO

SUR

Ductos e Instalaciones Región Sur

Sistema de Transporte	Ductos	Longitud (Km.)	Instalaciones ⁽¹⁾	Años Promedio
Gas Natural	44	2,028.020	280	32 años
LPG	7	780.286	110	33 años
Petroquímicos Básicos	21	1,216.097	115	27 años
Total	72	4,024.403	505	31 años

(1) Incluye: válvulas de seccionamiento, trampas de diablos y válvulas tróncas



SECTORES

CH

TO

MO

RE

M
A

GD

SA

VC

TL

VE

ME

MI

CA

NP



Subdirección de
DUCTOS

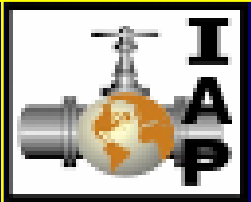
V. Diagnóstico de Integridad y Confiabilidad



Administración del Riesgo

Creación de Valor

Crecimiento Sustentable



Rango Intolerable Rango Administrable Rango Tolerable

Desarrollo e Implantación del IAP

1996	1997	1998	1999	2000
Análisis de Factibilidad	Plan Piloto	Administración de Riesgo	Implementación y Desarrollo	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de programas disponibles: IAP Pyramid Spire • Adquisición de 5 licencias IAP (v 5.1). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Piloto <ol style="list-style-type: none"> 1. Gas de 48" – 42" Cactus – San Fernando (1251 km) 2. LPG 24" – 20" – 14" Cactus – Guadalajara (1233) 3. Etano 20" Cactus – Cangrejera (130 km) 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación con IMP-Battelle • Definición de bandas de riesgo: <2.1 tolerable, 2.1-<21 Administrable, ≥21 preventivo • <u>1er algoritmo</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de Licencias IAP para 14 Sectores: <u>Factores Riesgo</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • Implantación IAP en 14 Sectores. • Benchmarking con 10 transportistas para Optimización de Algoritmo • Cumplimiento de Requisitos para Obtención de LAU

Desarrollo e Implantación del IAP

2001

Actualización del Algoritmo

- Modelación del Sistema SCADA dentro en IAP
- Inclusión de Áreas Altamente Vulnerables
- Capacitación de Responsables del Sistema por Cambio de Versión IAP

2002

Actualización de Bases de Datos

- Integración del modelo de negocios:
 $IAP + Uptime = \Delta EVA$
- Inicio de Vinculación con Sistema de Información Geográfica SIIA
- Incorporación de Registros de Inspección Interior

2003

Actualización del Sistema de Administración de Riesgo

- Revisión del Modelo de Valor con IMP-Battelle.
- Actualización de algoritmo (2º)
- Integración del Modelo Cuantitativo de Riesgo
- Determinación y Clasificación de Proyectos de Mantenimiento
- Asignación de presupuesto con base a administración de riesgo

Desarrollo e Implantación del IAP

2004

Actualización del Algoritmo

- Integración SIIA-SAP-DMS
- Conceptualización de Atlas de riesgo

2005

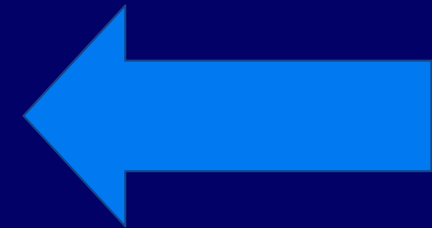
Actualización de Bases de Datos y Mejora

- Emisión de Atlas de Riesgo 2005.
- Se inicia Integración de Estaciones de Compresión, Bombeo, Medición y Regulación .

2006

Actualización del Sistema de Administración de Riesgo

- Implantación del programa de Administración de Integridad y Riesgo en Ductos e Instalaciones.
- Emisión de Atlas de Riesgo 2006.



Atlas de Riesgo del SNG

•PGPB cuenta con un programa de evaluación del riesgo, Integrity Assessment Program (IAP), integrado a su Sistema de Identificación de Instalaciones y Activos (SIIA), que conforma un Atlas de Riesgo.

Atlas de Riesgo: representación geográfica de las instalaciones y activos, en el que se identifican los riesgos que las impactan y las consecuencias en su entorno, para desarrollar planes de prevención, mitigación y emergencia.

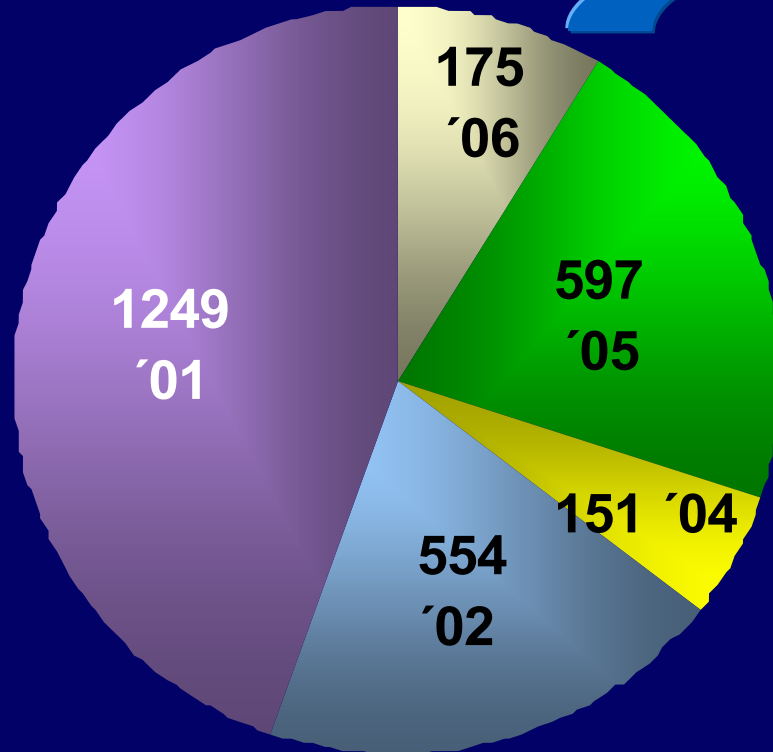
•El Atlas de Riesgo del SNG está integrado por **12,068 Km**, cada uno con su correspondiente índice de riesgo (ROF)



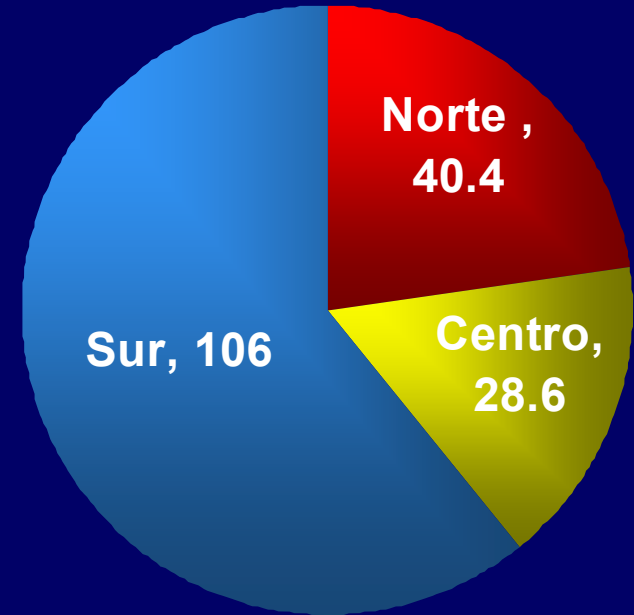
Se prioriza y sustenta la **asignación de recursos** para Mantenimiento y Seguridad del Sistema Nacional de Gasoductos

Atlas de Riesgo – Comportamiento de Km con ROF mayor a 21

HISTÓRICO / AÑO



POR REGIÓN 2006

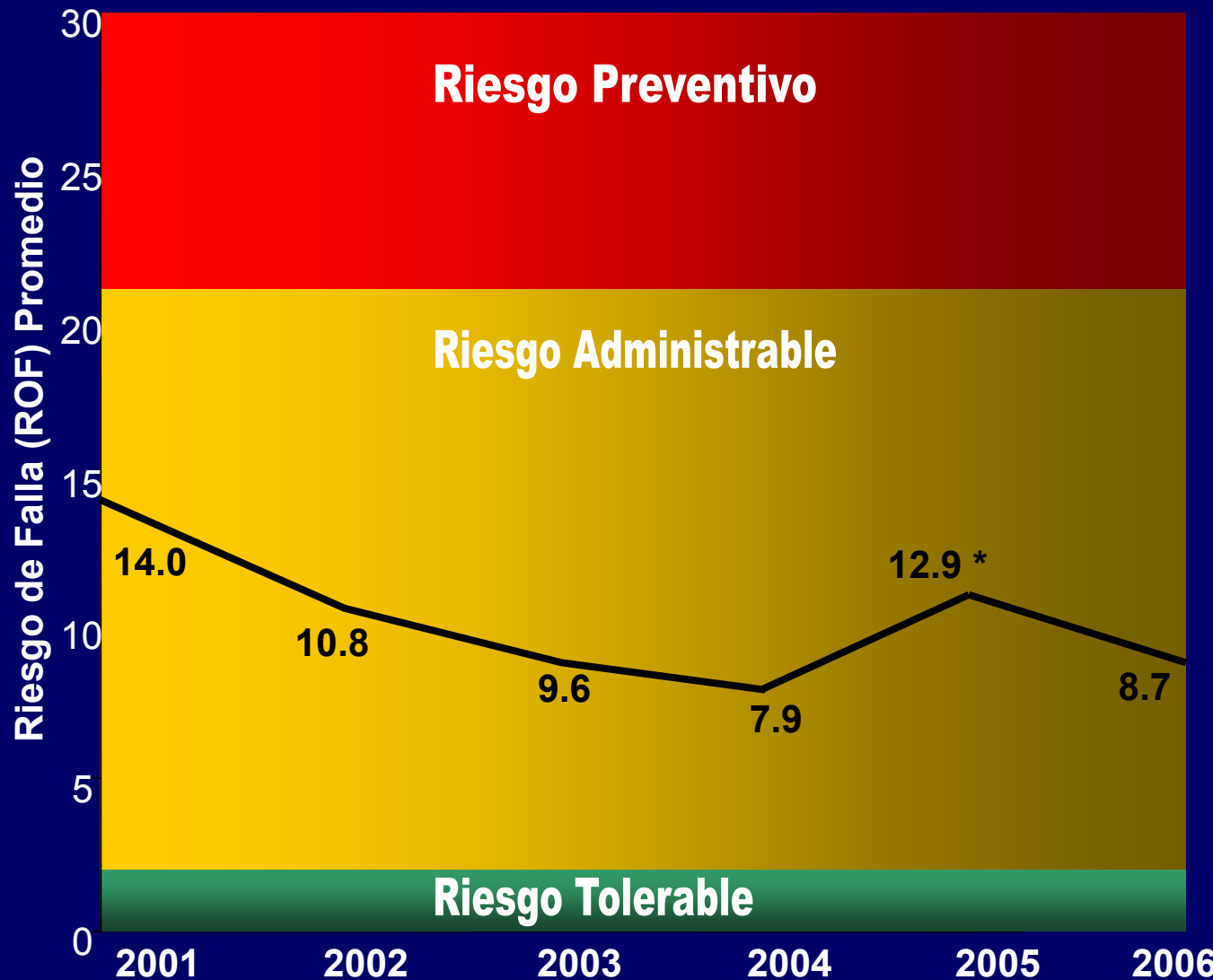


Sistema	Kilómetros evaluados	Evaluados
Gas Natural	9017	100 %
Gas LP	1835	100 %
Petroquímicos	1216	100 %
Total	12068	100 %

Km con ROF mayor a 21 - Histórico

Sector		2003	2004	2005	Jun 2006	2007 E
1	Cárdenas	26.72	1.00	36.55	4.83	0.00
2	Minatitlán	28.23	14.50	59.19	21.30	10.00
3	Veracruz	49.15	10.45	44.16	15.85	12.00
4	Mendoza	3.00	0.00	49.70	4.00	0.00
5	Nuevo PEMEX	46.19	23.99	131.67	60.02	40.00
6	Tlaxcala	39.06	4.06	56.88	1.70	0.00
7	Venta de Carpio	78.45	65.30	80.90	14.90	10.00
8	Salamanca	7.00	2.00	30.43	12.00	3.00
9	Guadalajara	0.23	0.00	4.57	0.00	0.00
13	Chihuahua	4.00	4.00	14.82	3.90	0.00
11	Torreón	4.02	1.02	3.02	1.00	0.00
12	Reynosa	17.02	5.15	21.93	4.00	0.00
10	Monterrey	27.07	20.03	62.83	26.64	15.00
14	Madero	0.00	0.00	0.27	4.91	0.00
TOTALES		330.13	151.49	596.91	175.05	90.00

Comportamiento del Índice de Riesgo de Falla (ROF)



Acciones Implementadas
reducir el ROF

✓ **Mantenimiento integral a los ductos petroquímicos y al Sistema Norte (GN)**

✓ **Rehabilitación de protección catódica en la Zona Sur**

✓ **Rehabilitación de recubrimiento mecánico, Sector Nuevo Pemex**

✓ **Intensificación del celaje terrestre y difusión a la sociedad y autoridades.**

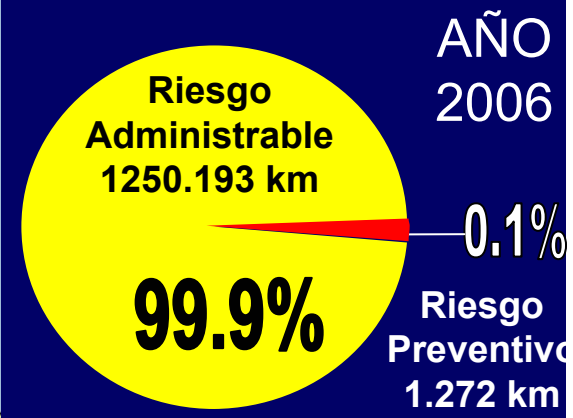
✓ **Operación de los Sistemas (DO)**

*NUEVO ALGORITMO DE EVALUACION

Atlas de Riesgo, G.N. 48-42" Cactus – San Fernando



Longitud total	1251.465 km
----------------	-------------



Km con ROF>21	2005	2006
	11.272	1.272



Reducción de 10 Km

ROF Promedio	2005	2006
	12.28	6.98

Atlas de Riesgo, G.N. 48-42" Cactus – San Fernando

JUR	SEGMENTO	LONG. KM.	2005		2006	
			ROF	LONG. ROF >21	ROF	LONG. ROF >21
CA	G.N. 48" CACTUS - CARDENAS	25.298	10.40	0.000	8.42	0.000
MI	G.N. 48" CARDENAS - LAS CHOAPAS	69.090	13.02	0.000	8.53	0.000
MI	G.N. 48" LAS CHOAPAS - CHINAMECA	65.050	14.55	2.000	11.16	1.000
MI	G.N. 48" CHINAMECA - NORMA	65.562	10.83	0.000	9.75	0.000
VE	G.N. 48" NORMA - LERDO	66.236	8.71	0.000	5.37	0.000
VE	G.N. 48" LERDO - PASO DEL TORO	66.083	10.40	0.000	6.44	0.000
VE	G.N. 48" PASO DEL TORO - CEMPOALA	67.181	16.15	4.000	10.49	0.000
VE	G.N. 48" CEMPOALA - EMILIO CARRANZA	62.191	15.22	1.000	11.78	0.000
MA	G.N. 48" EMILIO CARRANZA - TECOLUTLA	65.241	13.33	3.000	9.63	0.000
MA	G.N. 48" TECOLUTLA - TUXPAN	68.764	12.16	1.000	10.18	0.000
MA	G.N. 48" TUXPAN - NARANJOS	63.715	8.63	0.000	8.60	0.000
MA	G.N. 48" NARANJOS - MACARELA	66.159	7.21	0.000	4.37	0.000
MA	G.N. 48" MACARELA - BARBERENA	69.170	5.03	0.000	2.25	0.000
MA	G.N. 48" BARBERENA - SAN RAFAEL	66.782	6.95	0.000	3.84	0.000
MA	G.N. 48" SAN RAFAEL - LAS TUNAS	67.169	5.49	0.000	2.57	0.000
RY	G.N. 48" LAS TUNAS - EL NOGALITO	68.228	7.68	0.000	4.32	0.000
RY	G.N. 48" EL NOGALITO - INDIA BONITA	84.010	6.88	0.000	3.40	0.000
RY	G.N. 42" INDIA BONITA - EL DIVISADERO	84.264	6.56	0.000	3.32	0.000
MT	G.N. 42" EL DIVISADERO - RAMONES	61.272	12.08	0.272	8.24	0.272

Acciones Realizadas 2003-2006, para Eliminar Riesgo Preventivo

- **Mantenimiento Integral en 2003 - 2004. Incluyó inspección interior con equipo instrumentado (MFL), posicionamiento, estudio de integridad, rehabilitación y certificación del ducto (Contrato PGPB-SD-GRM-0036/2002).**
- Reparación de 420 fallas en la 2a Etapa de Mantenimiento Integral. Reparación de fallas en 2005 – 2006 .
- **Con el Mantenimiento Integral se aseguró incrementar la máxima presión de operación (MOP) del ducto de 900 a 1100 lb/in².**
- Estudio de recubrimiento mecánico del ducto (CIS/DCVG).
- **Rehabilitación de camas anódicas de protección catódica en 2005.**
- Instalación de postes de protección catódica y de señalización en 2005 – 2006.
- 2005-2006 Programa de difusión de Video “Mantenimiento a Ductos y Respeto a los DDV”.

G.N. 48" Las Choapas - Chinameca



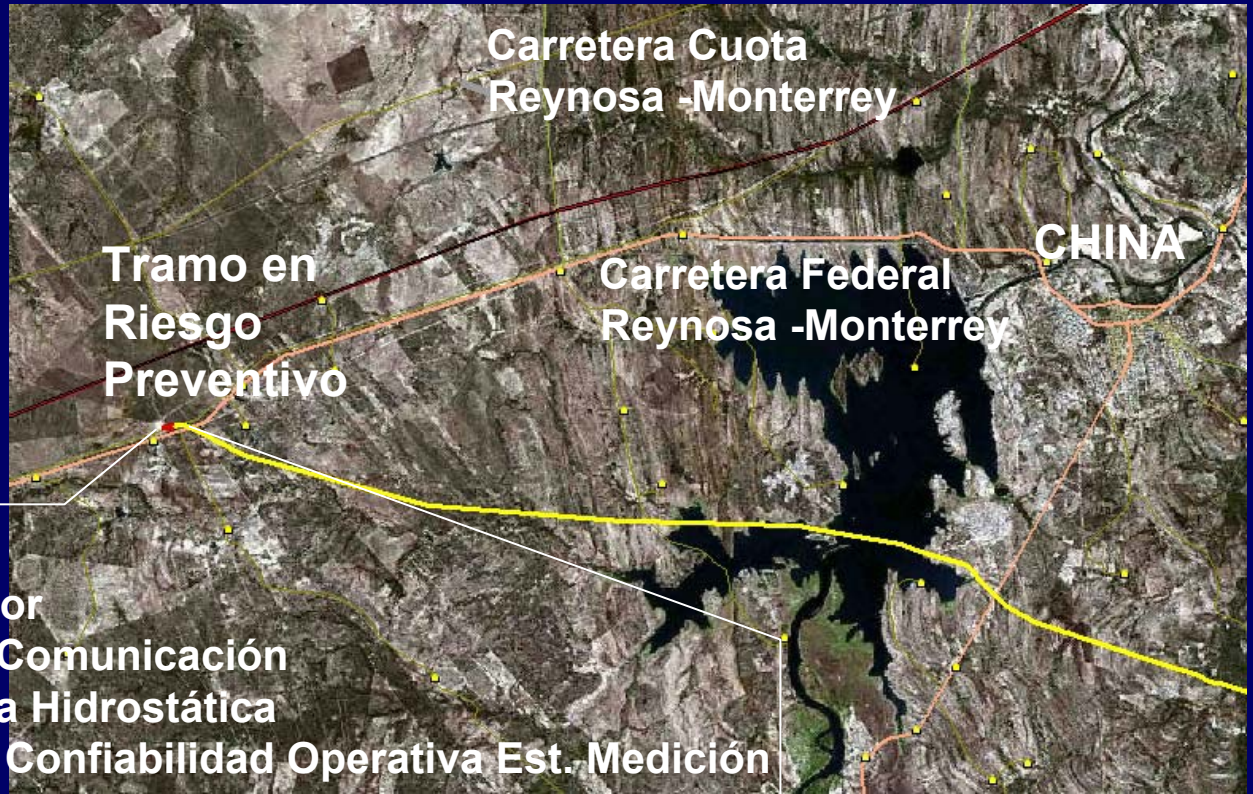
- Fuentes de Riesgo:**
 - Control de corrosión exterior
 - Área Sensible de Población y de Alta Consecuencia (Chacalapa a 100 m del DDV)
 - Cruzamientos con Vías de Comunicación
 - Actividades de Terceras Partes

Km		FACTORES DE RIESGO						LOF	IMPACTOS			COF	ROF
Inicio	Fin	EC	IC	TP	GM	DM	SO		IOE	IOB	IOP		
159,438	160,438	5.07	1.60	2.36	0.0	0.0	3.25	2.57	5.42	10.70	8.23	8.25	21.23

Acciones para Reducción del Riesgo de Falla

Control de Corrosión Exterior
Educación a la población.
Incremento de celaje

G.N. 42" El Divisadero – Estación de Medición Ramones



• Fuentes de Riesgo:

- Control de corrosión exterior
- Cruzamientos con Vías de Comunicación
- No hay evidencia de Prueba Hidrostática
- No se cuenta con estudios Confiabilidad Operativa Est. Medición

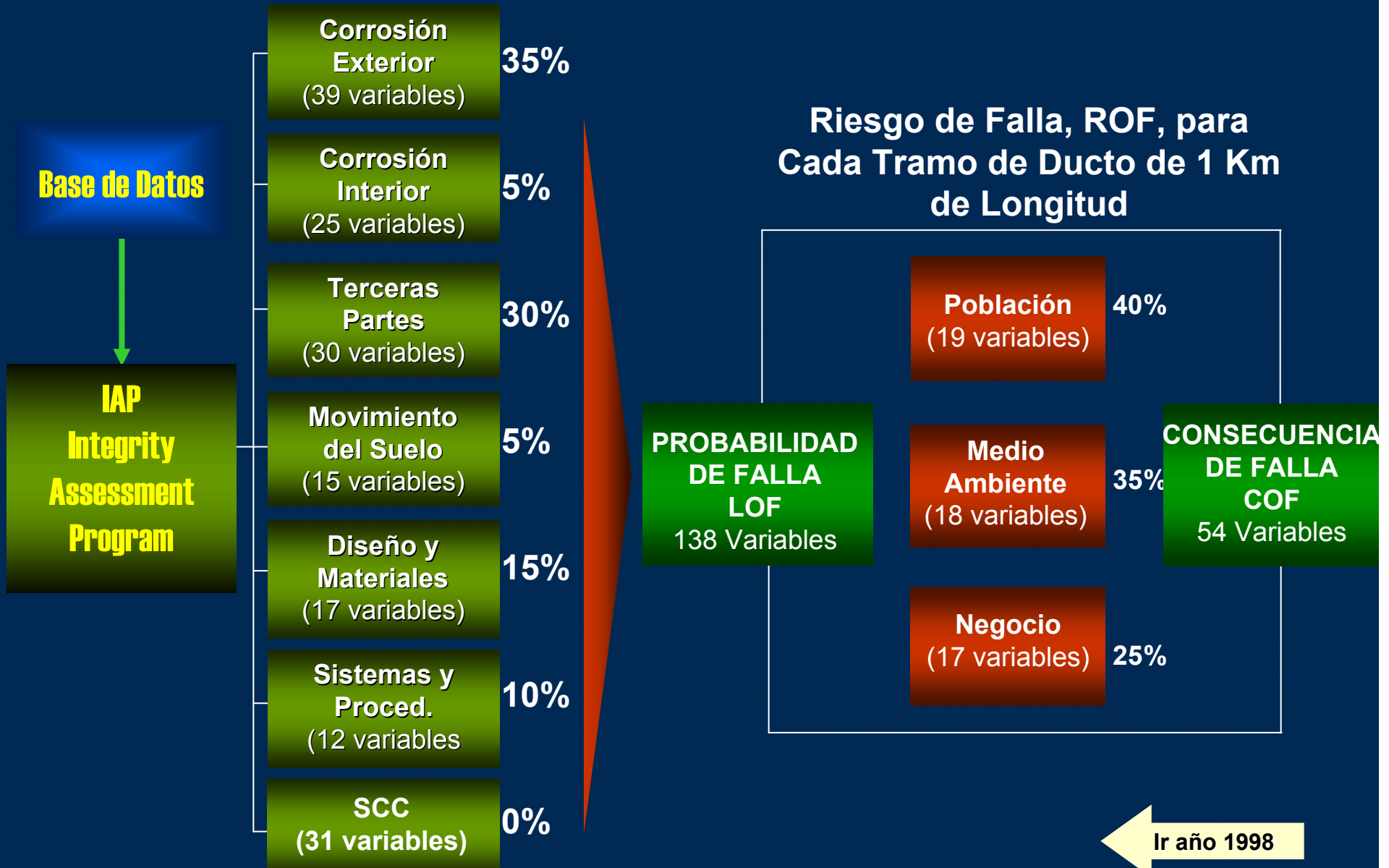
Km		FACTORES DE RIESGO						LOF	IMPACTOS			COF	ROF
Inicio	Fin	EC	IC	TP	GM	DM	SO		IOE	IOB	IOP		
1,251,193	1,251,465	6.84	2.45	0.66	0	1.16	5.55	3.36	5.35	9.91	6.63	7.39	24.87

Acciones para Reducción del Riesgo de Falla

Control de Corrosión Exterior
Estudio de confiabilidad Operativa

Modelo de Riesgo 1er. Algoritmo

MODOS DE FALLA



Factores de Riesgo (200 Variable Activas)

ESTATICAS:

- **Diseño:**
 - Tubería (Fabricación e Instalación)
 - Recubrimiento
 - Soldaduras
 - Trampas y Válvulas de Seccionamiento
 - Sistema de Protección Catódica
 - Antigüedad
 - DDV compartidos

- **Entorno:**
 - Tipo de Suelo
 - Cruzamientos de ríos y vías de comunicación
 - Zonas Ambientales
 - Temperatura

Total: 120 variables

DINAMICAS:

- **Inspección:**
 - Monitoreo de Corrosión
 - Inspección Interior
 - Inspección de Recubrimiento
 - Limpieza Interior
 - Inspección de Encamisados
 - Diablos de limpieza
 - Diablos instrumentados

- **Mantenimiento:**
 - Reparación / Rehabilitación de fallas
 - Control de Corrosión
 - Libramientos zonas urbanas
 - Señalización y Deslaves

Total: 80 variables

Consecuencias

Ir año 1998

Consecuencias de Falla IAP

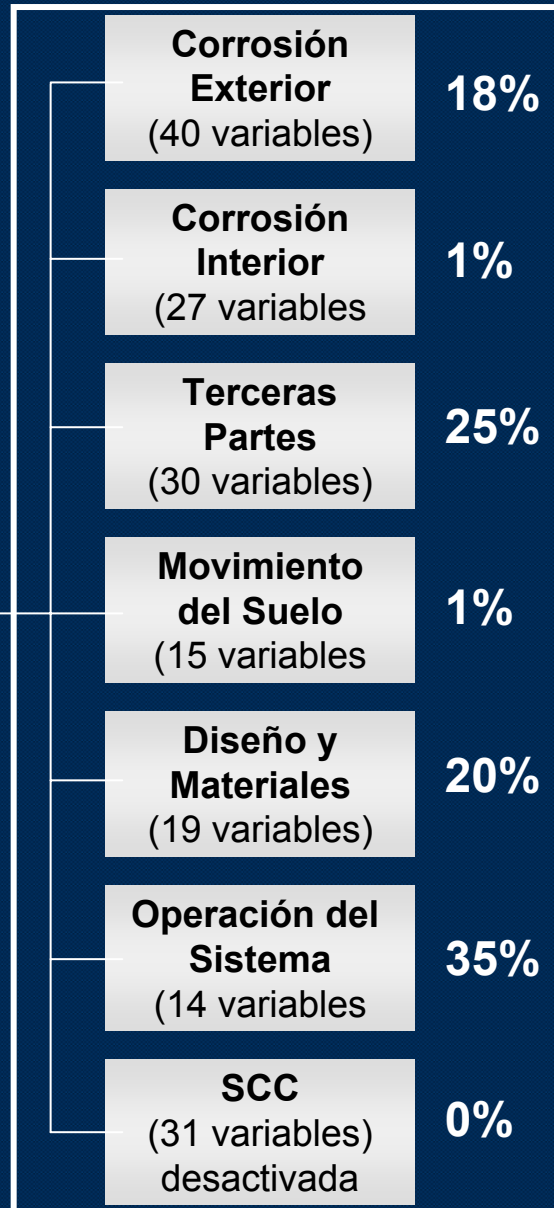
IMPACTO			
	Población	Negocio	Ambiente
Entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Proximidad áreas sensibles de Población. • Densidad de población. • Invasiones DDV. • Clase de localización. • Cruzamientos Infraestructuras. • Magnitud y valor de las consecuencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Importancia del segmento. • Redundancia. • Clientes afectados. • Horas fuera de servicio. • Daño potencial en propiedad. • Magnitud y valor de consecuencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas ambientales sensibles. • Proximidad áreas ambientalmente sensibles. • Cruzamiento cuerpos de agua. • Áreas ecológicas. • Daños potenciales en propiedad • Cruzamientos Infraestructuras. • Tipo de suelo. • Zonas Altamente Vulnerables
Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Diámetro del Ducto. • Magnitud de consecuencias . • Respuesta a emergencias. • Tipo de producto. • Valor de consecuencias. • Control de operación - SCADA 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida Inicial de Producto • Pérdida por control de ruptura • Características de dispersión • Dispersión de Potencial • Tasa de Flujo 	

Modelo de Riesgo 2do. Algoritmo

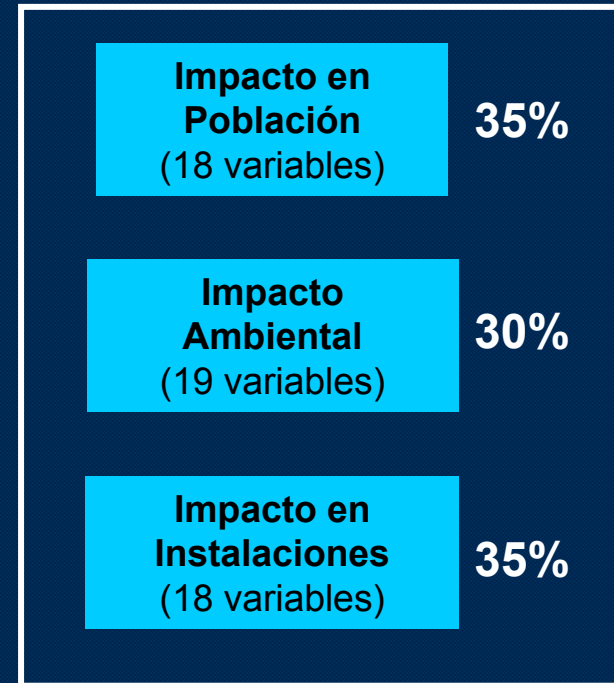
FACTORES DE RIESGO

Base de Datos

IAP
Integrity
Assessment
Program



Consecuencias de Falla



Riesgo de Falla, ROF, para cada tramo de ducto de 1 km de longitud

Personalización del Algoritmo

EC – Resistividad del Terreno

BAJA Resistividad 0 – 500 Ohms/cm

ALTA Resistividad – 10000 Ohms/cm o Mayor

EC – Robo o Falta de Componentes en el SPC

Mas de 3 Incursiones Anuales

Rectificadores Automáticos Disponibles

Control
de
Corrosión

Contenido de Humedad

Alto - >= 112 ppm

Medio – 56 – 111 ppm

Bajo – 1 – 55 ppm

Ninguno – 0 ppm

Contenido de Azufre

Alto - >= 150 ppm

Medio – 75 – 149 ppm

Bajo – 1 – 74 ppm

Ninguno – 0 ppm

Otros Elementos Corrosivos

Alto - >= 6.1 ppm

Medio – 3.05 – 6.0 ppm

Bajo – 1 – 3.04 ppm

Ninguno – 0 ppm

Calidad
del
Producto

Actividad / Prevención de Terceras Partes

Actividad de Construcción - Frecuencia

Alto - >= 3 ó Mas Incursiones Semanales

Medio – Mas de 3 Incursiones Mensuales

Bajo – Menos de 3 Incursiones Mensuales

Ninguno – Zonas Despobladas Sin Desarrollo

Actividad de Agrícola – Clasificación

Alto – Pasa por Campos de Cultivo Frecuente

Medio – Pasa por Campos de Temporal

Bajo – Cubre Tramos Aislados del Ducto

Ninguno – No Afecta al Ducto

Se incluyen más
variables de tipo
Cuantitativo

← Ir año 2004

Modelo de Negocios en Ductos de PGPB

INTEGRITY ASSESSMENT PROGRAM (IAP)

El **Análisis de Riesgo**, es un proceso continuo y sistemático para identificar los riesgos potenciales en un ducto, asociados a su integridad mecánica, operación y seguridad y las **consecuencias** de los efectos adversos provocados por estos riesgos.



MODELO DE NEGOCIO

El modelo integra el riesgo (IAP), con la utilización de la capacidad de los ductos (UpTime), para generar valor (EVA)

$$\text{IAP} + \text{UPtime} = \Delta\text{EVA}$$

ADMINISTRACION DE RIESGO

Programa general que incluye la evaluación de riesgo, medidas de su mitigación, indicadores de desempeño y planeación de recursos e inversiones.