

ESTUDIOS AMBIENTALES PARA EL GASODUCTO ATACAMA

Parizek, Bernardo*

Esteban, Molina*

***Vector Argentina S.A.**

1. Resumen

El Gasoducto Atacama se extiende 942 km uniendo las localidades de Coronel Cornejo en Salta, Argentina y Mejillones en la II Región de Chile. Su función principal es exportar gas de la cuenca noroeste argentina para ser utilizado en la generación de energía para la minería chilena. A una elevación máxima de 5200 msnm, es el gasoducto más alto del mundo. La obra en Argentina estuvo dividida en tres frentes de construcción de acuerdo al ambiente en que se desarrollaría. Los 530 km que la traza recorre en Argentina, corresponden a zonas agrícolas, bosques, quebradas, lechos de ríos, altiplanicies y la Puna. Esta obra constituyó un caso piloto del desarrollo metodológico de la Resolución 186 del ENARGAS, sentando un precedente para todos los proyectos posteriores. Desde 1997 Vector Argentina provee servicios de consultoría a Gas Atacama. En 8 años de relación, Vector ejecutó los siguientes trabajos: A Estudio de Impacto Ambiental del gasoducto y las estaciones de compresión; B Auditorías ambientales durante la construcción; C Plan de Protección Ambiental; D Investigaciones geotécnicas; E Análisis de socavación en cruces de ríos; F Estudios arqueológicos, biológicos y paleontológicos para sitios especiales; G Plan de Restauración Ambiental; H Plan de Revegetación, Control de Erosión y Recuperación de la Cubierta Vegetal; I Estudios de calidad de aire para estaciones compresoras; J Preparación e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14.001; K Filmación aérea de la traza post construcción; L Preparación del video documental de la obra; M Desarrollo de presentaciones a la comunidad y N Auditoría de operación de la traza. Este trabajo resume los principales resultados de los estudios ambientales realizados por Vector.

2. Introducción

El gasoducto Atacama transporta gas natural desde Coronel Cornejo, en la Provincia de Salta, República Argentina, hasta el Puerto de Mejillones, II Región en la República de Chile. El Proyecto del Gasoducto GasAtacama se inició en 1996 con la localización de la traza y el diseño preliminar, además de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Protección Ambiental, a los efectos de cumplimentar la normativa del Ente Nacional Regulador del Gas del Sistema de Transporte Energético (ENARGAS).

El Estudio de Impacto Ambiental y su Plan de Protección Ambiental fueron aprobados en Septiembre de 1997, conformando parte de los requisitos solicitados para lograr la concesión de la obra de construcción. Entre junio de 1998 y mayo de 1999 se llevó a cabo la construcción del Gasoducto Atacama, implementándose en ese mismo período el Plan de Auditorías Ambientales. Las Estaciones de Compresión Cornejo (progresiva 000+200) y Volcán (progresiva 302+000) se comenzaron a construir en enero de 1999 y se finalizaron en junio de ese mismo año. En enero de 1999 se dio inicio al Plan de Restauración y a finales de agosto también se inició el Plan de Revegetación. El gasoducto se puso en servicio en julio de 1999.

Vector Argentina fue contratada en el año 1997 por el Concesionario Gasoducto Cuenca Noroeste Ltda. Sucursal Argentina (Gas Atacama) para efectuar, a lo largo de ocho años de relación los siguientes estudios:

1)- Estudio de Impacto Ambiental del gasoducto y las estaciones de compresión

- 2)- Auditorías ambientales durante la construcción
- 3)- Plan de Protección Ambiental
- 4)- Investigaciones geotécnicas
- 5)- Análisis de socavación en cruces de ríos
- 6)- Estudios arqueológicos, biológicos y paleontológicos para sitios especiales
- 7)- Plan de Restauración Ambiental
- 8)- Plan de Revegetación, Control de Erosión y Recuperación de la Cubierta Vegetal
- 9)-. Estudios de calidad de aire para estaciones compresoras
- 10)- Preparación e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14.001
- 11)- Filmación aérea de la traza post construcción
- 12)- Preparación del video documental de la obra
- 13)- Desarrollo de presentaciones a la comunidad

Durante 2004 y lo que va 2005, Vector ha llevado adelante la Auditoría Ambiental de la Construcción de la Estación de Compresión Rosario y Ampliación de la Estación Volcán, con la presencia permanente de un auditor en terreno.

3. Desarrollo

A continuación se presenta un resumen de los principales estudios efectuados por Vector a lo largo de la construcción y funcionamiento del Gasoducto Atacama:

3.1 Estudio de Impacto Ambiental de los Ramales Tilcara y Lozano

Para la confección de los mismos se siguió la Resolución 186/95 del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) “Guía de prácticas recomendadas para la protección ambiental durante la construcción de conductos de gas y su posterior operación” y la Guía provisoria para la elaboración de EIA correspondiente de la Ley 5.063/98 (Ley General de Medio Ambiente). Este informe incluyó la descripción del Proyecto, los datos del relevamiento ambiental realizado, el análisis de los impactos y la evaluación de las alternativas para la selección de la traza.

Este gasoducto se concibió tras un acuerdo entre el Gobierno de la Provincia de Jujuy y el Concesionario Gasoducto Cuenca Noroeste Ltda. Sucursal Argentina (GasAtacama).

El Ramal Tilcara fue diseñado en el año 1999 con el objetivo de transportar gas natural desde el gasoducto Atacama hasta las localidades de Maimará y Tilcara, en la Provincia de Jujuy. Este Proyecto finalmente no se llevó a cabo.

El Ramal Lozano se construyó en el año 2001 con el fin de transportar gas natural desde el Gasoducto Atacama hasta las localidades de San Pablo de Reyes, Villa Jardín de Reyes, Yala y Lozano, en la Provincia de Jujuy. El Proyecto comprendió la construcción de un gasoducto de 2” que se desprende del gasoducto troncal, con una presión nominal de operación de 95 bar y un largo aproximado de 1.150 m. El gasoducto tiene una válvula derivadora en la unión al gasoducto troncal y una Estación Reguladora de Presión (ERP) en Lozano. En su mayoría, la traza del gasoducto, discurre por el lecho del Río Grande, paralelo al mismo en el primer tramo (900 m) y luego en forma perpendicular hasta alcanzar la margen derecha del río, subir la barranca y terminar en la ERP (250 m). Es preciso aclarar que el EIA abarcó desde la válvula derivadora hasta arribar a la ERP, sin incluirla.

La selección de la traza de los distintos gasoductos se basó en los siguientes criterios:

- Ubicación de las válvulas en una zona de fácil acceso, protegidas de crecidas, deslizamientos y flujos densos
- Evitar zonas inestables
- Evitar zonas pobladas

Se evaluaron los potenciales impactos ambientales y se desarrollaron medidas de mitigación para controlar los impactos que provocarían la construcción y operación del gasoducto.

El diseño de los gasoductos es el principio de control ambiental para asegurar que la selección de la traza, los equipos y las instalaciones cumplan con la normativa rectora NAG 100 respecto a la construcción, seguridad y funcionamiento de los mismos.

De acuerdo a la Resolución 186/95 se presentó un Plan de Protección Ambiental que a su vez contemplaba un Plan de Auditorías Ambientales durante las obras y un Plan de Monitoreo durante la operación. El Plan de Auditorías define una serie de medidas para mitigar los impactos identificados y la restauración del terreno, que incluye la recomposición de la topografía, suelos, cubierta vegetal y cualquier estructura afectada (alambrados, barrancas, accesos al río, defensas, etc.).

3.2 Estudios de Impacto Ambiental de las Estaciones de Compresión Cornejo, Volcán y Rosario

Estos documentos describieron, a través de un relevamiento ambiental, los emplazamientos de las estaciones y evaluaron los impactos ambientales producidos por las estaciones, así como propusieron medidas de mitigación respecto a la construcción y mantenimiento de las mismas.

Las actividades incluyeron:

- La descripción genérica del Proyecto y de las estaciones de compresión para identificar las principales acciones causantes de los impactos ambientales producto de la construcción, operación y mantenimiento de las Estaciones
- La caracterización ambiental del emplazamiento de cada una de estas estaciones, con una descripción y análisis de los principales aspectos del medio físico, social y económico, necesarios para una correcta identificación de los elementos susceptibles de recibir impactos ambientales. Estas tareas abarcaron además, una revisión del marco legal nacional y provincial
- La identificación de los posibles impactos ambientales del proyecto y la valoración cualitativa de sus efectos sobre el ambiente
- La elaboración de medidas de mitigación y prevención de impactos ambientales, así como acciones destinadas a controlar y vigilar el cumplimiento de las medidas de protección propuestas, monitoreo y plan de contingencias ambientales

Audidores ambientales de Vector realizaron el seguimiento de la construcción y puesta en marcha de las Estaciones de Compresión. Los auditores relevaron ambientalmente el área, permaneciendo principalmente en los sectores activos de construcción de las Estaciones. Además, se hizo un

recorrido periódico elaborando un registro detallado del plan de obra y el Plan de Protección Ambiental asociado a cada etapa de construcción de las Estaciones. Los auditores supervisaron el cumplimiento de las medidas de mitigación de los impactos ambientales. Se mantuvo un diálogo continuo entre los auditores, el coordinador, el supervisor y el personal de la empresa constructora para proyectarse sobre los cambios operados en el sector de obra.

A continuación se amplían los impactos de cada etapa y se sugieren las prácticas recomendadas para su mitigación.

3.2.1. Etapa de construcción

Limpieza, nivelación y construcción: consiste en la práctica constructiva para el emplazamiento de la planta de compresión, edificios auxiliares y sus vías de acceso. Es la etapa que puede causar la mayor perturbación en la superficie del suelo: cambios en el drenaje, erosión, alteración de la calidad de agua, desestabilización de laderas, paisaje y vida silvestre en general.

Prácticas recomendadas:

- Ubicar el material removido en el perímetro donde no se impida el normal flujo de la escorrentía
- Minimizar la perturbación de los drenajes naturales, procurando que los drenajes sean centrífugos a la estación.
- Construir canales o lomadas para disminuir la erosión lateral.
- Minimizar la generación de residuos de construcción, tratando de reciclar todo el material de descarte
- Revegetar el perímetro y parquizar el área de la Estación

Tránsito vehicular: los inconvenientes ocasionados durante la construcción serán minimizados por medio de una correcta señalización que incluye carteles de obra en construcción, desvío, cerrado el tránsito, balizas y velocidad máxima de circulación.

Ingreso a obra: el mismo será controlado para evitar que personas ajenas a la Obra se vean afectadas por las actividades de construcción. Esto se complementa con la instalación de un alambrado perimetral.

Residuos y emisiones: Residuos de construcción: Se asegurará que todos los residuos generados por las actividades constructivas sean removidos y dispuestos en un lugar habilitado a tal fin.

Polvo: el polvo puede originarse en fuentes fijas y móviles. Entre las primeras se hallan hormigoneras, zona de carga de camiones y acopios de materiales, mientras que las móviles incluyen las áreas donde se desarrollan tareas de nivelación, excavaciones y caminos de tierra. Estas fuentes contaminan el aire bajo la forma de material particulado sedimentable y en suspensión. Como medidas de mitigación, se procederá al regado de las áreas afectadas cuando las condiciones climáticas así lo requieran y se limitará la velocidad de circulación de los vehículos.

Gases: los gases provienen principalmente de los escapes de las maquinarias y vehículos utilizados durante la construcción de la obra. Entre ellas se encuentran el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, y compuestos orgánicos volátiles. Las medidas de mitigación contemplan, en caso de ser necesario, el adecuado mantenimiento de los vehículos afectados.

3.2.2. Etapa de operación y mantenimiento

Ruidos y vibraciones. Las Estaciones de Compresión producen ruidos y vibraciones como consecuencia del funcionamiento de las turbinas compresoras y equipos auxiliares, enfriadores, y

válvulas reguladoras que afectan, fundamentalmente, a los trabajadores de la Estación, pero también, la comunidad circundante y el medio natural.

Prácticas recomendadas

- Atenuación, absorción y aislamiento del ruido y vibraciones generados por los motores de la Estación a niveles seguros y permitidos
- El personal afectado a la operación de las plantas compresoras deberá usar sistemas de protección auditiva en función de su exposición y permanencia cerca de las fuentes generadoras.
- Las construcciones civiles que alojen las fuentes de emisiones sonoras, deberán ser construidos de manera tal de absorber el ruido para así minimizar su impacto hacia el exterior de los mismos.
- Utilización de barreras acústicas como la forestación

Visibilidad y entorno paisajístico. El impacto visual está determinado por el valor escénico del paisaje, el número de potenciales observadores, y la distancia desde la cual se observa dicho paisaje. Una obra se dice que impacta negativa o positivamente el medio ambiente cuando ésta se convierte en un foco de atracción para un observador casual. El impacto se puede manifestar como una alteración de la forma, colores y texturas del paisaje predominante en la región. La construcción de las Estaciones provocará la fragmentación de la unidad de paisaje y la aparición de trazas desnudas en toda el área del emplazamiento. Todos estos impactos serán de mayor magnitud en la Estación Cornejo, puesto que la Estación Volcán colinda con la Planta de cal Los Tilianes, la que ha desmejorado notoriamente la percepción del lugar debido a la gran cantidad de polvo que genera y las edificaciones que comprende.

Prácticas recomendadas

- Revegetar el área y crear un cinturón forestal alrededor de la Estación que limiten la visión del área afectada y a una distancia que no produzca mayores riesgos de incendio o daño al alambrado.
- Evitar la modificación del medio natural, ajustando la arquitectura de la Estación con el entorno paisajístico
- Determinación de los puntos sensitivos de observación ubicados a una distancia de aproximadamente 25 kilómetros de la línea.
- Realización de un inventario con los elementos dominantes que hayan modificado el paisaje en tiempos anteriores a la realización de la Obra.

Disposición de residuos de las trampas de gas y de los compresores: El gas transportado por el gasoducto esta relativamente libre de contaminantes debido al tratamiento previo al comienzo de la traza. Sin embargo algunos residuos de hidrocarburos podrían ser recogidos en las trampas. Estos residuos se consideran peligrosos por la Ley N° 24.051/92 y su Decreto N° 831/93, y su manipulación, transporte, tratamiento y disposición final requerirán un tratamiento adecuado.

Prácticas recomendadas

- Los residuos serán caracterizados por medio de la confección de un listado con todos los materiales capaces de producir residuos contaminantes. Este listado incluirá el tipo de material, su uso en la Obra y los volúmenes e intervalos de entrega. El almacenamiento concretará de acuerdo a los siguientes lineamientos: minimizar el área de impacto, minimizar el riesgo de exposición humana y alejar su ubicación de cursos de agua.

- Contener en forma aislada y segura (contención secundaria ante derrames) todo residuo que se genere en la Estación de Compresión. Disponer de material de acuerdo a prácticas aceptables y de acuerdo a la legislación vigente. En relación al transporte, se definirán los recorridos a seguir por los camiones, el horario y la frecuencia para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un derrame debido a un accidente de tránsito.
- Ante el eventual vertido de elementos contaminantes tales como combustible, aceites, aditivos, entre otros se procederá a aislar la zona afectada. Las acciones de aislamiento del sector afectado consistirán en detener la propagación horizontal y vertical del fluido derramado. Simultáneamente se controlará el derrame identificando el tipo de elemento contaminante vertido y la ubicación del punto de fuga. El control de derrame consistirá en sellar y/o disminuir el vertido. Se determinará la magnitud de esta contingencia y la consecuente contaminación procediendo a la restauración del suelo afectado. Se deberá contar en Obra con un mínimo de material absorbente para poder dar una acción rápida y limpiar potenciales derrames. La restauración consistirá en la remoción del suelo y su tratamiento in-situ o ex-situ según la magnitud de la contaminación.

Generación y disposición de residuos domésticos y cloacales: los residuos domésticos se dispondrán en forma coordinada con las autoridades municipales locales, en lugares destinados para tal fin y los residuos cloacales se colectarán en tanques cisterna estancos para luego ser transportados y trasladados a sitios habilitados para tal fin.

Incendios y explosiones. El riesgo de incendio y explosiones es mínimo de acuerdo al diseño de la Estación y las medidas de seguridad que se exige. Como medida adicional podrá minimizarse prohibiendo al personal afectado y a todo agente externo a la obra la realización de fuego, arrojar colillas de cigarrillos y cualquier otra actividad que potencialmente pudiera incurrir en peligro de incendio o explosiones en la obra, confinándola sólo a áreas específicas. Deberá instruirse al personal para tomar recaudos y precauciones tales como: mantener el área de trabajo libre de residuos y restos de desmonte, controlar puntos calientes (chispas de soldadura) y almacenar líquidos inflamables lejos de las fuentes que produzcan chispas, entre otros.

Limpieza: se debe mantener el sitio limpio de residuos y restos de vegetación durante la operación.

Prácticas recomendadas

- Comenzar las tareas de limpieza inmediatamente después del desmonte y durante la construcción.
- Restaurar pendientes, taludes y drenajes naturales fuera del terreno.
- Recolectar todo desecho (combustibles, plásticos, grasas, etc.) disponiéndolo en lugar preestablecido y seguro.
- Cerrar y restaurar cualquier camino o senda no requeridos después de la obra
- Remover cualquier embalse creado para la instalación de los edificios y caminos de acceso.

Señalización: la Estación de Compresión deberá ser debidamente identificada y señalizada.

3.3 Auditorías Ambientales de Construcción de las Estaciones de Compresión Volcán y Rosario

Los especialistas de Vector han trabajado conjuntamente con personal del Operador de la Estación y la Constructora Contreras Hermanos para unificar criterios que asegurarían el cumplimiento de las actividades ambientales asociadas al proyecto.

Estas Auditorías se desarrollaron a fin de hacer cumplir los estándares ambientales de Gas Atacama y los compromisos asumidos con la Autoridad de Aplicación en materia ambiental. A su vez, las Auditorías han permitido evaluar tanto el desempeño ambiental de Gas Atacama como el de sus contratistas e identificar mejoras ambientales en las actividades de operación.

El Plan de Auditorías ha contemplado la presencia de auditores ambientales para hacer el seguimiento de la construcción y ampliación de las estaciones. El auditor releva ambientalmente el área, permaneciendo principalmente en el sector activo de construcción y supervisa el cumplimiento de las medidas de mitigación del impacto ambiental enunciadas en los EIA.

A lo largo de estas Auditorías se han propuesto medidas correctoras, señalando las previsiones para reducir, minimizar, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos, así como las posibles alternativas a las previsiones inicialmente incluidas en el proyecto, considerando procedimientos de depuración y dispositivos de protección.

La metodología utilizada se encuentra basada principalmente en el Sistema de Gestión ISO 14001 de Gas Atacama, los EIA de las Estaciones Rosario y Volcán y el Plan de Protección Ambiental (PPA) presentado por Contreras Hermanos.

A fin de sistematizar la auditoría se realizó la división de los siguientes sectores para la Estación de Compresión Volcán:

- Zona de construcción de moto compresores
- Zona de scraper
- Zona obrador Pueblo Volcán (galpón y sector aire libre en margen derecha río Grande)

Y de los siguientes sectores para la Estación de Compresión Rosario:

- Zona de construcción de moto compresores
- Zona de construcción de edificio auxiliar y portería
- Zona de scraper
- Zona de construcción de viviendas
- Zona de obrador
- Zona de paños
- Zona de armado metálico y hormigonera
- Zona de caminos
- Zona de alambrado perimetral

Se documentaron fotográficamente las actividades y sitios de interés. Las actividades del auditor incluyeron:

- Observación directa en cada sector
- Observación de actividades y organización
- Diálogos con el personal
- Análisis del área en función de actividades pasadas
- Llenado del formulario de auditoría
- Recomendaciones de restauración
- Recomendaciones de procedimientos ambientales correctos

Los temas básicos de inspección fueron:

- Problemas ambientales previos a la construcción de la obra
- Accesos al proyecto, huellas principales y secundarias
- Área de construcción
- Tareas de movimiento de suelos y construcciones civiles
- Gestión de residuos asimilables a urbanos y peligrosos, con registro de control
- Manejo de combustibles, con registro de control
- Inducción del personal en materia ambiental

3.4 Plan de Protección Ambiental

El Plan de Protección Ambiental (PPA) preparado por los Doctores Apolo Ortiz, José Salfity y Rubén Monaldi, por encargo de Vector, se adecuó a lo indicado en la Resolución 186/95 del ENARGAS.

Dicho PPA incluye recomendaciones a tener en cuenta durante las actividades de construcción y operación del sistema, y medidas específicas para cada tramo de la obra, basados en los datos y relevamientos previos de las condiciones naturales de cada sector, deteniéndose con mayor detalle en aquellos sitios considerados de alto riesgo tanto ambientales, como de peligrosidad hacia la misma cañería.

Para la preparación de este PPA, se recorrió toda la traza propuesta desde la localidad de Coronel Cornejo (Salta) hasta la frontera con la República de Chile (Paso Jama) en territorio jujeño, atravesando una variada gama de aspectos naturales diversos sobre los cuales se dieron recomendaciones específicas para disminuir el impacto ambiental derivado de las obras durante la construcción del gasoducto.

Sin embargo, este PPA no hubiera sido genuinamente válido sin un Monitoreo Ambiental durante todo el tiempo que demandó la construcción del gasoducto y que siguió paso a paso las recomendaciones indicadas en la normativa del ENARGAS, bajo la forma de una Auditoría Ambiental.

Los lineamientos generales que se tuvieron en cuenta en la selección de la ruta y el tendido la cañería fueron:

- Fuentes y puntos de abastecimiento y entrega
- Posibilidades técnicas
- Acceso para las construcciones y mantenimiento
- Historial sísmico
- Requerimientos de limpieza
- Condiciones de la tierra
- Otras restricciones físicas y el impacto hacia el medio
- Utilización del permiso de paso existente
- Planificación de las construcciones

Sabido es que la falta de notificación a las partes involucradas en una obra de esta envergadura puede causar la violación de condiciones regulatorias, interferir con otros usos de las tierras, incomodar o molestar a la población. A fin de evitar inconvenientes, se recomendó prioritariamente mantener una fluida comunicación con los superficiarios afectados, guardaparques, policía caminera, Sociedad de Estudios Arqueológicos, otros organismos y ONG's y vecindario en general, etc.

A los efectos de evitar impactos adversos contra el suelo, los peces, y los recursos de la vida silvestre, como así también para la agricultura, forestación, recreación y otras utilizaciones de las tierras se planificaron en forma eficiente todas las tareas que demandó la construcción del gasoducto.

Se tuvo la precaución de eliminar los escombros y sobrantes de talas para reducir así el peligro de incendios, mantener la calidad estética y ayudar a la revegetación y recuperación de la tierra. Se proveyeron los lineamientos necesarios para las líneas de flujo en terrenos públicos.

El movimiento de vehículos se limitó a caminos de acceso designados, emplazamientos auxiliares y a los límites de los permisos de paso.

Se minimizaron cambios de nivelación, realizando sólo las labores necesarias para dejar la superficie adecuada para la instalación de los equipos de construcción. Se tomaron medidas para minimizar el bloqueo de los cauces durante la nivelación. Se tuvo especial cuidado en realizar los trabajos de nivelación lejos de cauces de agua para reducir el riesgo de que entre material a los lechos.

Se redujeron los tiempos entre el zanjeado y posterior relleno.

Se minimizó la longitud de las zanjas abiertas, bajando la cañería a la zanja lo antes posible, luego de llevar a cabo las tareas de soldado y de revestimiento para reducir la interferencia con los superficiarios, el ganado y la vida silvestre.

Se tuvo en consideración mantener el material de relleno de las zanjas sin trozos de madera, basura o cualquier otro desecho de construcción.

Se dejaron 0,3 m de la parte superior de la zanja libre de rocas o piedras en terrenos cultivados para prevenir la interferencia con los implementos rurales.

Se impulsaron “chanchos” a través de la cañería mediante aire comprimido para limpiar la tubería y verificar posibles daños. Las cañerías se probaron por un tiempo determinado a una presión en exceso a la presión de operación diseñada. Los medios más típicos para esta prueba incluyen el agua, el metanol, el aire, y el gas inerte. Luego de un testeo satisfactorio, se inyectó metanol para secar la cañería antes de ponerla en servicio.

Se aislaron las bombas de ensayos y los calentadores de agua por medio de una zanja impermeabilizada para evitar el derrame de combustibles o lubricantes en algún cauce o curso de agua.

Se recuperaron en tanques el metanol, el etileno glicol y el agua contaminada, no permitiendo que entraran contaminantes a cauces o cursos de aguas naturales.

Respecto del Plan de Acción ante Contingencias, se contemplaron los siguientes lineamientos relacionados con las medidas de protección:

- Preparación de procedimientos de emergencia antes de comenzar las tareas de construcción.
- Información al personal acerca de las respuestas necesarias ante problemas potenciales.

En el caso de producirse un incendio en forma accidental, los trabajadores debían poner en práctica inmediatamente el Plan de Acción ante Contingencias. El riesgo de incendio accidental se

disminuyó informando al personal acerca de la extinción y eliminación de colillas de cigarrillos y prohibiendo el encendido de fuego en las áreas de trabajo.

El Plan de Acción ante Contingencias proveyó una efectiva observación sobre las posibilidades de incendios y el sistema de detección de los mismos y aseguró que el personal contara con los equipos correspondientes de manera de poder controlar cualquier siniestro que se desatara.

Se restringió el traslado de equipos en la servidumbre de paso durante condiciones climáticas adversas causadas por lluvia y suelos saturados. El traslado de dichos equipos se reanudó sólo cuando el terreno estuvo nuevamente seco o congelado.

Al momento de producirse pequeños derrames de fluidos, se puso en acción el Plan de Acción ante Contingencia para contener y limpiar el derrame.

Cuando se encontraron emplazamientos arqueológicos y/o históricos se detuvieron las obras y se procedió al rescate de los mismos, tal como se detalla más adelante.

3.5 Investigaciones geotécnicas

El reporte final de las investigaciones geotécnicas es de agosto de 1997, y en el mismo se señala que el Gasoducto de Atacama atraviesa una variedad grande de riesgos geológicos y aspectos geotécnicos de interés. La ruta del ducto comienza en tierras bajas tropicales, cubiertas por una densa vegetación. Al ingresar a los cañones de Humahuaca y Purmamarca donde existen zonas inestables, lo cual redundo en procesos erosivos intensos. La ruta finalmente asciende la ladera Este de Los Andes hasta el plateau de altura conocido como Puna. La elevación media del “Altiplano” es de alrededor de 4500 msnm y al cruzar la Cordillera, se sobrepasan los 5000 m.

La mayoría de la zanja excavada corresponde a suelos sueltos de granulometría limo, arena y grava. Aproximadamente, el 20% de la trayectoria en territorio argentino ha sido excavado en rocas consolidadas.

La principal dificultad geotécnica, experimentada en varias partes de la traza, fue la erosión y depositación provocada por crecidas de arroyos y flujos de lodos. Los eventos torrenciales suelen acaecer en la temporada estival lluviosa. Particularmente, el Río Bermejo es muy problemático, ya que transporta una gran cantidad de agua y sedimentos durante todo el año. Otros ríos, como el Río Grande, son cruzados en varias oportunidades a lo largo del trayecto. Cursos pequeños, aparentemente inofensivos durante la estación seca, se transforman en sitios de alto riesgo en eventos de inundaciones cortos pero intensos.

La estación lluviosa va de noviembre a marzo y la seca de abril a octubre. Las precipitaciones son más fuertes en las tierras bajas. En la Puna, las lluvias son escasas. Sin embargo, en el verano ocurren tormentas cortas y violentas, provocando intensas inundaciones en los quebradas. El riesgo para la cañería es muy alto en los cruces de estos drenajes.

En la gran llanura de la Puna, particularmente las Salinas Grandes y el Salar de Olaroz, están parcialmente cubiertos por dunas de arena sin cohesión. En estos sectores la excavación se realizó casi en conjunto con la instalación del gasoducto, teniendo en cuenta que la remoción o movimiento de arena provoca grandes voladeros por los fuertes vientos del Oeste.

En algunos lugares de roca aflorante fue necesario el uso de explosivos para la instalación del gasoducto.

Investigaciones adicionales

Las investigaciones geotécnicas y geofísicas permitieron un conocimiento global de los materiales y los procesos dinámicos que afectarían al gasoducto. En este aspecto se realizaron los siguientes estudios adicionales que incluyeron:

- Gran parte de los cruces de ríos requirieron excavaciones más profundas. Estudios de socavación fueron indicados para los siguientes ríos: Río Seco, Río de las Piedras, Arroyo Sauzalito, Arroyo Los Berros, Río San Lorenzo, Río Ledesma, Río Negro, Arroyo Saladillo, Arroyo Puerta de Sala y Río Zapla.
- Investigación de suelos expansivos y fluctuaciones del nivel freático que pudieran afectar el gasoducto.
- Muestreos adicionales para definir los perfiles arenosos que puedan requerir puntos de desagüe antes de la excavación
- Estudios geofísicos adicionales en la Quebrada Sepulturas y los ríos que atraviesan la Puna, particularmente el Río de las Burras, Salinas Grandes, y el Salar de Olaroz (Río Rosario).

3.6 Análisis de socavación en cruces de ríos.

Estudio de la Socavación en la Traza del Gasoducto Atacama en el Tramo Comprendido entre Coronel Cornejo (Progresiva 0+000) y el Río Negro (Progresiva 194+000) Provincias de Salta y Jujuy. República Argentina.

Este informe tuvo por objetivos puntualizar la problemática hídrica en la traza del gasoducto en el tramo de referencia y sobre la base de la experiencia y el análisis de la información aportada y emitir opinión respecto al diseño general de la traza.

Para la elaboración de este Informe se contó con las planchas fotográficas a escala 1:5.000 con la traza materializada con una longitud de recubrimiento perpendicular a la línea de 1000 m; con el levantamiento topográfico de algunos cruces de ríos; se realizó además una visita de campo durante la que se recorrieron los cruces del gasoducto de los ríos Los Berros, Zora y San Lorenzo.

De esta manera se elaboró una planilla en la que se volcaron los puntos que se consideraba que debían ser detalladamente estudiados y algunas consideraciones generales.

Del resultado de este análisis se puede colegir:

1. La traza está ubicada en una zona que si bien no escapa a la problemática hídrica general es la más adecuada.
2. El trazado en este sector se ubica paralelo y próximo a una obra de similares características que tiene más de 20 años de funcionamiento lo que indica factibilidad técnica y seguridad operativa.
3. Si se desplazaba el trazado hacia el oeste se atravesaba una zona con mayores pendientes lo que implicaba ríos con mayor capacidad de socavación en los cruces. Si por el contrario si se corría la traza hacia el este se ubicaba en una zona con menor pendiente regional y periódicamente anegadiza por los desbordes que ahí se producen.

Por lo expuesto se recomendó:

1. Considerar las recomendaciones puntuales vertidas en la planilla que se adjuntó con el informe.

2. Mantener la traza planificada al momento de realizar el informe por considerarla la más adecuada y ver la posibilidad de pequeños cambios que pudieran surgir.

3.7 Estudios arqueológicos, paleontológicos y biológicos para sitios especiales.

3.7.1 Arqueología en el Gasoducto Atacama

Una estrategia orientada a una mejor preservación del patrimonio arqueológico en las llamadas obras de trazado lineal (gasoductos, oleoductos, poliductos, carreteras, etc.), tiene que contemplar necesariamente tres etapas. Una primera etapa de carácter preventivo que deberá estar dirigida esencialmente a evitar el impacto sobre los yacimientos arqueológicos a través de la sugerencia de posibles modificaciones en el trazado proyectado de la obra; una segunda etapa orientada al resguardo de aquellos sitios que por no presentar vestigios en superficie no hubieran sido detectados en la primera y una tercera etapa debe tratar sobre trabajos a realizar con posterioridad a la conclusión de los trabajos de la obra.

Las intervenciones preventivas llevadas a cabo en instancias previas a los trabajos de construcción del Gasoducto Atacama, durante el año 1999, se estructuraron en dos fases sucesivas, la primera consistió en una **prospección arqueológica** de gran parte de la línea por donde discurriría el ducto y la segunda fase estuvo relacionada a **trabajos en sitios específicos**.

El objetivo de la primera fase fue reconocer y registrar sistemáticamente todo vestigio arqueológico de superficie, que se pudiera encontrar sobre la traza o en el área de influencia de la misma, con el propósito de alertar sobre la presencia de los mismos y efectuar sugerencias acerca de las posibles medidas a adoptar para evitar o minimizar el impacto sobre los restos localizados. Estas medidas consistieron en correcciones al trazado del gasoducto, recuperación rápida de hallazgos o excavaciones sistemáticas.

En la segunda fase los trabajos se centraron en sitios, o parte de ellos, ya individualizados en la fase anterior, cuyos indicios fueron poco claros o que presentaron características de hallazgos de superficie, lo que proporcionaba la posibilidad de trabajar en recolecciones sistemáticas de superficie, planimetría arqueológica, o sondeos exploratorios, cuyos resultados condicionaban o no la ejecución de las tareas de construcción.

Una prospección de una franja de terreno de las características que se presentan en esta obra de trazado lineal, requiere que el reconocimiento del mismo sea lo más exhaustivo posible. Bajo esta tesitura, el recorrido de la transecta se hizo en forma pedestre, siguiendo trayectorias en línea quebrada (zig zag), a fin de cubrir toda la superficie posible. El recorrido comprendió una banda de terreno cuyo ancho variable osciló entre los 40 y los 400 metros, dependiendo esto del grado de dificultad al avance que presentara el terreno. Los mayores inconvenientes para alcanzar el ancho de banda mínimo se presentaron en terrenos cubiertos por vegetación abundante y en algunos sectores de alta montaña.

Durante el recorrido se registró todo vestigio arqueológico que se encontrara en superficie dentro de la banda de terreno que se podía alcanzar. Los hallazgos fueron registrados tomando su ubicación con relación a la progresiva de la traza, es decir la distancia desde el punto de origen del gasoducto al lugar donde se encontrara el hallazgo, y en sus características más notorias, o sea una descripción somera del mismo cuando se consideró pertinente. Cabe acotar que durante la prospección previa no se efectuó recolección de ningún tipo de material.

Muchos fueron los restos arqueológicos localizados durante la prospección previa aunque gran parte de ellos fueron hallazgos aislados, otros fueron hallazgos de extensos e importantes yacimientos arqueológicos como Carahunco (progresiva 231), y Zapla (progresiva 240), en las zonas bajas; Quebrada de Sepulturas (progresiva 341), el Morado (progresiva 355), La Rufina (progresiva 440), en quebrada y Puna. En otros casos los hallazgos tienen escasa profundidad temporal, pero conforman contextos de gran interés para la realización de investigaciones de arqueología histórica, o actualísticas se trata de corrales, viviendas abandonadas y destruidas por el paso del tiempo, acueductos en desuso y otros vestigios.

La segunda etapa de trabajos arqueológicos realizados en el Gasoducto Atacama consistió también de dos fases, aunque en este caso fueron simultáneas. La primera consistió en el seguimiento directo, a través de auxiliares de arqueología, de las obras de construcción. La segunda fase estuvo enfocada a trabajos arqueológicos en aquellos yacimientos sacados a la luz por el laboreo de las maquinarias.

El seguimiento de las obras tuvo como objetivo detectar en forma inmediata cualquier vestigio arqueológico que pudiera aparecer y alertar sobre su presencia. Esto dio lugar, en muchos casos, a la detención del trabajo de las máquinas lo que permitió la realización de las evaluaciones necesarias para poder adoptar las medidas pertinentes. Las obras que estuvieron bajo control de auxiliares de arqueología fueron los trabajos de apertura de pista, la excavación de zanja y la construcción de caminos auxiliares.

En la segunda fase, orientada a los casos de aparición de vestigios arqueológicos por el laboreo de las máquinas, las medidas adoptadas consistieron en rescates expeditivos, excavaciones de rescate, o excavaciones sistemáticas dependiendo esto de las características de los hallazgos.

En esta segunda etapa del plan de intervención, los restos arqueológicos localizados fueron también numerosos y muy importantes ya que solo el trabajo de las máquinas permitió el descubrimiento de sitios como Moralito (progresiva 205), Los Blancos (progresiva 252) y Los Molinos, (progresiva 274) en las zonas bajas, Río de las Burras (progresiva 416) y Paso de Jama (progresiva 530) en la región de Puna.

La tercera etapa que un plan de preservación del patrimonio arqueológico corresponde a los trabajos posteriores a la finalización de la obra. La realización de obras de trazado lineal implica que, en mayor o menor medida, los suelos queden expuestos a la erosión. En sectores donde la traza afectó sitios arqueológicos, esta exposición de los terrenos a la acción erosiva de los elementos es particularmente perjudicial para la conservación de los sitios, el viento y la lluvia especialmente, producirán seguramente un reacomodamiento de la superficie afectada y con ello la modificación y/o destrucción de los contextos arqueológicos que se hallan en estos sectores. La revegetación ocasiona un movimiento sub-superficial de los sedimentos que no solo produce movimientos del material arqueológico sino que afecta incluso la integridad de parte de los restos.

3.7.2 Informe sobre la fauna fósil hallada en el tramo A3 del trazado del gasoducto GasAtacama en las proximidades de Los Colorados, Dpto. Tumbaya, Jujuy.

El sector relevado, situado en el borde occidental de la Cordillera Oriental (al noroeste de Purmamarca, Dpto. Tumbaya, provincia de Jujuy), ha brindado restos fósiles de invertebrados marinos así como algunas de sus trazas (manifestaciones de su actividad, como huellas o restos de habitáculos). Los sedimentos portadores corresponden al Ordovícico inferior, Arenigiano inferior-medio, y han sido referidos a la Formación Acoite, incluida en el Grupo Santa Victoria. Los restos

proviene de las proximidades de la quebrada de Chamarra, algunos kilómetros al noreste de la localidad de Los Colorados.

El material fósil encontrado incluye trilobites, braquiópodos, graptolitos y trazas fósiles o icnitas. La región relevada ya ha sido objeto de estudio por parte de Benedetto y Malanca (1975) y Waisfeld (1996 y 1997) quienes estudiaron los trilobites y Toro (1993, 1994), la graptofauna. En este sector la Formación Acoite presenta afloramientos del tramo medio-superior y se compone de pelitas negras con laminación paralela y pelitas verdes y verde grisáceas bioturbadas que se intercalan con areniscas de grano fino y se hacen más gruesas y frecuentes en la parte superior.

En el sector relevado afloran dos niveles sedimentarios correspondientes al Ordovícico inferior-medio, las Formaciones Acoite y Sepulturas. La asociación faunística, caracterizada por invertebrados marinos y trazas fósiles, ha permitido referir los sedimentos portadores a la Formación Acoite. El rescate se realizó una vez que las máquinas dejaron al descubierto parte de los afloramientos. Contrariamente a lo que se suponía en un principio, y tal como se menciona anteriormente, la zona de Los Colorados y quebrada de Chamarra habían sido prospectados con anterioridad por otros investigadores, quienes trabajaron y describieron nuevas formas de trilobites y graptolitos. Por lo tanto, el material hallado no representa gran cantidad de fósiles inéditos para la región y/o para la formación geológica. No obstante, el trilobite *Hoekaspis megacantha* fue citado en este informe por primera vez para Jujuy y para la Formación Acoite. El resto del material colectado fue mencionado anteriormente por los autores arriba citados.

La construcción del gasoducto ha permitido la creación de vías de acceso a niveles geológicos que no han sido prospectados en la región, como por ejemplo los depósitos de areniscas cretácicas del Subgrupo Pirgua, en las cercanías de Los Colorados.

La traza del gasoducto atraviesa en su recorrido afloramientos del Cretácico, Terciario y Cuaternario que han proporcionado importantes fósiles de vertebrados en otros puntos del Noroeste argentino. Por este motivo, se considera relevante la prospección en los siguientes sectores de la traza:

- Depósitos del Cretácico Superior próximos a Casa Colorada (al Este de la Salinas Grandes). En este punto se considera importante la prospección ya que en afloramientos del mismo subgrupo, en el sur de Salta, se han hallado los únicos restos de dinosaurios del Noroeste.
- Depósitos del Terciario inferior del Subgrupo Santa Bárbara en la vertiente occidental de la Sierra de Zapla.
- Depósitos fosilíferos cuaternarios que afloran en el sector A2a.

3.7.3 Relevamiento biológico para determinar hábitats de *Chinchilla brevicaudata*, *Hippocamelus antisensis* y *Vicugna vicugna* en el frente A3 del Gasoducto Atacama

El gasoducto Atacama atraviesa una serie de áreas naturales entre las que se encuentran: los bosques y arbustales del Chaco, la selva de Yungas, la Prepuna y las estepas de Puna y Altoandina. El tramo del gasoducto denominado A3 atraviesa las altiplanicies andinas y puneñas, pobladas por una vegetación subdesértica y una fauna peculiar, formando algunos de los territorios biogeográficos más notables de Argentina.

La Puna y la Estepa Altoandina presentan muchas especies endémicas y varias de ellas encuentran comprometida su conservación, debido a la sobreexplotación que han sufrido por su carne o su piel, la destrucción de su hábitat o la marginación de su distribución, principalmente por la ganadería.

Tal es el caso de la chinchilla grande o del Altiplano (*Chinchilla brevicaudata*), a la que en algunas áreas de su distribución se la considera ya extinta, la taruca (*Hippocamelus antisensis*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*).

El relevamiento biológico tuvo como principal objetivo determinar las áreas sensibles de distribución de estas tres especies a lo largo de la traza del gasoducto Atacama, en el frente A3, considerando su construcción, las metodologías especiales de zanjeo (uso de explosivos) y su posterior mantenimiento.

La metodología utilizada consistió en relevar, tanto en vehículo como a pie, las áreas específicas predeterminadas como potenciales hábitats y zonas de distribución de las especies mencionadas. El relevamiento biológico tuvo lugar del 26/7/98 al 4/8/98.

La detección de la especie a campo se realizó por métodos directos (franja de 70m de ancho), que incluyen la observación de los animales, e indirectos que dependen de algunas evidencias de la presencia del animal dentro del sitio o áreas específicas, como es la presencia de fecas y huellas y la presencia de la vizcacha (*Lagidium viscacia*) cuyo hábitat se encuentra asociado al de la chinchilla.

Se realizó además una encuesta sobre la presencia de estos animales a pobladores locales y científicos del Instituto de Biología de la Altura (Jujuy). Se contemplaron lugares de refugio, lugares de huida, zonas de forrajeo, vegetación y fauna asociadas.

Se realizó una categorización y priorización de las medidas a tomar durante la construcción del gasoducto. Los grados de sensibilidad se determinaron de acuerdo a la cercanía de aparición de los animales o de hábitats con un alto valor de adecuabilidad, con respecto a la traza del gasoducto.

La *Chinchilla brevicaudata* constituye una especie en serio peligro de extinción. Se recomendó que en las zonas que registraran grado de sensibilidad I (áreas donde se detectó la presencia de chinchillas sobre la traza y caminos de asistencia.), se debía optar por desviar la traza, operando junto al Auditor y al Topógrafo a fin de evitar que la nueva traza pase por otras colonias y respetando, a su vez, el mejor diseño de construcción.

En la zona del camino de asistencia a la Progresiva 360+000 se recomendaron un conjunto de medidas:

- Atenuar al máximo el tráfico de vehículos por el sector
- Circunscribir el tráfico de vehículos y personal estrictamente a la traza del camino
- Prohibir el uso de nuevos explosivos en el sector
- Informar con antelación las trazas de los caminos de asistencia al gasoducto
- Ajustar estas medidas preventivas a las áreas declaradas como sensibles (ver Tabla 1)
- Prohibir la caza de fauna silvestre
- Relevar el sector una vez disminuida la actividad (aproximadamente 15-20 días) para confirmar la presencia de chinchilla

La taruca (*Hippocamelus antisensis*) es una especie en peligro. Su alta movilidad impide determinar áreas específicas de conservación. Se recomendó acelerar los trabajos de colocación del gasoducto.

La vicuña (*Vicugna vicugna*) si bien es una especie con riesgo bajo, el frente A3 abarca gran parte de su distribución y es posible avistarla en todos los salares que atraviesa el gasoducto y parte de las serranías. Se recomendó conducir los vehículos a velocidades moderadas, sobre todo en los salares donde grupos de vicuñas suelen atravesar los caminos y huellas.

3.7.4 Relevamiento Ornitológico de Laguna de Jama, con especial énfasis en Flamencos (Aves: *Phoenicopteridae*).

Las lagunas altoandinas, de aguas someras y salobres con escasa vegetación son el hábitat preferido por numerosas especies de aves, ya sea en forma permanente o bien durante la época de migración y nidificación. Estas lagunas se constituyen así, en lugares muy importantes en la Puna, tanto para la diversa fauna local, como para el ganado porque en sus bordes crecen buenas pasturas.

En la región andina hay muchos grupos de aves de gran importancia, que justifican los esfuerzos de conservación, incluyendo tareas de monitoreo intensivo. Entre estos destacan por su representatividad numérica, por su grado de vulnerabilidad y por ser especies carismáticas (por su belleza y valor simbólico para la opinión pública) el de los flamencos.

El relevamiento tuvo como principal objetivo censar la presencia de las diferentes especies de flamenco en una pequeña laguna del extremo norte del salar de Jama, en proximidades a la traza de Gas-Atacama, estableciendo la abundancia de cada especie y la actividad que estas desarrollan (alimentación, nidificación, etc.).

Se estableció además la distancia exacta de la pista de asistencia de GasAtacama a la laguna, y los tipos de trabajo a realizar para la construcción de dicha pista (uso de explosivos, maquinaria) y el posible impacto que estas tendrían sobre las aves. Se realizó una encuesta además a pobladores locales sobre la posibilidad de nidificación de los flamencos en la próxima temporada de cría.

La metodología del trabajo consistió en realizar un censo de las especies presentes en la laguna mediante un recorrido total de la misma, el 28 de Octubre de 1998. Las observaciones se realizaron con un telescopio Bushnell Spacemaster II, 70 m m., 78-1900, y binocular Pentax 12 x 50 PCF. Se clasificaron las diferentes especies de aves observadas, su abundancia y actividad de las mismas.

Se pudo constatar que la laguna se encuentra a una distancia de aproximadamente 350 m al sur de la traza de Gas Atacama, en el punto más cercano en la progresiva 528+100. El gasoducto, discurre desde el noreste a lo largo de la denominada pampa de Jama, pasando por el frente del destacamento de Gendarmería Nacional y tomando contacto con la planicie sobreelevada de rocas volcánicas del oeste, sin pasar por la laguna ni el salar.

Se registró un total de 25 especies de aves en la laguna y en sus márgenes. Algunas de ellas son especies escasas, que cuentan con pocos registros bibliográficos (*Anas puna*, *Fulica cornuta*, *Charadrius alticola*, *Attagis gayi*) y de los cuales es requerida mayor información.

Las tres especies de flamenco fueron registradas en la laguna, sumando un total de 85 ejemplares, discriminados por especie en la siguiente cantidad:

<i>Phoenicopus chilensis</i> :	41 ejemplares
<i>Phoenicoparrus andinus</i> :	35 ejemplares
<i>Phoenicoparrus jamesi</i> :	9 ejemplares

Los flamencos utilizan la laguna como área de alimentación, y no se encontró indicios de que nidifiquen en la misma. Esto fue confirmado por los datos aportados por pobladores locales y gendarmes consultados, los que manifestaron que los flamencos no nidifican en el área, desplazándose en la época de cría a lagunas de Chile (lagunas cercanas a Cuesta de la Pacana, 40-50 km al oeste y Laguna Puca).

La única especie que se registró nidificando fue la Gaviota Andina (*Larus serranus*), encontrándose una pareja con nido.

Se realizaron una serie de observaciones:

- Circunscribir el tráfico de vehículos y personal estrictamente a la traza del gasoducto, evitando la aproximación a la laguna.
- Reiterar al personal la estricta prohibición de caza vigente durante la construcción del gasoducto.
- En caso de que se realizarann sobrevuelos de la traza evitar la circulación sobre el espacio aéreo de la laguna y tratar de mantener una mayor altura de vuelo, para no espantar a las aves (Esta recomendación es válida para todas las lagunas y salares).
- Evitar el uso de explosivos en el área.

3.8 Plan de Restauración Ambiental del Gasoducto Atacama

El Plan de Restauración del Gasoducto Atacama tuvo como objetivo detallar el Plan de Restauración para la traza, con las medidas preventivas y prácticas recomendadas de restauración durante la etapa final de construcción, operación y mantenimiento del Gasoducto Atacama.

El Plan de Restauración fue desarrollado en base del Plan de Protección Ambiental (PPA) y el Manual de Auditoría Ambiental (MAA), aprobados por ENARGAS. Estos dos documentos fueron actualizados a campo mediante un inventario de toda la traza del gasoducto para determinar el grado de afectación real sobre:

1. Flora y fauna
2. Uso de la tierra
3. Recursos hídricos
4. Estabilidad del terreno
 - Erosión hídrica: superficial, de pendiente, de laderas, “volcanes”, bordes de río, cauces, drenajes temporarios y permanentes
 - Erosión eólica: por movimiento y desestabilización de médanos, por tránsito de maquinaria y vehículos
5. Sitios especiales: cruces especiales, vegas, refugios de animales, bosques
6. Sitios arqueológicos, paleontológicos, culturales y turísticos
7. Paisaje

Dentro de las medidas preventivas, correctoras y de restauración es importante destacar que el Plan de Restauración sugería un monitoreo posterior a la finalización de la construcción del gasoducto que implicaba:

- Monitoreo, fiscalización y evaluación de las medidas implementadas
- Mantenimiento de aquellas medidas que protejan la estabilidad del sistema y la operatividad del gasoducto

Se clasificaron las medidas de acuerdo a las acciones a realizar, entre las cuales figuran acciones preventivas, de restauración, correctivas y de compensación de los Impactos Ambientales causados por la obra con el fin de:

1. Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que el Proyecto produjo sobre el medio.

2. Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos derivados de la obra.

3.9 Plan de Revegetación, Control de Erosión y Recuperación de la Cubierta Vegetal del Gasoducto Atacama

El Plan de reforestación y recuperación de la cubierta vegetal consistió en la implantación de especies arbóreas nativas y en la siembra de gramíneas en aquellos sectores donde el ancho de pista excedió los límites de desmonte durante la construcción del gasoducto y en sectores de gran impacto visual y con problemas de estabilidad de suelo.

Es importante destacar que la mayoría de la traza atraviesa terrenos privados y que la revegetación fue acordada con el propietario. Gran parte de los terrenos cultivados, según los términos negociados por la servidumbre de paso, han sido reincorporados a la producción.

La revegetación se realizó mediante la aplicación de técnicas ambientalmente justificadas para lograr la protección del gasoducto que conlleva a la protección y restauración del medio ambiente. Estas técnicas implican la aplicación de medidas y prácticas para la fijación del suelo y la consecuente recuperación de la vegetación.

El Plan de Revegetación se ha desarrollado dentro del marco de la Ley General de Medio Ambiente N° 5063 de la Provincia de Jujuy; en particular al Título II, Capítulo II, Sección III y Sección V y de la Ley General de Medio Ambiente N° 6986 de la provincia de Salta.

El Plan se implementó en etapas para maximizar el éxito del programa. La primera etapa se desarrolló durante los meses secos (julio a octubre) y consistió en:

- Preparar la pista para las actividades de revegetación
- Sembrar con semillas de gramíneas para lograr un rápido desarrollo de cobertura vegetal

La segunda etapa involucró la implantación de plantines forestales de especies autóctonas adecuadas a cada una de las situaciones. Esta etapa se realizó entre octubre y noviembre del año 1999.

La tercera etapa consistió en la reparación puntual de las obras realizadas incluyendo el reemplazo de los especímenes no viables. Esta etapa se implementó después de la siguiente temporada de lluvias en marzo o abril del 2000.

Es importante destacar que este estudio contempló un monitoreo posterior que implicó:

- Seguimiento y evaluación de las medidas implementadas
- Mantenimiento de aquellas medidas que protegen la estabilidad del sistema y la operatividad del gasoducto

El siguiente cuadro detalla los distintos tratamientos utilizados. Estos se aplicaron en forma complementaria o superpuesta y estuvieron ordenados según la acción dominante, en función del objetivo perseguido y de acuerdo a una cronología de obra.

Textura dominante	Tratamientos implementados	
	Pendiente menor a 25%	Pendiente mayor a 25%
Areno-limosa-conglomerádica	Laboreo del suelo ¹ ; Siembra de pasturas; Implantación	Obras para control de procesos erosivos ¹ ; Siembra de pasturas; Implantación
Arcillo-arenosa con gran contenido de materia orgánica	Obras para el manejo de drenajes ¹ ; Obras para control de procesos erosivos; Siembra de pasturas; Implantación	
Arenosa fina (médano)	Obras para control de procesos erosivos ¹ ;	

¹ Tratamiento de mayor importancia según el objetivo perseguido

La aplicación de un Plan de Monitoreo permitió el seguimiento y evaluación de las medidas implementadas para mantener un control de los procesos de revegetación practicados y medir su éxito.

3.10 Monitoreo de Calidad del Aire para puestos de trabajo e instalaciones de la Estación de Compresión Volcán

Vector Argentina S.A. fue contratada en el Mes de noviembre de 2004 por GasAtacama, para efectuar el Monitoreo de la Calidad de Aire de la Estación Compresora Volcán. Este estudio se realizó con el objetivo de determinar el material particulado proveniente de la calera “Los Tilianes”, determinar la eficiencia de los 3 filtros instalados en la misma (1 filtro para cal viva, 1 filtro para cal hidratada y filtro reacondicionado para recuperar polvo del galpón) y comparar los resultados con los resultados del monitoreo realizado en el año 1999 por el Ing. Reale y con la normativa aplicable.

A tal efecto se realizaron dos tipos de muestreo:

1. Muestreo de Material Particulado Fracción Respirable, relacionado con puesto de trabajo.
2. Muestreo de material sedimentable relacionado con las instalaciones.

Los parámetros controlados fueron los siguientes:

- Muestreo de Material Particulado: material particulado suspendido PM10 (fracción aerodinámica menor a 10 micrones) por ser actualmente regulada por la normas de calidad de aire.
- Muestreo de Material Sedimentable: fracción sedimentable de polvo (principalmente proveniente de la Planta Los Tilianes)

Comparando el muestreo realizado en el año 2004 con el muestreo realizado en el año 1999 se pudo establecer que los niveles de material particulado se encontraban dentro del marco legal y los niveles guía salvo un punto.

La proximidad de la calera “Los Tilianes” a la Estación de Compresión Volcán, sumado a los vientos del sur, la topografía local encañonada, las obras de ampliación de la Estación y los pasivos mineros de la calera (pilas, caminos); determinan un ambiente propicio para la generación de polvo.

Sin embargo la instalación de tres filtros en la Planta Los Tilianes ha significado una disminución en las emisiones de particulado, lo que se pudo constatar en los resultados de este muestreo con el realizado en 1999.

Los resultados de los muestreos indican que en los puntos más cercanos a la fuente emisora la concentración medida de material particulado fue mayor a aquellos que se ubicaron a una distancia mayor y sin mediar interferencia de estructura alguna.

Los valores obtenidos durante la medición indicaron que no hay riesgo a la salud de los trabajadores expuestos, según demuestran los resultados encontrados en los puntos muestreados donde se concentra personal de la Estación (edificio de oficinas). Se llegó a esta conclusión debido a que no se detectó valor de material particulado - fracción respirable.

El material sedimentable se encontró en todos los puntos de muestreo por debajo de los niveles de referencia.

El polvo arrastrado por el viento y recolectado en las instalaciones fue analizado químicamente y los resultados indicaron que el material era sílice en su mayor proporción.

Por último es de destacar que la colocación de los filtros en la Planta Los Tilianes seguramente disminuyó la emisión de partículas en el aire. Sin embargo los muestreos puntuales de material particulado fracción respirable son más seguros si se toman períodos más largos o se realizan varios muestreos en el año. En este aspecto la comparación de los muestreos no se debe tomar como una medida absoluta.

Si se hubiera realizado un muestreo de material sedimentable en el año 1999 (que abarca un mayor número de días de muestreo y por ende es acumulativo) la comparación hubiera sido más confiable y se hubiera podido establecer la eficiencia de los filtros.

3.11 Preparación e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental ISO 14001

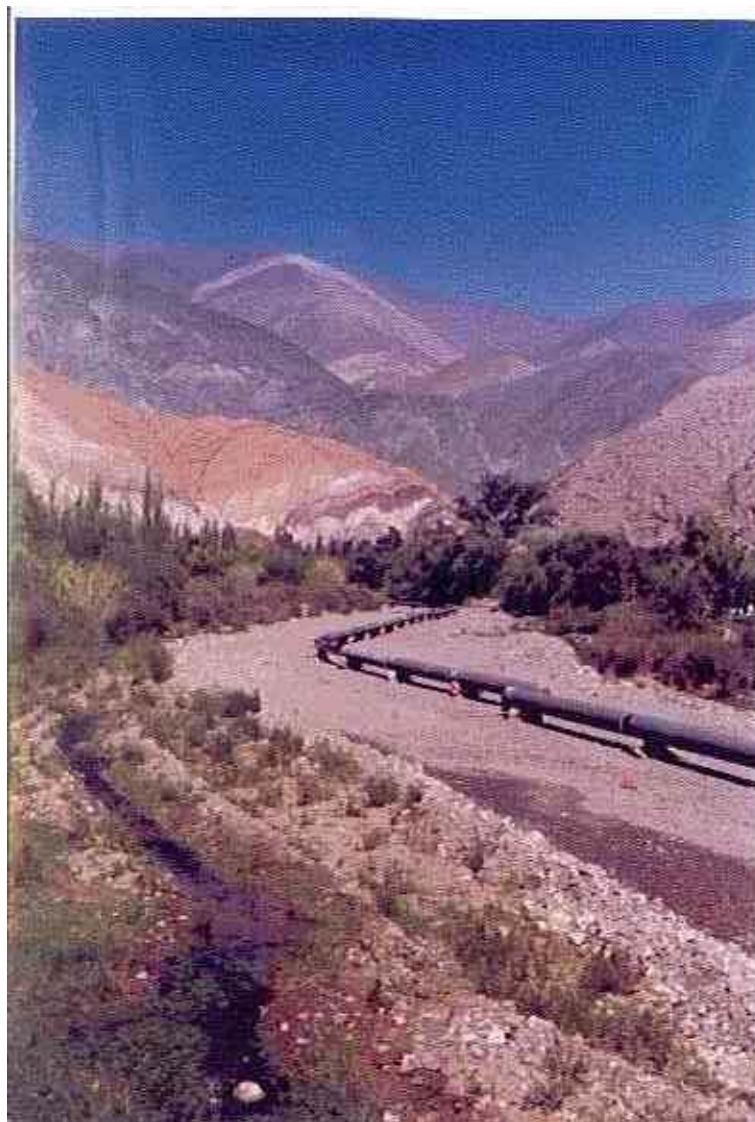
Vector Argentina desarrolló durante los meses Julio a Diciembre de 2002 la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental basado en las Normas ISO 14000:1994 y sus normas complementarias (ISO 14001-Sistema de Gestión Ambiental, ISO 14004-Directivas, ISO 14010-Auditorías-ISO 14011-Procedimientos, ISO 14012-Calificación de Auditores, entre otras) en el Gasoductos Atacama.

Las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes:

- Diagnóstico Inicial.
- Ajuste de Plan y Programa de Trabajo.
- Análisis de Fallas Detectadas
- Diseño del Sistema de Gestión Ambiental
- Capacitación de las Gerencias y elaboración conjunta de los principios de la Política de Gestión Ambiental
- Desarrollo y Asistencia en la redacción de Procedimientos y el Manual de Gestión Ambiental

- Selección y Capacitación de los Auditores Internos
- Dictado de cursos de capacitación para el personal de las oficinas de Santiago de Chile, Antofagasta y Jujuy.
- Desarrollo e implementación del SGA.
- Solicitud de Certificación y Asesoría en proceso de Certificación
- Certificación

El SGA comprendió la metodología, el personal, la infraestructura y las actividades que GasAtacama emplea en la operación y mantenimiento del gasoducto. Como resultado de la implementación de este SGA, Gas Atacama obtuvo la certificación de la Norma ISO 14.001 para la totalidad de las instalaciones.



Fase construcción en Purmamarca, a 60 km al Este de la Ruta N° 40 en la Provincia de Jujuy

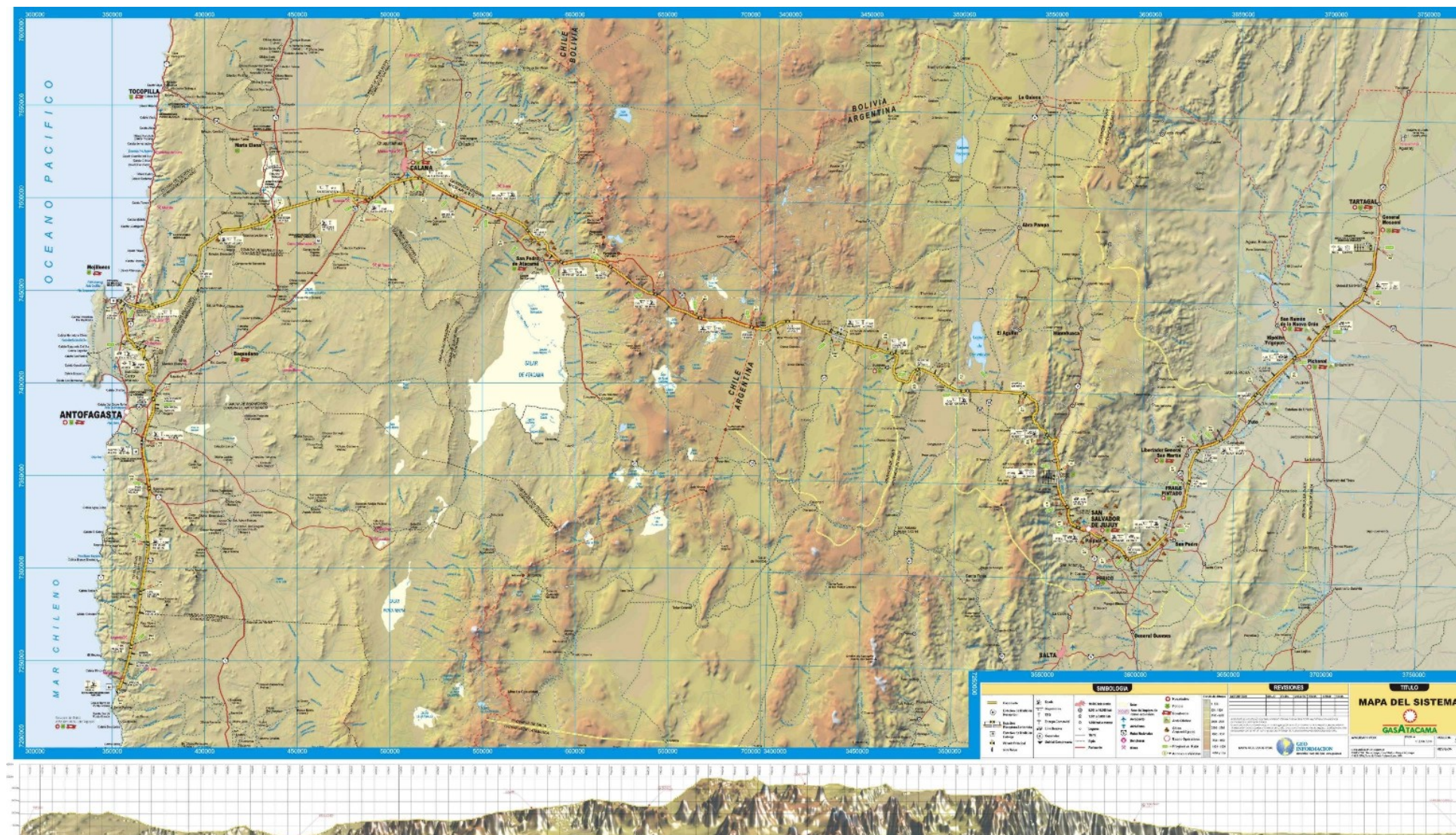


Figura 1: Traza del Gasoducto Atacama desde la Estación de Compresión Coronel Cornejo, en la Provincia de Salta, hasta la Estación de Compresión Mejillones, en la II Región, República de Chile.

Bernardo Parizek: Biólogo - Master en Evaluación de Impacto Ambiental
Gerente de Proyecto Vector Argentina S.A--. Coordinador Estudios Ambientales

Bernardo Parizek posee 13 años de experiencia profesional. Desde 1993 trabaja en temas relacionados al manejo de recursos naturales, estudios ambientales y proyectos de investigación y desarrollo. Desde 1996 se ha dedicado a la elaboración y evaluación del impacto ambiental relacionados con la minería, la explotación y transporte de energía, la industria y los emprendimientos agrícolas. Su experiencia se basa principalmente en la inspección de campo, el monitoreo ambiental y la coordinación de equipos multidisciplinarios para desarrollar estudios ambientales de base en emprendimiento de desarrollo.

Esteban Molina: Ingeniero Agrónomo. Auditor ambiental de Vector Argentina para GasAtacama.

Esteban Molina posee 7 años de experiencia profesional. Desde el año 2002 se ha desempeñado como Supervisor de Monitoreo Ambiental en las distintas etapas de construcción y ampliación del Gasoducto Atacama. Su experiencia se basa principalmente en la inspección de campo y el monitoreo ambiental de Proyectos.