

# CONSIDERACIONES AMBIENTALES EN LA PLANIFICACIÓN DE CANTERAS DE ÁRIDOS Y REHABILITACIÓN DE ÁREAS EXPLOTADAS

LA RIOJA – REPUBLICA ARGENTINA



**VICENTE CALBO**

# **CONSIDERACIONES AMBIENTALES EN LA PLANIFICACIÓN DE CANTERAS DE ÁRIDOS Y REHABILITACIÓN DE ÁREAS EXPLOTADAS**

**LA RIOJA – REPÚBLICA ARGENTINA**

**Vicente Calbo**

**Cristina Fonseca  
Eduardo Balmaceda  
Patricia Peralta de la Fuente  
Eduardo Nicolás Delgado  
Ana María Combina**

**Colaboradores**

**Cecilia Baldo  
Mónica Patricia Alitta  
Esteban Narváez  
Herman Hunicken  
Héctor Eduardo Romero  
Aldo Cesar Ruarte  
Norma Barrionuevo Colombres**

**La Rioja – Republica Argentina - 2023**



Calbo, Vicente

Consideraciones ambientales en la planificación de canteras de áridos y rehabilitación de áreas explotadas / Vicente Calbo. - 1a ed revisada. - La Rioja : Suyay, 2023.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: online

ISBN 978-987-82832-1-0

1. Industria Minera. 2. Alteración del Ambiente. 3. Construcción. I. Título.

CDD 363.70525

ISBN 978-987-82832-1-0



9 789878 283210

## Prólogo

El proceso de urbanización de cualquier ciudad es dinámico y tiene una capacidad potencial tanto para mejorar la vida humana como para agravar los padecimientos de la gente. Las ciudades pueden proporcionar oportunidades o frustrarlas, pueden propiciar buena salud o causar enfermedades; pueden potenciar el logro de deseos y satisfacer necesidades o imponer una lucha elemental por la mera supervivencia.

Las ciudades forman parte del medio ambiente construido y creado por el hombre, y como tal, interactúan con el medio ambiente natural. Esto conduce al agotamiento de recursos y la contaminación ambiental que caracteriza la crisis de las ciudades, cuando las necesidades del ecosistema urbano sobrepasan las posibilidades del territorio.

Un aspecto del planeamiento urbano, que guarda una relación directa con el desarrollo sustentable, es el aprovechamiento del suelo como recurso no renovable.

El suelo es un recurso natural de gran importancia en la producción de alimentos. El uso racional del suelo urbano evita el crecimiento excesivo de las ciudades que ocupan terrenos útiles para producir alimentos, a la vez que reduce las distancias para la transportación de personas.

Hay que poner en manifiesto la importancia que tiene el tomar en cuenta el medio ambiente y el desarrollo para poder pensar en el planeamiento de la ciudad a largo plazo.

Muchas veces se separan los factores económicos, sociales y del medio ambiente de las políticas, la planificación y la gestión. Se olvida que las ciudades no son solamente lugares de utilización y consumo de recursos naturales, humanos y financieros, sino más que eso, son ecosistemas naturales y sociales. El hecho de no considerarlos como tales influye en la manera de actuar de todos los grupos de la sociedad, incluidos los gobiernos, la industria y los particulares.

Hay que repensar la ciudad y nuestra relación con ella. Mientras no seamos capaces de entendernos como parte del medio y responsables de él, no podemos esperar un uso racional de los recursos.

En su modelo de urbanización, las ciudades deben estar debidamente sectorizadas de manera que las zonas de producción industrial sean un complemento lo mas armónico posible. Las industrias extractivas, como la explotación de áridos no pueden constituirse en un impedimento para el desarrollo urbano.

La Ciudad de La Rioja, en su crecimiento, ha pasado por una crisis debido a que muchas canteras para extracción de áridos quedaron dentro de



ella, sin planificación alguna, y peor aún sin restauración, por lo que se constituyeron en pasivos ambientales urbanos.

Este libro presenta un modesto aporte para solucionar los problemas creados por una actividad extractiva, necesaria por cierto para el desarrollo de la ciudad, y para evitar que el problema se repita en el futuro.

Los autores.

## Prologo 2023

Este nuevo prologo tiene por objetivo efectuar algunas aclaraciones por la extemporaneidad de la edición del presente libro, que considero necesarias.

Por causas que no tienen una explicación lógica (ni justificación alguna), este libro, que resultó del informe final de un Proyecto de Investigación del ITIM, Instituto Tecnológico de Investigaciones Mineras de la UNLaR, Universidad Nacional de La Rioja, titulado "PROYECTO DE EXPLOTACIÓN RACIONAL MINERA DE ARIDOS DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL DE LAS AREAS YA EXPLOTADAS", desarrollado los años 2001 y 2002, no fue publicado en el momento oportuno, aunque debo aclarar, sus tópicos fueron presentados en diferentes congresos sobre minería y ambiente y publicados parcialmente.

Son varios los motivos por los que lo traigo a la luz en este momento. Revisando viejos archivos buscando otra cosa me topé con este trabajo ya terminado, lo releí y concluí que todavía es un aporte útil. Otro punto es la posibilidad de su edición digital, lo que facilita enormemente su publicación (lo que no era posible en su momento) y otra es la continua vigencia del problema en muchas ciudades del país. Las canteras de áridos tarde o temprano quedan dentro de los ejidos urbanos. Y de hecho esto está ocurriendo otra vez en La Rioja, 20 años después.

Si bien la información está desactualizada, la metodología empleada y las conclusiones, en mi humilde opinión, son válidas todavía.

Dr. Vicente Calbo



# INDICE

<b>CAPITULO 1 ARIDOS PARA CONSTRUCCIÓN</b>	PAG. 1
1. INTRODUCCIÓN	PAG. 1
2- DEFINICION DEL PROBLEMA	PAG.3
3- ACCIONES	PAG 4
<b>CAPITULO 2 RELEVAMIENTO DE CANTERAS</b>	PAG 7
1 INTRODUCCION	PAG 7
2. CANTERA SAN NICOLAS	PAG 7
2.1- UBICACIÓN Y ACCESO	PAG 7
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA CANTERA	PAG 8
2.2.1 Sector A:	PAG 9
2.2.2 Sector B	PAG 10
2.2.3 Sector C:	PAG 11
2.3- DESCRIPCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN	PAG 12
2.4- IMPACTO	PAG 13
2.4.1- Impacto ocasionado sobre la flora	PAG 13
2.4.2- Impacto ocasionado sobre la fauna	PAG 13
2.5- PLANTA DE CLASIFICACIÓN	PAG 13
2.6- LABORATORIO:	PAG 15
3- CANTERA DON JOSE	PAG 15
3.1- UBICACIÓN Y ACCESO	PAG 16
3.2- DESCRIPCIÓN DE LA CANTERA	PAG 16
3.3- MUESTREO	PAG 16
3.4- EXPLOTACIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO	PAG 16
3.5- OBSERVACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL	PAG 17
3.5.1 Grado de afectación de la Flora	PAG 18
3.5.2 Grado de Afectación de la Fauna	PAG 18
4- CANTERA ESPÍRITU SANTO	PAG 18
4.1- UBICACIÓN Y ACCESO	PAG 18
4.2- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA	PAG 19
4.3- FRENTE DE EXPLOTACIÓN	PAG 20
4.4- MUESTREO	PAG 22
4.5- ANALISIS GRANULOMETRICO	PAG 23
4.6- OBSERVACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL	PAG 25
4.7- PLANTA DE CLASIFICACIÓN	PAG 26

5- CANTERA LAS GARROCHAS	PAG 26
5.1- UBICACION Y ACCESO	PAG 26
5.2- FRENTE DE EXPLOTACIÓN	PAG 26
5.3- CARACTERIZACION GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA	PAG 28
5.4- MUESTREO Y ANALISIS GRANULOMETRICO	PAG 28
5.5- EXPLOTACION	PAG 30
5.6- PLANTA DE TRATAMIENTO	PAG 30
5.7- OBSERVACIONES SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL	PAG 30
6- CANTERA “EL MINERO”	PAG 31
6.1- UBICACION Y ACCESO	PAG 31
6.2- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA – GEOMORFOLÓGICA	PAG 31
6.3- EXPLOTACION.	PAG 31
6.4- MUESTREO	PAG 33
6.5- ANALISIS GRANULOMETRICO	PAG 34
6.6- IMPACTO SOBRE LA FLORA Y LA FAUNA	PAG 36
6.6.1-. Grado de afectación de la Flora	PAG 36
6.6.2- Grado de afectación de la Fauna	PAG 37
7-. CANTERA ARENAS DEL SUR	PAG 37
7.1- UBICACIÓN	PAG 37
7.2 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA	PAG 39
7.3- MUESTREO	PAG 39
7.4- ANALISIS GRANULOMETRICO	PAG 41
7.5- EXPLOTACIÓN	PAG 42
7.6- EVALUACIÓN DEL GRADO DE PERTURBACIÓN	PAG 42
7.6.1- Grado de afectación de la flora	PAG 43
7.6.2- Grado de afectación de la fauna	PAG 43
7.7- IMPACTO SOBRE LOS PROCESOS ECOLÓGICOS	PAG 43
7.7.1- Modificaciones estructurales y dinámicas	PAG 43
<b>CAPITULO 3 RELEVAMIENTO DE AREAS POTENCIALMENTE APTAS PARA LA EXTRACCIÓN DE ARIDOS</b>	PAG 45
INTRODUCCION	PAG 45
2- ZONA AGRÍCOLA RIOJANA	PAG 46
2.1- UBICACIÓN Y ACCESO	PAG 46
2.2- AMBIENTE NATURAL	PAG 46
2.2.1- Suelo	PAG 46
2.2.1.1- Factores formadores de suelo	PAG 47

2.2.1.2- Características y descripción del perfil	PAG 47
2.2.1.3- Características internas	PAG 48
2.2.1.4- Clasificación taxonómica:	PAG 48
2.2.2- Estado actual de la zona	PAG 49
2.2.2.1- Caracterización del área	PAG 49
3- CAMPO LA CALERA	PAG 52
3.1- UBICACION Y ACCESO	PAG 52
3.2- AMBIENTE NATURAL	PAG 52
3.2.1- Generalidades	PAG 52
3.2.2- Sedimentos aluviales y gravitacionales	PAG 54
3.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA	PAG 54
3.3.1- Caracterización del área	PAG 54
3.3.2- Sedimentos Aterrazados Antiguos	PAG 55
3.3.3- Sedimentos Aluviales y Gravitacionales	PAG 56
3.4- GEOINDICADORES	PAG 56
4- MEDANOS NORESTE	PAG 58
4.1- UBICACION Y ACCESO	PAG 58
4.2- AMBIENTE NATURAL	PAG 58
4.2.1- Suelo	PAG 58
4.2.1.1- Clasificación Taxonómica	PAG 59
4.1.2.2- Factores Formadores de Suelo	PAG 59
4.1.2.3- Característica y Descripción del Perfil	PAG 59
4.2- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA	PAG 60
4.2.1- Caracterización del área	PAG 60
4.2.2- Geoindicadores	PAG 62
5- MEDANOS SURESTE	PAG 63
5.1- UBICACION Y ACCESO	PAG 63
5.2- AMBIENTE NATURAL: GENERALIDADES	PAG 63
5.2.1- Suelo	PAG 63
5.2.2- Clasificación Taxonómica	PAG 64
5.2.3- Factores Formadores de Suelo	PAG 64
5.2.4- Característica y Descripción del Perfil	PAG 64
5.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA	PAG 65
5.3.1- Caracterización del área	PAG 65



5.3.2- Geoindicadores	PAG 65
6- RIO TALAMUYUNA	PAG 67
6.1-UBICACION Y ACCESO	PAG 67
6.2- AMBIENTE NATURAL: Generalidades	PAG 67
6.2.1- Suelo	PAG 67
6.2.1.1- Factores formadores de suelo	PAG 68
6.2.1.2- Características y descripción del perfil	PAG 68
6.2.1.3-Clasificación taxonómica:	PAG 69
6.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA	PAG 69
6.3.1- Caracterización del cauce	PAG 69
6.3.2- Geoindicadores	PAG 70
6.4-. ANÁLISIS DE LA FLORA Y FAUNA DEL AREA DE INFLUENCIA	PAG 71
<b>CAPITULO 4 TECNICA DE EXPLOTACIÓN PROPUESTA</b>	PAG 75
1- INTRODUCCIÓN	PAG 75
2- MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO.	PAG 76
2.1- MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO	PAG 77
2.2- EXPLOTACIÓN DE GRAVERAS.	PAG 77
2.3- EQUIPOS EMPLEADOS EN GRAVERAS	PAG 78
2.3.1- Equipo de arranque y carga.	PAG 78
2.3.1.1 Cargadora frontal.	PAG 79
2.3.2- Equipos de Transporte,	PAG 81
2.3.2.1 Generalidades	PAG 81
2.3.2.2- Camiones volcadores	PAG 82
2.4- MÉTODO PROPUESTO	PAG 84
2.4.1- Descripción del método	PAG 84
<b>CAPITULO 5. EXPLOTACIÓN DE GRAVERAS OPERATIVIDAD</b>	PAG 87
1- INTRODUCCIÓN	PAG 87
2- DETERMINACIÓN DEL RADIO OPERATIVO	PAG 87
2.1- CICLO DE TRABAJO	PAG 88
2.2- FORMA DE CARGA	PAG 88
2.3- PRODUCCIÓN	PAG 88
2.4- PARÁMETROS A FIJAR	PAG 91

2.5. - CUADRO DE RESULTADOS	PAG 93
2.6- RESULTADOS DEL NEGOCIO	PAG 94
<b>CAPITULO 6. ANALISIS DE LA DEMANDA DE ARIDOS</b>	PAG 97
1- INTRODUCCION	PAG 97
2- CRECIMIENTO POBLACIONAL	PAG 97
3- ESTIMACION DE CONSUMO DE ARIDOS	PAG 98
4- CARACTERIZACIÓN DE CANTERAS	PAG 99
4.1- DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS	PAG 100
4.2- ANÁLISIS DE DATOS UNIVARIADO	PAG 100
4.3- ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIADO	PAG 103
4.4- ANÁLISIS DE CLUSTER JERÁRQUICO	PAG 104
4.5- ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	PAG 107
4.6- CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS CONSTITUIDOS	PAG 110
5- CONCLUSIONES	PAG 111
<b>CAPITULO 7 MITIGACION</b>	PAG 113
1 INTRODUCCIÓN	PAG 113
2 CONSIDERACIONES GENERALES	PAG 113
3 ESTRATEGIAS	PAG 115
3.1- LEGISLACIÓN	PAG 115
3.2- CONTROL	PAG 115
3.3- PROYECTOS DE MITIGACIÓN	PAG 116
4- ESTUDIO DE CASOS	PAG 116
<b>CAPITULO 8. CANTERA ZARATE</b>	PAG 117
1- INTRODUCCIÓN	PAG 117
2- EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA URBANA DE LA CIUDAD	PAG 117
3- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SISTEMA SOCIAL	PAG 123
3.1- CAMBIO EN EL USO DEL SUELO	PAG 123
3.2- CAMBIO EN EL VALOR DEL SUELO	PAG 124
3.2.1- Aumento del valor del suelo por cambio de actividad	PAG 125
3.2.2- Aumento del valor del suelo por mayor demanda	PAG 126
3.2.3- Aumento del valor del suelo por externalidades	PAG 126

4- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PAISAJE	PAG 127
4.1- ALTERACIÓN DE LA MORFOLOGÍA Y DEL PAISAJE	PAG 128
4.2- ALTERACIÓN DEL AMBIENTE SOCIO-CULTURAL	PAG 129
5- PROYECTO DE MITIGACIÓN	PAG 129
5.1- ANÁLISIS Y JUSTIFICACION DEL USO POTENCIAL	PAG 129
5.1.1- Desde el punto de vista urbano	PAG 130
5.1.2- Desde el punto de vista geomorfológico	PAG 131
5.1.3- Desde el Punto de vista normativo	PAG 131
6. PROPUESTA	PAG 134
<b>CAPITULO 9. MITIGACION DE LA LAGUNA AZUL</b>	PAG 135
1- INTRODUCCIÓN	PAG 135
2- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SISTEMA SOCIAL	PAG 136
2.1-. ANÁLISIS DEL USO DEL SUELO	PAG 136
3- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN ENTORNO	PAG 148
4- PROYECTO DE MITIGACIÓN	PAG 140
4.1- USOS POTENCIALES	PAG 140
4.1.1- Esparcimiento	PAG 140
4.1.2- Reservorio	PAG 140
4.1.3- Repositorio de residuos sólidos industriales	PAG 140
4.1.4- Factibilidad	PAG 141
5- PROPUESTA	PAG 141
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	Pag 143

# Capítulo 1

## ARIDOS PARA CONSTRUCCIÓN

### 1. INTRODUCCIÓN

La construcción moderna de todo tipo de infraestructura, se basa en tres recursos principales: el acero, el cemento y los áridos.

Como los áridos se aplican en la construcción de infraestructura, su empleo es un indicador del desarrollo de un país.

Una vivienda tipo, de una planta, requiere aproximadamente 120 toneladas de agregado y 1 kilómetro de una ruta de 7 metros de ancho necesita 600 toneladas. En ambos casos el costo de este material incide entre el 10 y el 20% del costo total de la obra.

Los áridos son materiales sólidos inertes de origen mineral. En casos excepcionales se mezclan áridos con productos de rezago de procesos industriales como colas de fundición, vidrio etc.

Los áridos se emplean en diversas granulometrías, cada una para un uso específico. Los bloques grandes se emplean en defensas contra la erosión hidráulica (rip rap), los bloques menores, del orden de los 10 a 20 cm se emplean en cimientos, el agregado grueso se emplea en hormigón y asfaltos y el agregado fino se destina para colocación y revestimiento de mampostería y terminación de asfaltado.

La aglomeración de los áridos se logra por medio de cemento, cal o productos bituminosos. Cada mezcla tiene su aplicación específica.

Los orígenes de este material son diversos. En los litorales se obtiene el agregado fino con suma facilidad; es un subproducto en dragando de canales en los cauces de ríos, Foto N° 1-1. También se lo obtiene extrayéndolo de las playas, Foto N° 2-1.

En algunas zonas, el agregado grueso debe obtenerse por trituración de roca, la que a su vez se extrae con empleo de explosivos en canteras.



**Foto N° 1-1: Operación de dragado**



**Foto N° 2-1: Recolección de arena de una playa**

Según las características propias del origen, se obtienen dos tipos de productos, rodados y granulado angular. El primero se produce cuando el material se ha degradado y redondeado por procesos naturales de erosión y transporte, el segundo se obtiene como resultado de la trituración de roca.

Cuando el material se puede extraer de ríos permanentes, se produce la reposición periódica del mismo, en estos casos las explotaciones apenas se desplazan y siempre se instalan en lugares cercanos. Desde el punto de vista ambiental, estas actividades producen muy bajo impacto ambiental y este es fácilmente mitigable.

En otros casos, el material se extrae de terrazas fluviales o conos aluviales de zonas en las que ya no hay ríos, o estos son estivales. La falta o pobre aporte de nuevo material ocasiona que los huecos no se cierren naturalmente. Estos casos, presentan un problema especial, y uno de ellos, particularmente serio es del de la Ciudad Capital de La Rioja.

## 2- DEFINICION DEL PROBLEMA

Las componentes de los costos de producción de este material, cuando debe ser arrancado, son perforación, voladura, trituración, clasificación y transporte al mercado. En esta situación los costos de obtención del agregado son más altos.

En el caso particular de material fragmentado y seleccionado naturalmente, la tarea se simplifica y los costos se componen de la extracción, clasificación por tamaño y transporte al mercado. Comparativamente con el caso anterior, los costos son más bajos, pero la tercera componente, el transporte al mercado, es sumamente importante.

Este es el caso de la Ciudad Capital de La Rioja. Debido a que la ciudad se ubica en el cono aluvial del Río Los Sauces, actualmente represado y sin cauce natural, los áridos para construcción se encuentran prácticamente en todos lados, por ello, se establecieron canteras cerca de los puntos de demanda. Incluso hay barrios enteros en los que se empleó el material extraído de las inmediaciones de su construcción.

La explotación de canteras de áridos dentro del ejido urbano ha generado diversos problemas que tienden a agravarse en virtud de la ampliación de las áreas pobladas y la demanda creciente de estos materiales.

Muchas canteras quedaron encerradas en zonas urbanas o suburbanas, algunas incluso en etapa de plena explotación.

Las canteras que se abandonaron, se convirtieron en pasivos ambientales y las canteras en explotación se transformaron en un verdadero problema ambiental, que afectó la tranquilidad y calidad de vida de los vecinos.

La Dirección General de Minería de la Provincia, con el objetivo inmediato de detener las actividades en zonas urbanas, decretó una zona de exclusión de 10 kilómetros y suspendió todas las explotaciones. Como consecuencia de esto, todas las canteras se trasladaron fuera del radio establecido.

El inconveniente que se planteaba entonces era establecer si ese radio era suficiente, o si por el contrario, debido a la rápida expansión de la ciudad, en el corto plazo se podía repetir el problema.

El otro dificultad que se plantea es la necesidad de determinar zonas adecuadas para la extracción de arena, tanto por su calidad como por las eventuales futuras consecuencias.

Finalmente, se detecto que el método de explotación generalmente aplicado no es racional ya que se extiende mucho en profundidad, con huellas de transporte de alta pendiente y con formas topográficas que no permiten una recuperación del espacio, al menos en términos económicos. Cabe entonces



adecuar un método, de bajo impacto en si mismo, que posibilite una fácil remediación o un aprovechamiento conveniente del lugar como espacio urbano o suburbano.

### **3- ACCIONES**

El Instituto Tecnológico de Investigaciones Mineras (ITIM) de la UNLaR, conjuntamente con la Dirección General de Minería (DGM) ha desarrollado, entre los años 2002 y 2005, un proyecto tendiente a la explotación racional de áridos de bajo impacto ambiental y a la mitigación de las áreas ya explotadas.

Se conformó entonces un equipo interdisciplinario e interjurisdiccional integrado por profesionales de las dos instituciones, orientado a resolver el problema.

El objetivo se centró en realizar un estudio integral de la explotación de los áridos en la ciudad de La Rioja, con el fin de proponer correcciones al sistema de extracción empleado y diseñar así uno de bajo impacto ambiental con costos mas bajos a la hora de remediar.

Para esto, en primer lugar, se trabajó en un relevamiento de las explotaciones de áridos en actividad y de aquellas que ya estaban cerradas, con la intención de caracterizar el material explotado y reconocer los inconvenientes de la operación. Sobre las canteras abandonadas se realizó un análisis de las posibles acciones de mitigación a implementar.

Se analizó toda el área con factibilidad de extracción desde un punto de vista geológico-ambiental, generando una matriz geopotencial que permitiera tomar decisiones respecto a la vulnerabilidad de las diferentes zonas del cono aluvial en el que está emplazada la ciudad de la Rioja y los lugares aledaños que potencialmente se pueden destinar a la extracción de áridos.

Se determinó que los mejores lugares para la explotación son los lechos de los ríos estacionales de las inmediaciones de la ciudad, para los que se esquematizó en forma simple, un método de extracción que no afectará prácticamente la topografía del lugar, lo que facilitará la eventual recuperación del espacio.

Sobre las áreas seleccionadas se elaboraron alternativas de explotación para atender los casos previstos.

Para poder determinar la distancia a la cual puede ubicarse una explotación desde el punto de demanda, se trabajó con un programa, en el que en función de los costos de capital y operativos de una explotación tipo, dio la distancia máxima a la que se puede alejar una cantera de áridos, sin afectar los costos de referencia del mercado.

En función de la vulnerabilidad ambiental, la demanda específica de áridos en cuanto a volumen y granulometría, y la distancia económica de

explotación, se propone que las extracciones se ubiquen en un cierto entorno, y que en función de la situación legal de estas áreas, la Dirección General de Minería pueda otorgar permisos para la explotación.



# Capítulo 2

## RELEVAMIENTO DE CANTERAS

### 1 INTRODUCCION

En este capítulo se expone el resultado del relevamiento realizado de las canteras de áridos en explotación en el Departamento Capital.

El trabajo se ha sistematizado, en los casos en que ha resultado posible, para obtener información comparable.

### 2. CANTERA SAN NICOLAS

#### 2.1- UBICACIÓN Y ACCESO

La Cantera San Nicolás se ubica a 7 km al sur de la Ciudad Capital de La Rioja, en el costado Oeste de la ex Ruta 38. El acceso a la cantera es transitable y es mantenido por la empresa.

Se llega al camino de ingreso a la cantera por la ex Ruta 38, que parte del Acceso Sur de la ciudad. Este camino está asfaltado en su primera parte, ya que la zona está urbanizada, luego se suceden tramos de asfalto en mal estado y finalmente el camino es de suelo consolidado.

La cantera está desarrollada en el lecho del Río El Tala, cauce muy cercano a la ruta mencionada. En las Fotos N° 2-1 y 2-2, se observan el sector explotado y otro que muestra el lecho del río, todavía sin afectar por la explotación.

La empresa también se dedica a la comercialización de hormigón a granel y mezclas asfálticas. Las plantas de clasificación de áridos y la accesoría para mezcla asfáltica para pavimentos, se encuentran cerca de la cantera. La planta de hormigón se ubica en un predio en el Parque Industrial.

El campo que comprende la zona de explotación y las plantas es propiedad del titular de la cantera. La cantera se encuentra concedida y en explotación.



**Foto N° 2-1: Cauce principal Río el Tala, abarcado por la explotación**



**Foto N° 2-2: Cauce principal, sector sur, sin explotar.**

## **2.2 DESCRIPCIÓN DE LA CANTERA**

La cantera tiene dos sectores de explotación, el sector Norte, en contra la corriente del río y el sector Sur, a favor de la corriente. El frente principal es el sector Norte pero en época de lluvias el material se humedece mucho y ocasiona serios problemas, por lo que se traslada la explotación al sector Sur, cauce abajo. El material aquí se mantiene mas seco por que el agua queda en la excavación de la explotación principal.

Al momento del relevamiento, se estaba explotando un solo sector, el más pequeño, al Sur, sobre un cauce menor del Río El Tala. Cerca de este sector se encuentran otros dos sectores, esta vez sobre el lecho principal, de dimensiones mayores. La denominación de los sectores es A, B y C, comenzando desde el Sur.

### **2.2.1 Sector A:**

Este frente tiene la forma de un número 8, con el eje orientado en la dirección Norte - Sur.

Según un operador de cargadora, en el extremo Sur de este frente se obtiene un material mas apto para hormigón y en el otro extremo el material se adecua mas para las mezclas asfálticas. Estos materiales fueron muestreados para obtener las curvas granulométricas y efectuar su posterior comparación.

La altura de la explotación de este frente oscila entre 3 y 4 m. Las Fotos N° 2-3 y 2-4, muestran este sector en explotación.



**Foto N° 2-3: Sector A, material destinado a planta de hormigón.**





**Foto N° 2-4: Sector A, material destinado a la planta de mezcla asfáltica**



**Foto N° 2-5: Sector B, húmedo por las lluvias**

### **2.2.2 Sector B:**

Este sector se encuentra en el lecho principal. La explotación ha dejado una cava casi circular de unos 40 m de radio. El frente tiene una altura del orden de los 7 metros. Por su desnivel y pendiente retiene el agua de las lluvias, (Ver Fotos N° 2-5 y 2-6).



Foto N° 2-6: Sector B, húmedo por las lluvias

### 2.2.3 Sector C:

Este sector, Foto N° 2-7, es de menores dimensiones que el anterior y con alturas de frente también más reducidas. Está muy cercano al sector de acopio.



Foto N° 2-7: Sector C.

## 2.3- DESCRIPCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN

La explotación se efectúa por excavación con pala cargadora frontal. Esto es posible ya que el material granular explotado está muy suelto. Las



máquinas tienen un balde de 1,5 m<sup>3</sup>. La Fotos N° 2-8 y 2-9, muestran los equipos en operación.



**Foto N° 2-8: Cargadora frontal llenado el balde**



**Foto N° 2-9: Carga del camión**

El material arrancado se carga en camiones comunes, de 5 paladas, y este lo transporta hasta la planta de clasificación.

No se visualiza una explotación regular, es decir, no se observan bancos ordenados y orientados en secuencia racional.

El principal inconveniente que afronta la explotación es la lluvia. Esta humedece el material y tapona la zaranda clasificadora de la planta de áridos.

También surgen complicaciones cuando el material contiene lo que los operarios denominan *tierra* es decir, un material que se presenta con granulometría inferior a 200 #. El problema es especialmente serio si el destino del mismo es la planta de hormigón. Este material limoarcilloso afecta la calidad del hormigón.

Ambos inconvenientes están en vías de ser superados ya que, según el encargado de planta, se incorporará al proceso una etapa de lavado por spray. La humedad dejará de ser problema y los finos serán arrastrados.

## **2.4- IMPACTO**

Se considera tanto el impacto ambiental ocasionado sobre la flora y como sobre la fauna.

### **2.4.1- Impacto ocasionado sobre la flora**

El impacto principal que se produjo fue la eliminación de la cubierta vegetal con la consecuente pérdida de especies autóctonas, algunas de ellas protegidas por Ley, debido a los desmontes y excavaciones.

### **2.4.2- Impacto ocasionado sobre la fauna**

La principal alteración fue la modificación del ambiente natural y la desaparición de los hábitats propios de las especies, al ser removida la vegetación. Como consecuencia se producen cambios etológicos (pautas de comportamiento) que alteran las conductas de alimentación y provocan migraciones, entre otras.

## **2.5- PLANTA DE CLASIFICACIÓN**

La clasificación del material se realiza en una planta convencional, (ver Fotos N° 2-10 y 2-11. El material es llevado por los camiones, por una rampa, hasta un sector con tolva y parrilla en el que se rechazan los rodados de tamaño superior a 5". El resto del material pasa a las zarandas. El rechazo se comercializa como *piedra bola* para cimientos.



**Foto N° 2-10: Planta de clasificación por tamaños**



**Foto N° 2-11: Planta de clasificación por tamaños**

El primer corte, se produce con una malla de 40 o 50 mm, es decir que queda una fracción  $-125, +50$  mm. Esta fracción pasa a una trituradora y el material se reincorpora al circuito para su clasificación. Acá se obtiene un producto mixto, angular y rodado.

De las zarandas salen cintas transportadoras que distribuyen el material en las distintas pilas de stock. Los materiales producidos son  $-5$ mm (arena zarandeada),  $5 -19$  mm (granza)  $19 - 50$  mm (ripio). Desde estas pilas se



cargan los camiones que distribuyen el producto o se los transporta a pilas de stock mayores, en el perímetro de la playa.

## **2.6- LABORATORIO:**

Esta empresa comercializa tres productos, áridos, hormigón y mezcla asfáltica. Para cumplir con las exigencias del mercado, especialmente para los dos últimos productos, se ajusta la calidad del material a normas.

Los controles de la calidad de los áridos, se efectúan en un laboratorio en el predio de la planta. El principal ensayo que se efectúa es el de la distribución por tamaños para la obtención de curvas granulométricas. La Foto N° 2-12 muestra el equipo para tamizado de muestras.



Foto N° 2-12: Rotap.

## **3- CANTERA DON JOSE**

### **3.1- UBICACIÓN Y ACCESO**

La cantera de áridos Don José se ubica en el Río Mal Paso a una distancia de 8,4 km, al sur de la Avenida Félix de la Colina por la ex Ruta 38, al Sur de la Ciudad de La Rioja.

### **3.2- DESCRIPCIÓN DE LA CANTERA**

Desde el punto de vista fisiográfico, el yacimiento se encuentra en la llanura Pedemontana a 3,6 km. hacia el este del pie de la Sierra de Velasco, a 500 m.s.n.m. y pendiente hacia el sur.

Desde el punto de vista geológico, el yacimiento se encuentra en la Unidad 3 “Bajada Pedemontana”, en el lecho seco del río, con rumbo general Norte-Sur, en un ancho que varía entre los 70 y 170 metros. El canal de estiaje es de 20 a 30 metros pero aumenta en sectores donde se abre en brazos subparalelos.

Las barrancas son de 5 metros de altura promedio y mantienen un perfil vertical, están constituidas por sedimentos limos-arenosos de tipo “loessico”.

Los materiales expuestos son los procedentes de la Sierra del Velasco, y están constituidos por áridos de todas las granulometrías, desde gravas gruesas (mayores a las 10”) hasta las arenas finas.

Se observan las siguientes rocas: metamorfitas (gneises, granitos, cuarcitas, esquistos); ígneas (granitos y granitoides, cuarzos)

Estos sedimentos son atribuidos al Cuartario Reciente y no están consolidados, o sea, están sueltos y sin cementar. El lecho presenta una pendiente de 0,7% (noroeste-sureste)

### **3.3- MUESTREO**

Se extrajeron muestras sobre canaleta 1, las cuales fueron cuarteadas y se les practicó un análisis granulométrico, cuyo resultado se indica a en el Gráfico N° 2-1.

### **3.4- EXPLOTACIÓN Y PLANTA DE TRATAMIENTO**

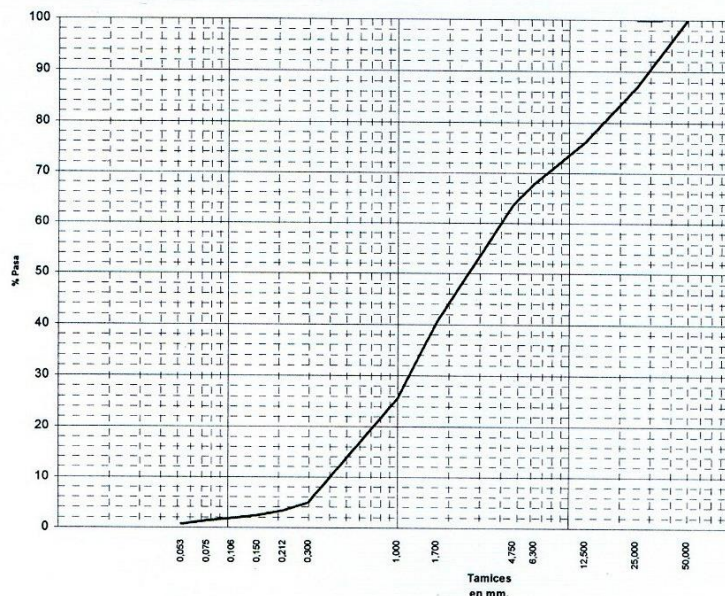
La cantera presenta varios frentes pequeños de explotación, aparentemente sin planificación. La explotación, al momento de la visita, es poco intensiva.

La cantera no cuenta todavía con una planta de clasificación operando. Se está instalando una planta que consta de grilla fija, tolva, cinta transportadora, zaranda vibratoria común y zaranda vibratoria de tres pisos.

La capacidad permitirá tratar 200 m<sup>3</sup> por día en un turno de ocho horas. Los productos que se colocan en el mercado son ripio, granza y arena zarandeada.

**Cantera Don Jose**  
**Curva granulométrica-Frente Sur-**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	0,72
0,075	1,39
0,106	1,89
0,150	2,43
0,212	3,37
0,300	4,99
1,000	25,61
1,700	40,48
4,750	63,70
6,300	67,88
12,500	76,24
25,000	86,88
50,000	100,00



**Gráfico Nº.2- 1**

### **3.5- OBSERVACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL**

Durante el reconocimiento del sector, se realizó una evaluación preliminar del impacto sobre la flora y la fauna de la zona de trabajo.

La actividad transforma el medio natural y como consecuencia, las condiciones del nuevo medio, una vez finalizada la explotación, diferirán considerablemente con las del medio inicial, y además serán desfavorables para la flora y la fauna.

#### **3.5.1 Grado de afectación de la Flora**

El impacto principal que provocó este tipo de explotación minera fue la eliminación directa de la cubierta vegetal ocasionada por las operaciones de excavación y el acopio de los materiales.

Como consecuencia se produjo un cambio en la biocenosis, es decir la pérdida de ciertas especies y colonización del espacio por otras, generalmente de menor calidad.

También se verá dificultado el proceso de regeneración como consecuencia de la modificación de la textura y estructura del suelo, y habrá una disminución de la producción por modificación del vigor vegetativo del suelo.



Al eliminarse la vegetación ripícola se producirá un aumento de la erosión y de la carga sólida, modificándose el lecho del río y la dinámica fluvial.

### **3.5.2 Grado de Afectación de la Fauna**

La principal alteración fue la modificación del ambiente natural y la eliminación de hábitats y zonas utilizadas para fines específicos (anidamiento, caza, refugios, etc.)

La eliminación de la vegetación seguramente, provocó cambios en las pautas de comportamiento, lo cual significa que, inevitablemente, se alteran determinadas conductas en la alimentación, se producen desplazamientos hacia otros medios similares y menos alterados, con el objeto de encontrar sitios aptos para la alimentación, reproducción, nidificación (en el caso de las aves). Se produce también invasión de nuevas especies y el desplazamiento de otras al ocupar su nicho ecológico, alteración de las poblaciones, aislamiento de especies o individuos, etc.

Todas estas alteraciones se acentúan con las perturbaciones causadas por ruidos, tráfico de maquinaria pesada, creación de infraestructura, presencia física del hombre, entre otros.

## **4- CANTERA ESPÍRITU SANTO**

### **4.1- UBICACIÓN Y ACCESO**

La cantera de áridos Espíritu Santo, se ubica en el Distrito Cochangasta, del departamento Capital de la Provincia de La Rioja, en una zona urbanizada.

El acceso se realiza por Av. San Francisco, al llegar al Km. 4,5 se gira hacia el sur por un camino pavimentado y se continúa hasta el final del mismo, luego se gira hacia el oeste unos 50m para luego girar nuevamente hacia el sur hasta llegar a la cancha del Club de Golf, luego se gira al oeste unos 300 m aproximadamente por camino consolidado, al final del cual se encuentra la entrada a la cantera.

Las coordenadas geográficas del punto central de la cantera, determinadas con GPS, son: 29° 26' 01" Latitud S - 66° 53' 55" Longitud W.

Esta cantera, al momento de la restricción establecida por la Dirección de Minería, se encontraba en plena actividad.

### **4.2- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA**

El área se encuentra comprendida dentro de la unidad geológica Sierras Pampeanas Noroccidentales y sus valles longitudinales, estando representado por un basamento cristalino de rocas graníticas, migmatitas y metamorfitas, sobre lo que se asienta en discordancias sucesivas, sedimentitas del Paleozoico Superior (Carbónico-Pérmico), Terciario (Plioceno) y Cuartario.

Dentro del área de estudio se encuentra material aluvial correspondiente al cono aluvial del faldeo oriental de la Sierra del Velasco y sedimentos fluviales modernos (conos de deyección y lóbulos).

En lo que respecta a los sedimentos aluviales, no poseen estratificación, propia de estos tipos de depósitos, pero se observa a distintas profundidades cierta selección de materiales en cuanto a su granulometría, que muestra una variación en la intensidad y comportamiento de los agentes geológicos de la geodinámica externa (principalmente aguas corrientes superficiales).

El conjunto aparece en su mayor parte cubierto por una débil capa, que geológicamente serían regolitos pedregosos a regolitos arenosos. Esta capa tiene una potencia variable que no sobrepasa en la mayoría de los casos los 0,20 m.

Debajo encontramos el material propio de un cono aluvial o cono de deyección de tamaños que van del llamado arena a los más grandes denominados bloques, con un predominio neto de guijarros y bloques.

En los cursos fluviales se pudo determinar materiales áridos de menor granulometría, aunque en escasa magnitud.

### **En la explotación se ha logrado observar distintas facies:**

**Facies A:** arenas medias a gruesas, con laminación entrecruzada planar de alto ángulo o sigmoidal dobles. Las láminas tienen un espesor que varían entre los 8 y los 12 cm., e internamente presentan una gradación normal. En la base de cada lámina se puede observar clastos aislados de no más de 5 cm de eje A. Estas láminas se presentan en sets de 30 cm de espesor, que generan cuerpos tabulares de base difusa y techo neto no erosivo.

**Facies B:** arenas medias a gruesas con laminación planar. Las láminas tienen un espesor de 5 cm., e internamente presentan una gradación normal. Estas láminas se presentan en sets cuyo espesor varían entre 15 y los 25 cm, que generan cuerpos acuñados lateralmente, de contactos superiores e inferiores netos.

**Facies C:** son lentes o cuerpos lentiformes de base neta y techo erosionado de pelitas masivas, plásticas en estado húmedo. No se observan estructuras mecánicas ni bioturbaciones.

**Facies D:** Conglomerados matriz sostén, caóticos. Tamaño máximo de clasto (TMC): 25 cm, tamaño mínimo de clasto (TmC): 8 cm. La matriz está formada

por arena gruesa a guijarrosa, que rellena los espacios entre los clastos. La litología de los clastos es predominantemente granítica. Los clastos se observan redondeados a subredondeados. Son escasos los clastos angulares a subangulares. La imbricación de los clastos es escasa y sólo se observa en los clastos de granulometría intermedia.

**Facies E:** Guijarro o guijón, con laminación planar entrecruzada de bajo ángulo y planar; ambas difusas. Se encuentran en lentes aisladas, cuyos contactos son transcisionales con las facies A y B.

#### **Interpretación genética (a priori):**

Es un braided, con carga de lecho tractiva, que sufrió alguno que otro pico de descarga. Se presentan una alta cantidad de barras longitudinales y transversales y láminas de clastos difusas.

Es un canal multi-history, con episodios de desbordes esporádicos (pelitas), aunque no frecuentes. Puede ser que la llanura de inundación esté en otro lado o bien aguas abajo.

### **4.3- FRENTE DE EXPLOTACIÓN**

Al momento del reconocimiento se encontró en explotación un lóbulo arenoso del abanico distal. El mismo, que constituye el frente principal, se muestra en la Foto N° 2-13.

Existe un frente de aproximadamente 10 metros de espesor, donde prevalecen las arenas medias en principalmente y guijarro en menor medida. Este frente es actualmente el frente secundario, ubicado en la zona noroeste de (ver Foto N° 2-14).

También hay un frente secundario, al suroeste, escasamente trabajado, en el que se deposita el material de rechazo de la planta clasificadora, Foto N° 2-15).



**Foto Nº 2-13: Lóbulo arenoso – Frente principal**



**Foto Nº 2-14: Frente Secundario Noroeste**



Foto N° 2-15: Frente Secundario Suroeste

#### 4.4- MUESTREO

En esta cantera se extrajeron muestras de 3 canaletas diferentes, que a continuación se detallan:

##### **CANALETA N° 1** (Muestra N° 1)

Canaleta ubicada en el lateral derecho del frente (hacia el norte)  
 Altura total muestreada de la Canaleta 1 (C1) 3,80 m

Dicha canaleta se realizó en 2 tramos debido a la altura del frente de explotación:

Altura inferior	Desde 0 m - 2,10 m
Altura Superior	Desde 2,10 m – 3,80 m

##### PERFIL

Capa superior (tierra y áridos mezclados)	1,50 m
Capa superior muestreada	1,10 m
Capa con material grueso no muestreado	1,20 m
Capa intermedia muestreada	0,60 m
Capa inferior muestreada	2,10 m

##### **CANALETA N° 2** (Muestra N° 2)

Canaleta ubicada en el lateral izquierdo del frente (hacia el sur)

Inferior C2 0-2,23 m  
Superior C2 0,9 m  
Altura Total Muestreada 3,13 m

#### PERFIL

Capa superior (tierra y áridos mezclados)	1,50 m
Capa con material grueso no muestreado	1,00 m
Capa intermedia muestreada	0,90 m
Capa inferior muestreada	2,23 m

#### **CANALETA Nº 3** (Muestra Nº 3)

Canaleta ubicada en el frente (hacia el oeste, algo desplazada hacia el lado sur)

Inferior C1 0,85 m  
Medio C1 2,10 m  
Superior C1 1,70 m  
Altura Total Muestreada 4,65 m

#### PERFIL

Capa superior (tierra y áridos mezclados)	1,50 m
Capa superior no muestreada	5,85 m
Capa con material grueso intercalado no definido	
Capa inferior muestreada	4,65 m

### **4.5- ANALISIS GRANULOMETRICO**

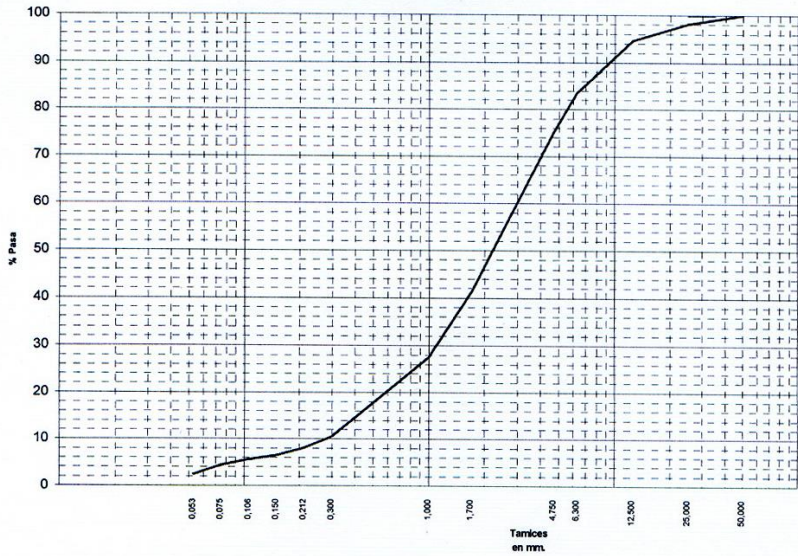
Los gráficos Nº 2, 3 y 4 muestran las curvas resultantes del análisis granulométrico efectuado a las muestras obtenidas.

En ellas se observa que el material tiene en los tres casos características similares. Predominan los tamaños menores.



**Cantera Espiritu Santo  
Curva granulométrica-Muestra 1-**

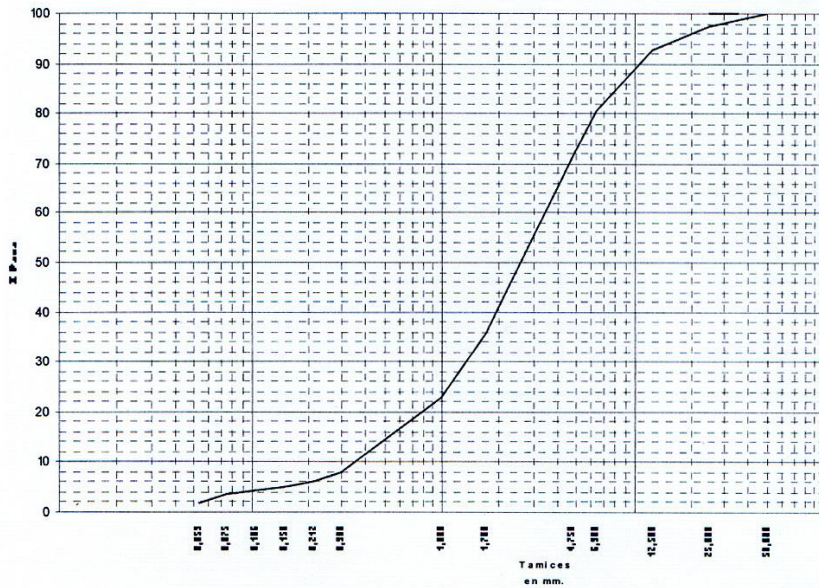
Mallas mm.	% que pasa
0,053	2,46
0,075	4,40
0,106	5,59
0,150	6,49
0,212	8,13
0,300	10,59
1,000	27,59
1,700	41,16
4,750	75,24
6,300	83,59
12,500	94,63
25,000	98,14
50,000	100,00



**Gráfico N° 2-2**

**Cantera Espiritu Santo  
Curva granulométrica-Muestra 2-**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	1,97
0,075	3,51
0,106	4,35
0,150	4,99
0,212	6,11
0,300	7,94
1,000	22,82
1,700	35,60
4,750	71,42
6,300	80,55
12,500	92,91
25,000	97,61
50,000	100,00



**Gráfico N° 2-3**

Cantera Espiritu Santo  
Curva granulométrica-Muestra 3-

Mallas mm.	% que pasa
0,053	1,90
0,075	3,43
0,106	4,30
0,150	4,96
0,212	6,20
0,300	8,46
1,000	27,35
1,700	41,06
4,750	74,84
6,300	83,59
12,500	95,19
25,000	100,00
50,000	100,00

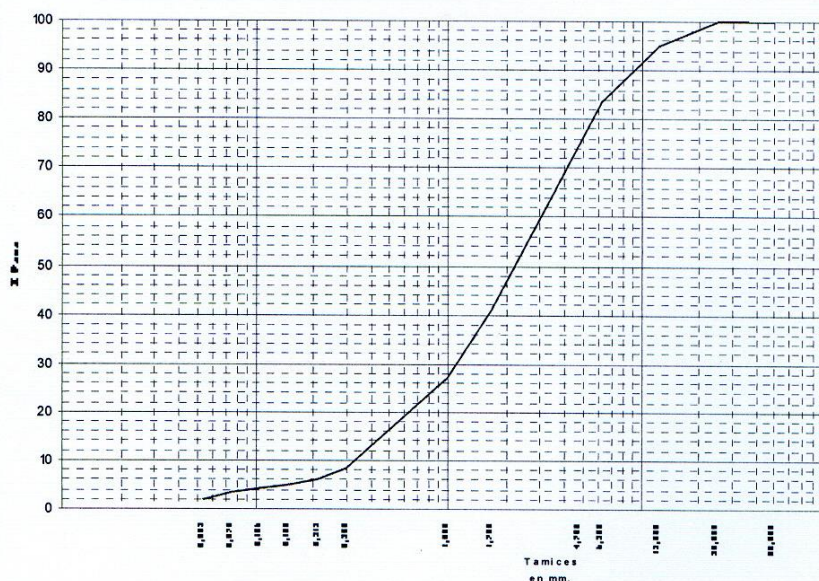


Gráfico N° 2-4

#### 4.6- OBSERVACIONES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

Considerando el ambiente natural, la remoción de la flora para la instalación de este tipo de emprendimiento se tradujo principalmente, en la pérdida de especies autóctonas características de la región fitogeográfica del Chaco.

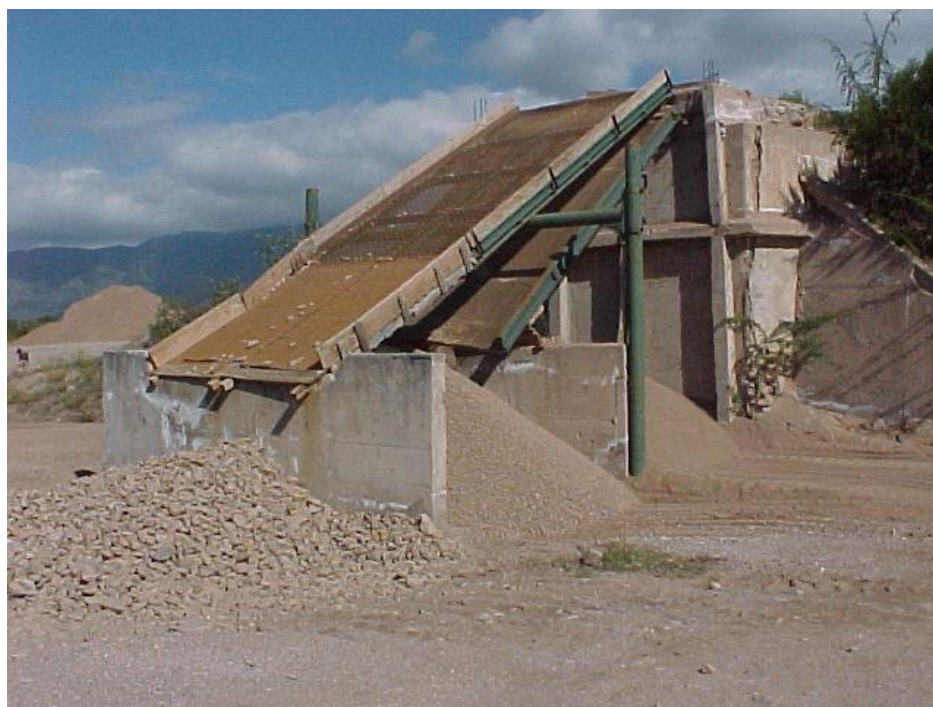
Por otro lado, la modificación del paisaje por la modificación de la topografía al explotar el lóbulo, para la extracción de este tipo de material, fue un factor de perturbación intensa para el sustrato físico (suelo) y biológico (flora y fauna). Los vehículos que transportan el material ejercen un impacto sobre el suelo, afectando la infiltración y porosidad.

Cabe aclarar que la afectación sobre la fauna es anterior a la actividad de la cantera debido a actividades antropicas precedentes y simultáneas en el tiempo.

Se observan “parches” o “islas” de vegetación autóctona entre las labores de extracción. Asimismo, en las barrancas del río, la vegetación también presenta una distribución irregular, es decir, se observan espacios abiertos carentes de especies. Esto se debería a la presencia de ganado.



#### **4.7- PLANTA DE CLASIFICACIÓN**



**Foto N° 2-16: Planta de clasificación**

En esta cantera se ha construido una planta fija de clasificación, compuesta por un conjunto de zarandas vibratorias montadas sobre una estructura de hormigón armado, (ver Foto N° 2-16). Este tipo de instalación no es del todo conveniente para este tipo de explotación, en el que el transporte dentro de la cantera debe ser relativamente corto.

### **5- CANTERA LAS GARROCHAS**

#### **5.1- UBICACION Y ACCESO**

La cantera se emplaza sobre el lecho del Río Las Garrochas, afluente del Río Las Talas, a unos 6 km hacia el Sur de la Ciudad Capital.

A la misma se accede por la ex Ruta 38 (Sur), luego de transitar 3,2 km desde la Av. Felix de la Colina, se toma luego al Oeste por una huella en buen estado de transitabilidad de 2 km de longitud.

#### **5.2- FRENTE DE EXPLOTACIÓN**

En la cantera Las Garrochas se han observado tres frentes de explotación: uno próximo a la margen derecha del río, otro en la parte central y el otro en la confluencia con el Río Las Talas.



**Foto N° 2-17**



**Foto N° 2-18**

El frente activo al momento del relevamiento, se ubica en la confluencia de los ríos Las Garrochas y Las Talas.

La altura del frente oscila entre 1,80 y 2 m. Al momento de la visita, los volúmenes extraídos eran escasos y se extendían fundamentalmente hacia el Río Las Talas.

Las fotos N° 2-17 y 2-18 muestran el punto de trabajo y las características del material extraído.

### **5.3- CARACTERIZACION GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA**

La cantera esta emplazada en el ambiente geomorfológico de bajada pedemontana de la sierra de Velasco en la llanura aluvial del Río Las Garrochas que desciende por esta bajada.

Aguas arriba de la cantera, a 500 m. aproximadamente, el río tiene un ancho de 5 m. y las barrancas alcanzan una altura de 1 m. y forman parte de la llanura aluvial pedemontana. Suele observarse aglomerado de material grueso con poca selección. Aguas abajo, están cubiertas o constituidas por material limo arenoso (limo loessoide).

Predominan los bancos de aglomerado con bloques de gran tamaño, de 15 a 50 cm., con matriz sostén con disposición caótica que correspondería a períodos de avenida o crecida. Alternan con períodos de tranquilidad fluvial, donde el material es grava fina a gruesa con estructura planar, imbricación y algunos bancos de material fino. Se puede hablar de ciclos granocrecientes.

### **5.4- MUESTREO Y ANALISIS GRANULOMETRICO**

Se extrajeron muestras por medio de canaletas, efectuadas en cada uno de los tres frentes, y se realizó el correspondiente análisis granulométrico.

Los Gráficos N° 2-5, 2-6 y 2-7, muestran el resultado y las curvas granulométricas respectivas.

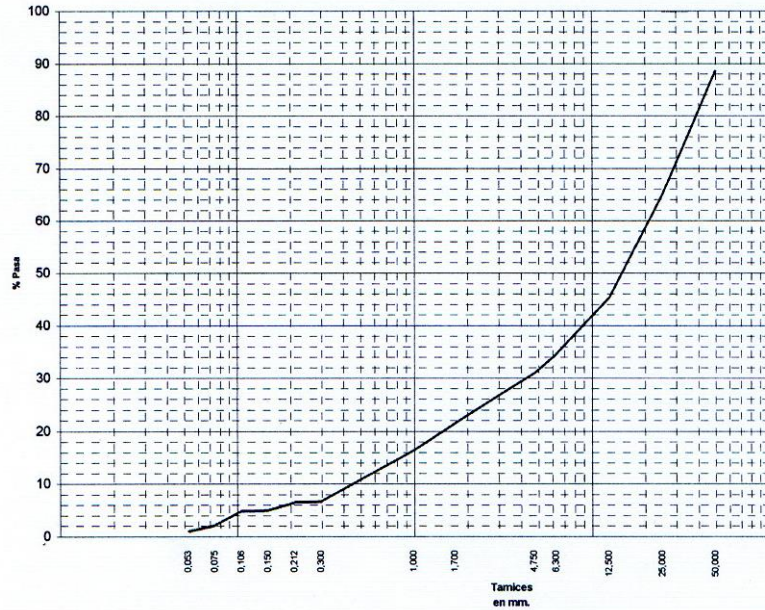
De la observación de las curvas granulométricas se concluye la baja selección que presenta el material de la cantera Las Garrochas, propia de un río de bajada aluvial con poco transporte.

Los materiales que pueden obtenerse son predominantemente gruesos, en las fracciones menos requeridas por el mercado local.



**Cantera Las Garrochas**  
**Curva granulométrica-Canaleta 1-Muestra 4-**

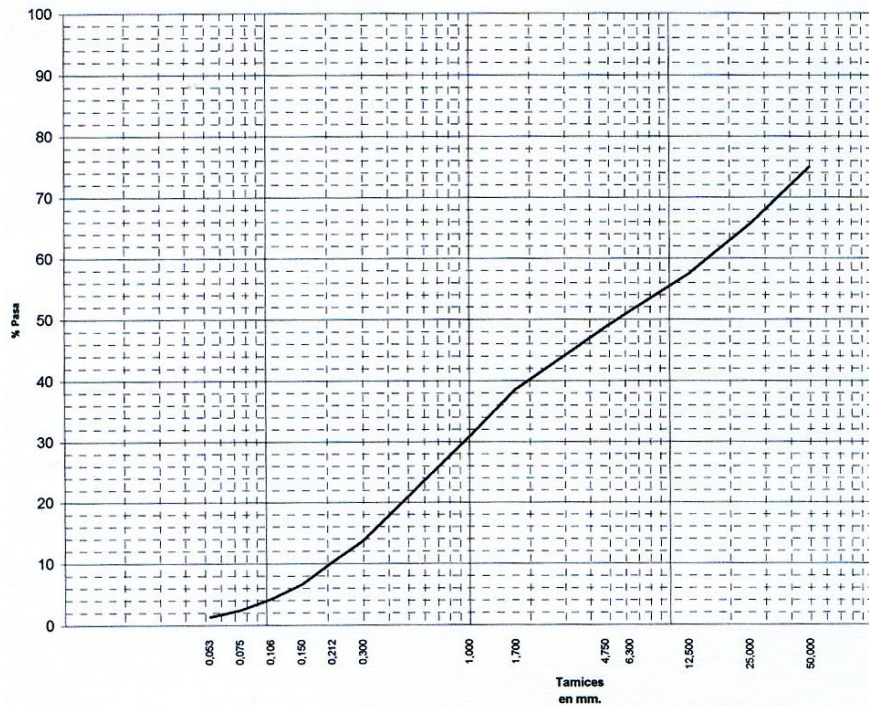
Mallas mm.	% que pasa
0,053	1,05
0,075	2,24
0,106	4,82
0,150	5,04
0,212	6,57
0,300	6,72
1,000	16,39
1,700	21,46
4,750	30,94
6,300	34,53
12,500	45,24
25,000	64,95
50,000	88,58



**Gráfico N° 2-5**

**Cantera Las Garrochas**  
**Curva granulométrica-Canaleta 2-Muestra 5-**

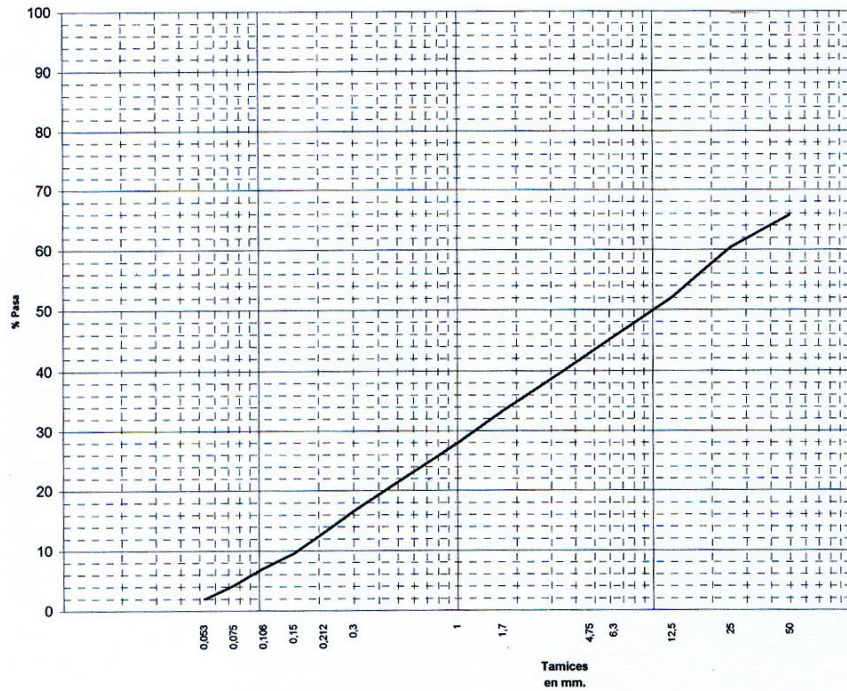
Mallas mm.	% que pasa
0,053	1,37
0,075	2,47
0,106	4,25
0,150	6,63
0,212	10,22
0,300	13,73
1,000	30,75
1,700	38,62
4,750	48,60
6,300	51,22
12,500	57,46
25,000	65,48
50,000	74,99



**Gráfico N° 2-6**

**Cantera Las Garrochas**  
**Curva granulométrica-Canaleta 3-Muestra 6-**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	2,00
0,075	4,27
0,106	7,06
0,150	9,52
0,212	13,03
0,300	16,61
1,000	27,92
1,700	33,28
4,750	42,86
6,300	45,56
12,500	52,05
25,000	60,35
50,000	65,78



**Gráfico N° 2-7**

## 5.5- EXPLOTACION

Con respecto a explotación, la extracción de áridos se realiza mediante pala cargadora frontal. La carga se efectúa sobre camiones comunes.

Las operaciones son las habituales en este tipo de explotación y que ya fueran descritas.

## 5.6- PLANTA DE TRATAMIENTO

Se prevé la construcción de una planta de clasificación en terrenos propios y cercanos al yacimiento.

La misma, constará de zaranda vibratoria, sin lavado de finos. No se incorporará etapa de trituración.

## 5.7- OBSERVACIONES SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL

Considerando el ambiente natural, la remoción de la flora para la instalación de este tipo de emprendimiento se traduce principalmente, en la pérdida de especies autóctonas de gran valor, características de la región fitogeográfica del Chaco.

Al momento de la visita, el avance de la explotación no había alcanzado gran desarrollo, y por lo tanto, el impacto ambiental no es altamente significativo.

## **6- CANTERA “EL MINERO”**

### **6.1- UBICACION Y ACCESO**

La cantera de áridos “El Minero” es propiedad de la empresa AFEMA SA. Se encuentra ubicada al Este de la Ciudad de la Rioja, a unos 6 Km. Aproximadamente.

Se accede a la misma desde la Ruta Nacional N° 38, se toma al Este, por un camino consolidado, en la entrada a la finca *Villa Regina*.

La cantera se emplaza sobre el campo *El Minero*, el que cuenta con una superficie aproximada de 28 has.

### **6.2- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA – GEOMORFOLÓGICA**

El cono aluvial de la Ciudad de La Rioja corresponde a una Unidad de edad pliocena actual, que se dispone discordantemente sobre el basamento ígneo metamórfico de la Sierra del Velasco.

Dentro de este ámbito aluvial podemos ubicar a la Cantera “El Minero” en la llanura aluvial distal.

Es típico de la llanura aluvial distal, el desarrollo de amplias llanuras de inundación, donde el sistema fluvial divaga generando depósitos de granos finos (granos y limos), típicos de depósitos trácticos de mediana a baja energía, con escaso desarrollo de barras y alto porcentaje de depósitos de decantación que forman cuerpos tabulares típicos del elemento OF (Mall, 1987).

### **6.3- EXPLOTACION.**

El sistema de Explotación utilizado corresponde a la metodología de explotación a Cielo Abierto. Se realiza el arranque de los materiales por excavación con palas cargadoras frontales desde un frente de material vertical de aproximadamente unos 5 metros de altura.





Foto N° 2-19

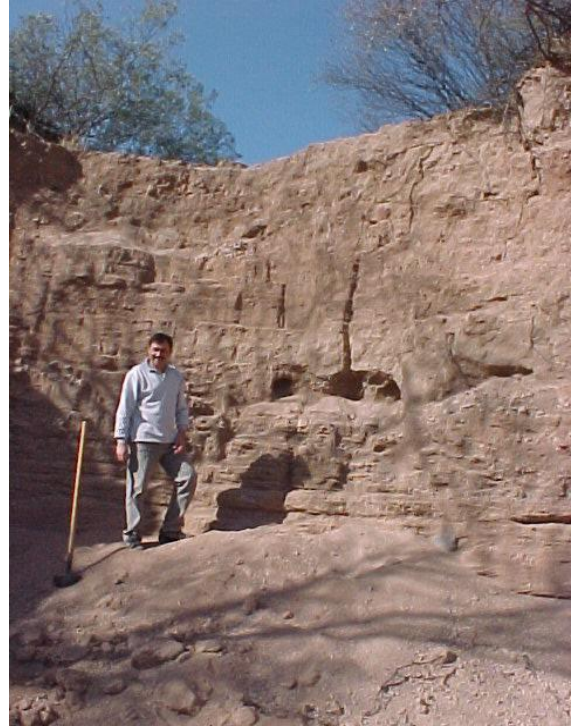


Foto N° 2-20



Foto N° 2-21



Foto N° 2-22



Foto N° 2-23

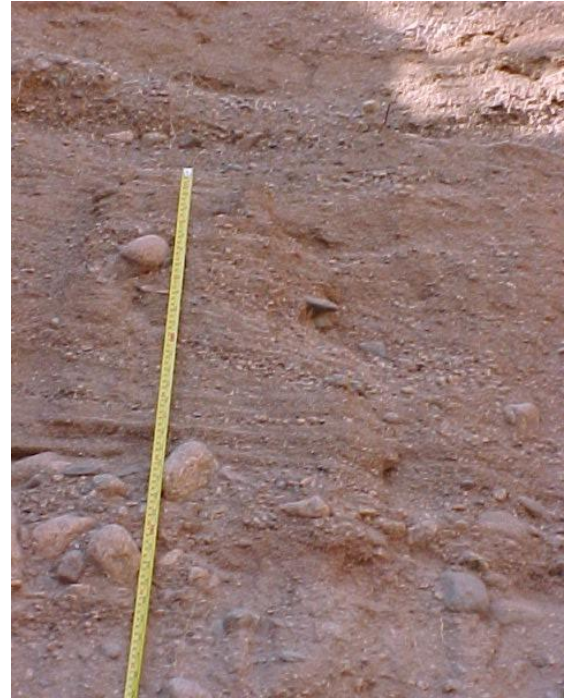


Foto N° 2-24

Se efectúa la posterior descarga sobre camiones con volquete, de una capacidad aproximada de 10 toneladas cada uno. Es una operación sencilla, en la que se utiliza una pala cargadora frontal con un balde de 2 m<sup>3</sup>.

La explotación ha producido un pozo o *pit* que en algunos lugares alcanza los 10 metros de profundidad. Actualmente tiene una longitud de unos 200 metros de por unos 100 metros de ancho.

#### 6.4- MUESTREO

Se realizó un muestreo por canaletas. El material, por su volumen, fue cuarteado en el lugar.

Las Fotos N° 2-19 a 2-24, corresponden al muestreo de los diferentes frentes de esta cantera.

Existe un frente secundario, Foto N° 2-25, en el que se observa una explotación aterrazada, con bancos en distintos niveles. En otro sector se observa que el encape arcilloso tiene una potencia de 2 m (ver Foto N° 2-26). Este material se retira antes de avanzar con la explotación del sector.





**Foto N° 2-25: frente secundario, explotación aterrazada**

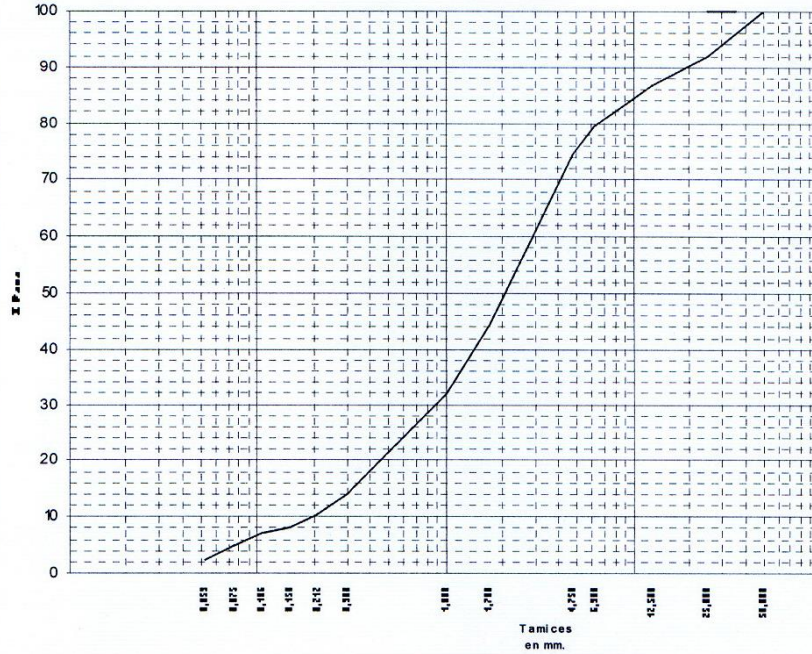


**Foto N° 2-26: Encape**

## **6.5- ANALISIS GRANULOMETRICO**

**Cantera AFEMA**  
**Curva granulométrica-Canaleta 1-Muestra 1-**  
**Sector Este (h=2,80)**

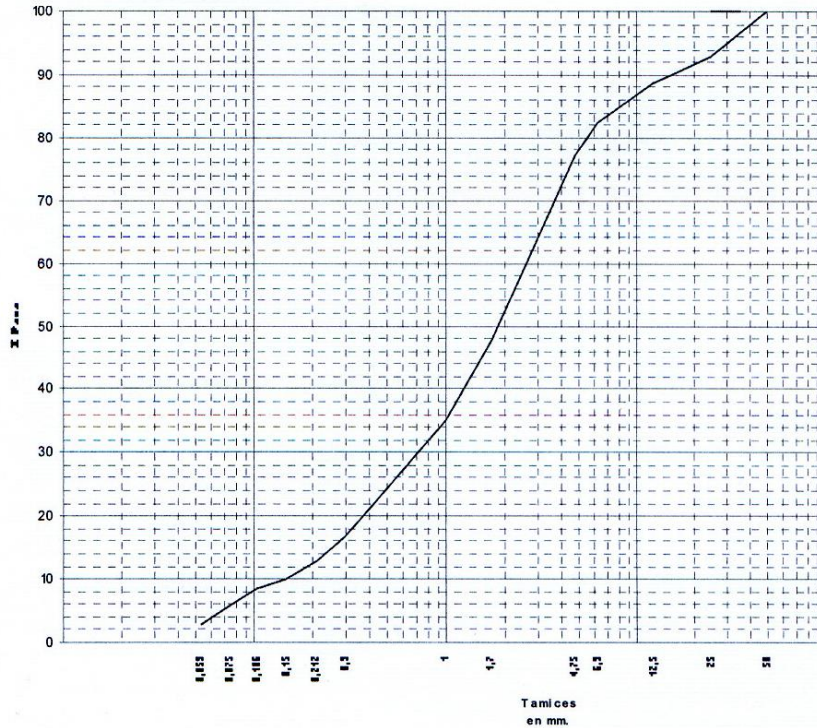
Mallas mm.	% que pasa
0,053	2,37
0,075	4,78
0,106	7,06
0,150	8,26
0,212	10,40
0,300	13,82
1,000	31,76
1,700	44,23
4,750	74,28
6,300	79,54
12,500	86,72
25,000	92,01
50,000	100,00



**Gráfico N° 2-5**

**Cantera AFEMA**  
**Curva granulométrica-Canaleta 1-Muestra 1-**  
**Sector Este (h=1,70)**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	2,83
0,075	5,69
0,106	8,43
0,150	10,13
0,212	12,73
0,300	16,57
1,000	34,87
1,700	47,40
4,750	76,82
6,300	82,42
12,500	88,63
25,000	93,04
50,000	100,00

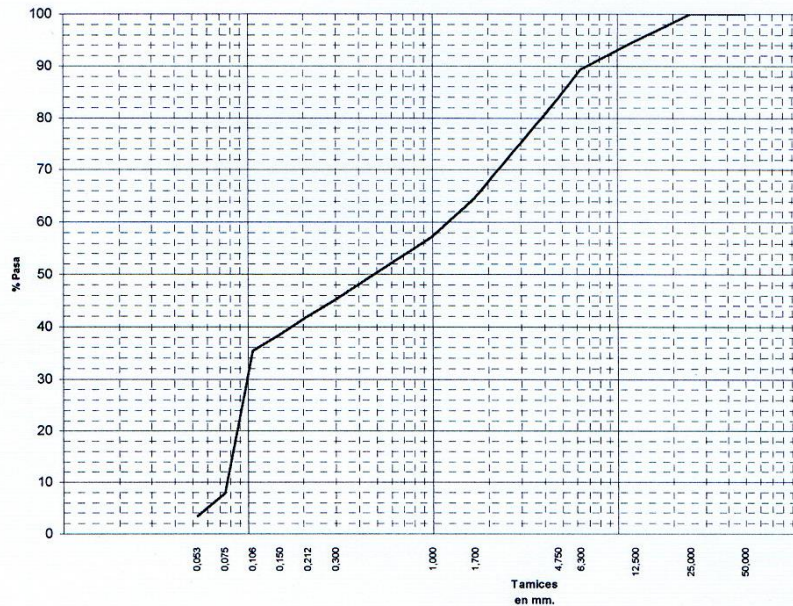


**Gráfico N° 2-6**



**Cantera AFEMA**  
**Curva granulométrica-Canaleta 1-Muestra 1-**  
**Sector Norte**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	3,37
0,075	7,87
0,106	35,34
0,150	38,55
0,212	41,98
0,300	45,16
1,000	57,29
1,700	64,60
4,750	83,67
6,300	89,29
12,500	94,81
25,000	100,00
50,000	100,00



**Gráfico N° 2-7**

Las dos primeras curvas corresponden a una misma canaleta. La muestra se dividió en dos para su mejor manipulación. Ambas capas presentan curvas granulométricas similares.

La tercera muestra corresponde al sector Norte. En este lugar se obtiene una cantidad muy elevada de un material muy fino.

## **6.6- IMPACTO SOBRE LA FLORA Y LA FAUNA**

### **6.6.1- Grado de afectación de la Flora**

El impacto principal que provocó este tipo de explotación minera fue la eliminación directa de la cubierta vegetal ocasionada por las operaciones de excavación y los acopios de los materiales.

Como consecuencia se produjo un cambio en la biocenosis, es decir la pérdida de ciertas especies y colonización del espacio por otras, generalmente de menor calidad.

También se verá dificultado el proceso de regeneración como consecuencia de la modificación de la textura y estructura del suelo, y habrá una disminución de la producción por modificación del vigor vegetativo del suelo.

Al eliminarse la vegetación ripícola se producirá un aumento de la erosión y de la carga sólida, modificándose el lecho del río y la dinámica fluvial.

### **6.6.2- Grado de afectación de la Fauna**

La principal alteración fue la modificación del ambiente natural y la eliminación de hábitats y zonas utilizadas para fines específicos (anidamiento, caza, refugios, etc.).

La eliminación de la vegetación seguramente, provocó cambios en las pautas de comportamiento, lo que significa que, inevitablemente, se alteran determinadas conductas en la alimentación, se producen desplazamientos hacia otros medios similares y menos alterados, con el objeto de encontrar sitios aptos para la alimentación, reproducción, nidificación (en el caso de las aves).

Todas estas alteraciones se acentúan con las perturbaciones causadas por ruidos, tráfico de maquinaria pesada, creación de infraestructura, presencia física del hombre, entre otros.

### **6.6.3- Impacto sobre los procesos ecológicos**

Modificaciones estructurales y dinámicas

La actividad transforma el medio natural y como consecuencia, las condiciones del nuevo medio, una vez finalizada la explotación, diferirán considerablemente con las del medio inicial, y además serán desfavorables para la flora y la fauna.

Los impactos más importantes sobre los procesos ecológicos indispensables para la flora y fauna son: alteración de cadenas alimentarias, alteración de ciclos de reproducción alteración o ruptura de vías migratorias, modificaciones de pautas de comportamiento, perturbaciones por luces, ruidos, etc.

## **7-. CANTERA ARENAS DEL SUR**

### **7.1- UBICACIÓN**

Este yacimiento de áridos está ubicado en el sector sudeste de la ciudad Capital de la Provincia de La Rioja. Se llega partiendo del control caminero de la Ruta Nacional 38 (Acceso Sur) hasta encontrar la Ruta Provincial 25; por esta ruta se avanza 2 km. hasta encontrar un camino lateral en la margen izquierda, y por dicho camino a 1, 5 km. se halla la cantera Arenas del Sur.

### **7.2 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOMORFOLÓGICA**

La cantera se ubica en depósitos aluvionales correspondientes a cursos fluviales del régimen temporario ubicados en la parte media del cono aluvial del Río Los Sauces.

### 7.3- MUESTREO

Se extrajeron muestras en diversos sectores, empleando un criterio selectivo. El material, que por sus características no es explotable, no es incorporado a la muestra, aunque se registra su potencia.

Durante la explotación, esta capa es retirada y depositada en otro sector de la cantera.

#### MUESTRA N° 1

La canaleta corresponde al lateral izquierdo (al Sur) del frente Oeste de la cantera. La altura del frente es del orden de los 5 metros.

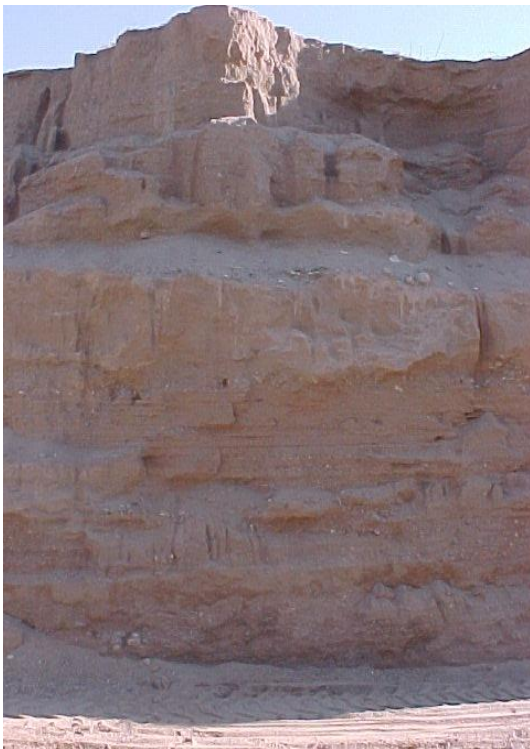


Foto N° 2-27



Foto N° -2-28





Foto Nº 2-29

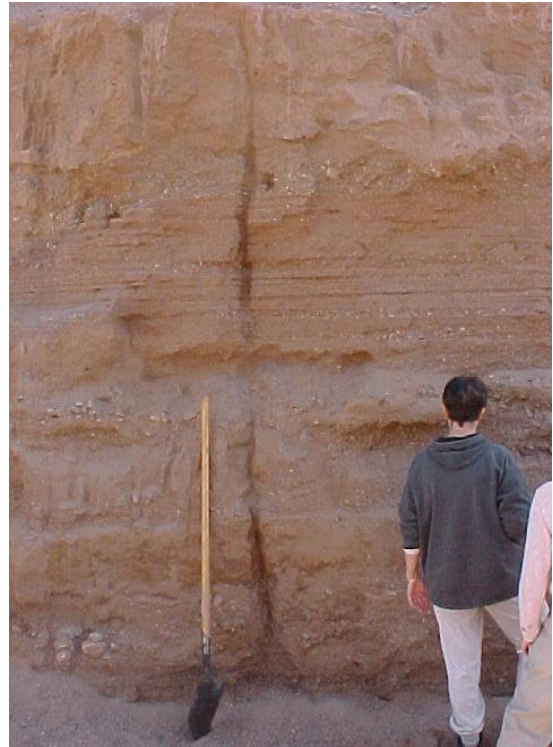


Foto Nº 2-30



Foto Nº 2-31

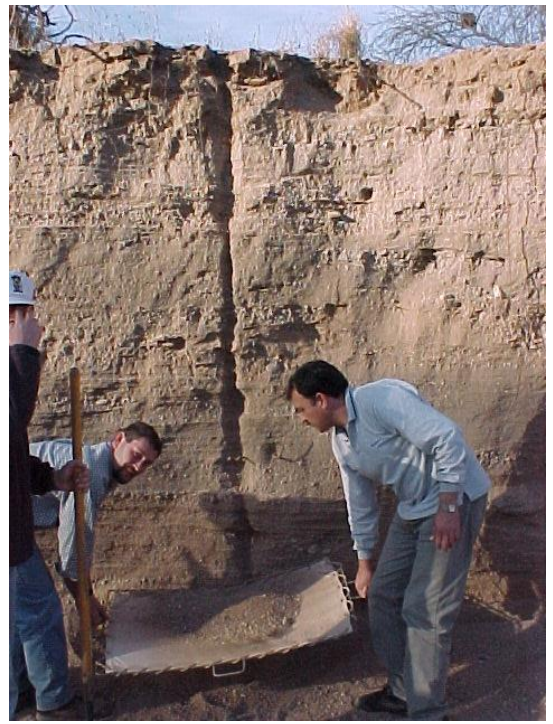


Foto Nº 2-32



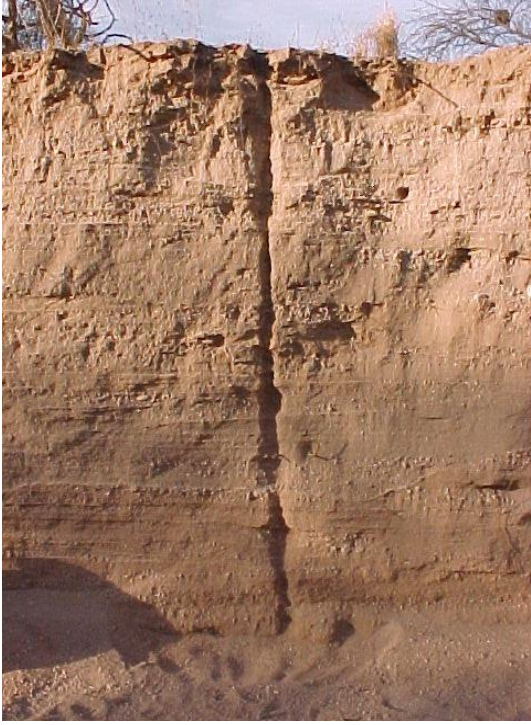


Foto N° 2-33



Foto N° -2-34



Foto N° 2-35

Debido al gran volumen de las muestras extraídas, se realiza el cuarteo en la misma cantera para trasladar al laboratorio una fracción que pueda ser manipulada sin inconvenientes.

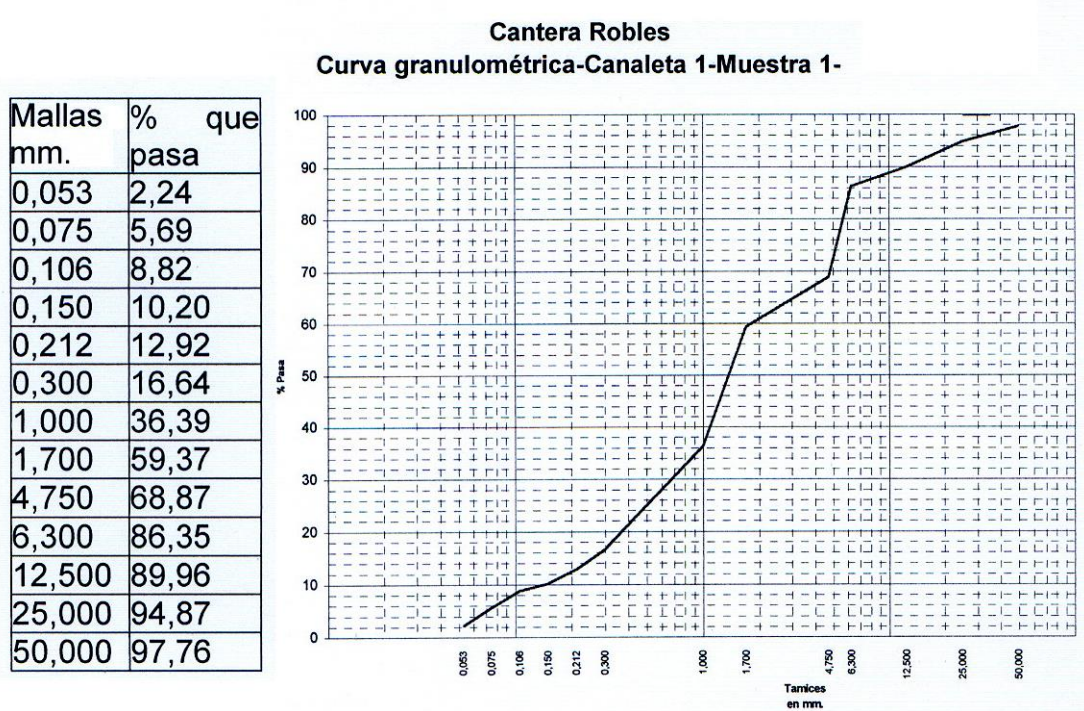
El frente relevado en esta operación, antes y después del muestreo, se observa en las Fotos N° 22-7 a 2-29.

## MUESTRA N° 2

Corresponde al sector Este, también como se observa en las Fotos N° 2-30 a 2-35.

## 7.4- ANALISIS GRANULOMETRICO

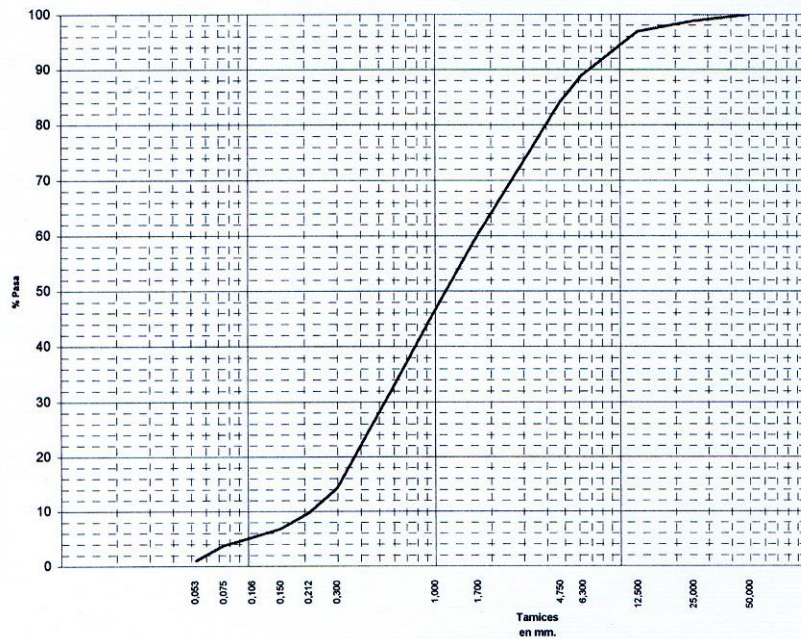
Los gráficos N° 8 y 9 muestran los resultados del análisis granulométrico realizado.





**Cantera Robles**  
**Curva granulométrica-Canaleta 2-Muestra 2-**

Mallas mm.	% que pasa
0,053	1,01
0,075	3,85
0,106	5,28
0,150	6,87
0,212	9,80
0,300	14,32
1,000	46,53
1,700	60,24
4,750	84,06
6,300	89,07
12,500	96,92
25,000	98,81
50,000	100,00



**Gráfico N° 2-9**

## 7.5- EXPLOTACIÓN

Los frentes de explotación tienen dimensiones variables que alcanzan hasta los 10 m. de altura.

La extracción se ha iniciado en el cauce del río y se ha extendido al ámbito del cono aluvial. Se realiza con pala cargadora frontal y camión volcador. El material extraído del frente de explotación es transportado a la planta de procesamiento que tiene una tolva alimentadora de 9 m<sup>3</sup> de capacidad.

## 7.6- EVALUACIÓN DEL GRADO DE PERTURBACIÓN

En lo referente a las alteraciones, tal vez la más importante que se ha producido en este caso, es la constituida por el impacto visual y la modificación del paisaje.

Entre las acciones que han causado un impacto importante figuran la excavación en sí, el uso de maquinaria pesada para llevarla a cabo, el transporte del material, el proceso de clasificación de los áridos y el acopio del material, entre otras.

Se observa pérdida de la vegetación autóctona. Esta ha traído consigo otros efectos de gran importancia como ser la erosión del terreno, el impacto visual, etc.

### **7.6.1- Grado de afectación de la flora**

El impacto principal que provocó este tipo de explotación minera fue la eliminación directa de la cubierta vegetal ocasionada por las operaciones de excavación y los acopios de los materiales.

Como consecuencia se produjo un cambio en la biocenosis, es decir la pérdida de ciertas especies y colonización del espacio por otras, generalmente de menor calidad.

También se verá dificultado el proceso de regeneración como consecuencia de la modificación de la textura y estructura del suelo, y habrá una disminución de la producción por modificación del vigor vegetativo del suelo.

Al eliminarse la vegetación ripícola se producirá un aumento de la erosión y de la carga sólida, modificándose el lecho del río y la dinámica fluvial.

### **7.6.2- Grado de afectación de la fauna**

La principal alteración fue la modificación del ambiente natural y eliminación de sus hábitats y de otras zonas utilizadas para fines específicos (anidamiento, caza, refugios, etc.) producido por la eliminación de la vegetación.

Esto, seguramente, provocó cambios en las pautas de comportamiento, lo que significa que, inevitablemente, se alteran determinadas conductas en la alimentación, se producen desplazamientos hacia otros medios similares y menos alterados, con el objeto de encontrar sitios aptos para la alimentación, reproducción, nidificación (en el caso de las aves), invasión de nuevas especies y desplazamiento de otras al ocupar su nicho ecológico, alteración de las poblaciones, aislamiento de especies o individuos, etc.

Todas estas alteraciones se deberán, principalmente a las perturbaciones causadas por ruidos, tráfico de maquinaria pesada, creación de infraestructura, presencia física del hombre, entre otros.

## **7.7- IMPACTO SOBRE LOS PROCESOS ECOLÓGICOS**

### **7.7.1- Modificaciones estructurales y dinámicas**

La actividad transforma el medio natural y como consecuencia, las condiciones del nuevo medio - una vez finalizada la explotación - diferirán considerablemente con las del medio inicial, y además serán desfavorables para la flora y la fauna.

Los impactos más importantes sobre los procesos ecológicos indispensables para la flora y fauna son: alteración de cadenas alimentarias, alteración de ciclos de reproducción alteración o ruptura de vías migratorias, modificaciones de pautas de comportamiento, perturbaciones por luces, ruidos, etc.



# Capítulo 3

## RELEVAMIENTO DE AREAS POTENCIALMENTE APTAS PARA LA EXTRACCIÓN DE ARIDOS

### 1- INTRODUCCION

Es indudable que las nuevas canteras deberán localizarse en un radio mayor a la expectativa de crecimiento de la ciudad en al menos 20 años. También es real que las distancias de transporte que permiten, con la consideración de un costo razonable, no son muy altas si se quiere mantener el costo actual de referencia de estos materiales.

Los aspectos mencionados en el párrafo anterior finalmente deben combinarse con la existencia de lugares aptos, en cuanto a disponibilidad del material demandado, para futuras explotaciones.

Hacia el Este de la ciudad, se presenta material mas clasificado, pero de granulometría sumamente baja, con encapes de suelo generalmente aptos para cultivo y sumamente espesos. Esta dirección, para alejarse de la ciudad y localizar nuevas canteras de áridos, queda descartada.

Las direcciones de relocalización al Norte o al Sur de la ciudad son más aconsejables, desde el punto de vista de la granulometría a obtener en eventuales explotaciones.

De estas dos direcciones, Norte y Sur, se ha considerado que la segunda, por estar atravesada con ríos estivales que pueden efectuar aportes ocasionales que restituyan tanto el material como el relieve de las áreas explotadas, es la más conveniente.

No obstante lo dicho, se han realizado relevamientos en ambas direcciones.

### 2- ZONA AGRÍCOLA RIOJANA

#### 2.1- UBICACIÓN Y ACCESO



La zona de estudio se encuentra en la llanura pedemontana, a 10 Km al Este del pie de la Sierra del Velasco, desde donde se verifica una pendiente del 1%, horizontalizándose hasta un 0.5%.

Se accede a la misma por la Ruta Nacional N° 38, acceso Sur, por la que se recorren 28 Km hasta la entrada al emprendimiento productivo Agrícola Riojana. Desde allí se recorren a 5 Km al Este.

Las coordenadas geográficas correspondientes a la entrada son:

29° 41' 31" latitud Sur  
66° 50' 48" longitud Oeste

## 2.2- AMBIENTE NATURAL

### 2.2.1- Suelo

La zona se encuentra ubicada en la planicie fluvio eólica. Se caracteriza porque no posee estructuras, ni franjas o capas de depositación aluvial. En consecuencia, se considera al suelo como un limo loessoide (González Díaz, 1987), similar a los suelos descriptos por Fidalgo para la Formación Huillapima en Catamarca. Se trata de material aluvial con intervención de procesos eólicos.

Para la zona comprendida entre Talamuyuna y Ampiza (al Suroeste del área estudiada), hay menor predominio de la fracción arenosa, aunque el patrón general es limo loessoide no estructurado.

*Larrea cuneifolia* (C.S.P. 24,9 %), es el estrato mas dominante de la estructura vegetal. En el arbóreo, se destaca *Prosopis flexuosa* y en las gramíneas, *Digitaria californica* (C.S.P. 18%), es la más destacada.

El suelo esta ubicado en un paisaje llano, de relieve normal a subnormal, con una pendiente considerada como suave a moderadamente ondulada, gradiente del 1 al 3%, y se forma a partir de los depósitos eólicos–aluviales loessoides.

La granulometría es franco limosa en el horizonte inferior. Se trata de un perfil simple de secuencia A-C, caracterizado por una presencia de capa de duripán, a partir de los 62 cm, y la falta de estructura de los horizontes C. El pH varía, entre ligera a moderadamente alcalino y la reacción al HCl es fuerte en el horizonte C. En la capa del Horizonte III, el porcentaje de CO<sub>3</sub>Ca, es de un 5%. La relación C/N es baja a lo largo de todo el perfil, disminuyendo con la profundidad y muy pobre en contenido de materia orgánica.

Presenta escurrimiento lento, y es moderadamente permeable. Su textura es media (franco limosa), escasamente compactado.

La velocidad de infiltración, entra a régimen casi de inmediato (antes de los 30 minutos), alcanzando un valor de 17,63 mm/hora.

#### **2.2.1.1- Factores formadores de suelo**

**Relieve:** normal /subnormal

**Material originario:** Depósito eólico–aluvial. Aluvial con intervención del viento

**Región natural:** Región ecológica Chaco árido

**Clima:** Régimen de temperatura: Térmico

**Régimen de humedad:** Aridico

**Edad:** Cuaternaria

#### **2.2.1.2- Características y descripción del perfil**

**Secuencia de horizontes:** A1 – C – IIC – IIIC

Clase de pendiente: 2 (del 1 al 3 %)

Grado de escurrimiento: 2 (lento)

Grado de permeabilidad: 4 (moderada)

Clase de drenaje: 3 (moderadamente bien drenado)

Grado de rocosidad: 0 (no hay)

Grado de pedregosidad: 0 (no hay)

Grado de erosión eólica: 0 (no hay)

Grado de erosión hídrica: 1 (ligera)

Peligro de erosión eólica: 0 (no hay)

Peligro de erosión hídrica: 1 (muy leve peligroso)

#### **2.2.1.3- Características internas**

Las características internas del perfil evaluado se resumen en la Tabla N° 3-1.

horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A1	0 – 29	Castaño claro a castaño (7,5 YR 5,5/4) en seco y castaño rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo, franco limosa, bloques subangulares, finos débiles, reacción ligeramente alcalina (ph 7,4). Blando en seco y muy friable en húmedo. No adhesivo y no plástica, sin reacción al HCL, abundantes raíces, límites abrupto y suave
C	29 - 62	Castaño claro a castaño (7,5 YR 5,5/4) en seco y castaño rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo, franco limosa, estructura masiva, reacción química moderadamente alcalina (ph 8,1). Consistencia ligeramente dura en seco y muy friable en húmedo, no adhesivo y no plástico, sin reacción al HCl, raíces comunes, límite abrupto y suave
II	62 - 78	Duripán con reacción violenta al HCl. Consistencia: extremadamente firme en seco y extremadamente firme en húmedo, escasas raíces, límite abrupto y suave
III	78 - 103	Rosa a castaño rojizo claro en seco (5YR 6,5/3) y castaño rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arenoso, estructura de grano suelto, reacción ligeramente alcalina (ph 7,6) suelto en seco y húmedo, no adhesivo, no plástico, muy fuerte reacción al HCl, escasas raíces

Tabla Nº 3-1

#### 2.2.1.4- Clasificación taxonómica:

Orden: Entisol  
Suborden: Fluyent  
Gran grupo: Torrifuvent  
Sub grupo: Torrifuvent Típico  
Familia: Franco limosa

#### 2.2.2- Estado actual de la zona

##### 2.2.2.1- Caracterización del área

Se realizó un recorrido por la zona de interés verificándose los accesos, picadas, huellas, fincas (en producción y desmontes).

A 5,2 Km de la ruta 38 hacia el Este y por una huella en perfecto estado, se arriba a la plantación de olivos perteneciente a la firma comercial Agrícola Riojana, al Norte del mencionado emprendimiento y por huella de regular estado se observan grandes extensiones con desmontes recientes (Fotos N° 3-1 y 3-2).

También se relevó la existencia de una represa y de una línea de alta tensión de 13,2 Kv.



**Foto N° 3-1: Desmonte zona Este (alambrado)**

Al Norte de la picada del camino de acceso se reconoce un área con vegetación natural, en partes muy tupida, y un alambrado en la margen Este de dicha picada.

Un pequeño arroyo atraviesa la huella. Al retomar el camino principal, se encuentra en la margen Sur y a escasos 200 m un arroyo de donde se extrajo una muestra (Foto N° 3-3) ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 29° 41' 45" latitud Sur, 66° 49' 19" longitud Oeste

La distancia entre la entrada a la Agrícola Riojana y el puente del río Talamuyuna es de 1,7 Km, y entre aquella y la Cantera Cano de 2,8 Km.

Es recomendable que la zona comprendida entre la margen Norte del camino de acceso a Agrícola Riojana (4 Km), y la zona paralela a la ruta



nacional N° 38 hacia el Norte (3 Km) se priorice para efectuar reconocimientos más detallados.

Esto es aconsejable en función de los indicios de material que se observan, tanto al Sur del río Talamuyuna como al Norte de la cantera Cano y debido a que por el momento no se encuentra radicado ningún emprendimiento productivo en ese sector.



**Foto N° 3-2: Desmonte zona Este (sin alambrar)**



**Foto N° 3-3: Arroyo margen Sur, toma de muestra.**



**Foto 3-4: Arroyo margen Norte y cárcavas.**

Otra zona de interés resultan son los desmontes perimetrales que pudieran haber sido abandonados por los adjudicatarios de los emprendimientos, que al no poseer cubierta vegetal aumentan la erosión del terreno.

Radical una explotación de áridos en ese lugar sería una opción, aunque debe considerarse la incidencia de la distancia de transporte hasta la ciudad de La Rioja.

### **3- CAMPO LA CALERA**

#### **3.1- UBICACION Y ACCESO**

Se accede a esta zona, por la Ruta Nacional N° 38 acceso Norte, unos 20 Km hasta el puesto policial. Desde allí se toma al Oeste por el ingreso al campo La Calera, propiedad de la firma KAYNE, dedicada al cultivo de algodón.

Luego de transitar unos 4 Km de camino enripiado se llega al casco de la estancia, se rodea esta finca y después de atravesar una meseta se arriba a los antiguos conos.

## **3.2- AMBIENTE NATURAL**

### **3.2.1- Generalidades**

En general las terrazas que abarcan la zona al Norte de la quebrada de La Rioja, son formas de aplanamiento o explanadas de erosión adosadas a los cordones de montaña, con pendientes mayores a 8%. Generalmente formados por rocas sedimentarias, con una cubierta detrítica, cuyo espesor varía de acuerdo a las características litológicas, climáticas y tectónicas.

Se deben distinguir las rampas o glacis de erosión, de los pedimentos. Las primeras son aquellas que se desarrollan en las rocas blandas al pie del relieve estructural; por el contrario, el pedimento, es un glacis modelado en una roca uniformemente dura (basamento cristalino).

Los conos aluviales de distinto tamaño, en función del área de cuenca donde se genera, son coalescentes, forman la unidad geomorfológica "bajadas".

El sector al Norte de la quebrada de La Rioja, según Tineo, el cordón del Velasco, ha sufrido un movimiento diferente, con respecto al sector Sur de la quebrada de La Rioja.

En el lugar donde se encuentra ubicado el campo La Calera (sector Norte), posee mayor altura y quebradas más importantes. Otra evidencia que muestra el movimiento diferencial, es la posición del cono aluvial de la quebrada de La Rioja: pendiente inicial al Este, luego vira hacia el sureste hacia los barreales de Patquía.

Sayago, destaca dos generaciones de conos en las sierras de Ambato–Ancasti, originados bajo una dinámica torrencial, producto del clima actual y los extensos paleoconos, desarrollados bajo una dinámica climática torrencial, considerablemente mayor que la presente, puesto en evidencia por el tamaño de los bloques transportados.

Según González Díaz, al Norte de la Rioja, el pedemonte está integrado por distintos niveles de pedimentos antiguos disectados, no funcionales, y la parte distal, por abanicos aluviales, en cambio al Sur de la capital de La Rioja, no se observan restos de pedimentos y el pedemonte, está integrado por abanicos aluviales coalescentes, que forma una gran bajada hacia la llanura vecina, (en el fondo de las quebradas de los ríos Mal Paso y Colorado, es posible observar el Paganzo dislocado, de características muy arcillosas, probablemente originado en la fracción limo–arcillosa).

En el campo La Calera, los glaciares aparecen como remanentes en el pie de monte del Velasco. Su origen está ligado a condiciones climáticas secas, seguidas por un período más frío. Las explanadas fueron desarrolladas bajo clima árido a semi-árido, merced a la disgregación mecánica-química, y al escurrimiento mantiforme y en surcos.

Sin embargo, la presencia sobre la primitiva superficie de los glaciares de una cubierta cenoglomerádica, cuya potencia se incrementa a medida que se eleva la sierra, indicaría la existencia de episodios fríos, en los que los procesos de remoción en masa, adquirieron gran intensidad y afectaron generalizadamente el modelado del relieve.

El material contenido en los conos, varía en textura desde bloques grandes y groseros en su ápice, hasta material más fino en la parte distal. Se depositan luego capas de distinta granulometría, debido a ciclos de diferente energía del agua de arrastre.

Los cauces son estacionales, debido a la periodicidad de las lluvias. Las vías de escurrimiento son de poco caudal, como el caso del arroyo recorrido en la visita de campo. La vegetación muestra mayor predominio, y corresponden a depresiones angostas "bajos", como se pueden observar en las fotografías adjuntas.

Se reconocen materiales mal seleccionados, constituidos por grandes bloques mezclados con grava, gravilla, y arena gruesa, cementados parcialmente por carbonatos en la base y se disponen al menos 3 niveles de terrazas. Se originaron por derrumbes desde la vertiente del bloque montañoso y en su posterior remoción y transporte fluvial, tienen 5 a 15 m de espesor máximo y constituyen el techo lomadas elaboradas en las rocas precuaternarias, con pendiente suave en dirección al Este.

### **3.2.2- Sedimentos aluviales y gravitacionales**

A lo largo de la falda oriental del Velasco, se dispone una cubierta de sedimentos, que localmente poseen forma cónica, de variadas dimensiones. Se originaron por meteorización física de las rocas, seguida de caída gravitacional y acumulación en la base de las laderas formando conos de derrubio de elevada pendiente (30° perfil de equilibrio).

En la parte baja, inmediata a la base de las montañas, se aprecian sedimentos acumulados por actividad fluvial de numerosos flujos que erodan las rocas aflorantes, integran conos aluviales con crecimientos hacia el exterior, a partir de las bocas de las quebradas. Estos rellenan las llanuras con sedimentos cuya granulometría decrece desde la desembocadura hasta las zonas más alejadas. La potencia aumenta desde unos pocos metros en el contacto con los afloramientos rocosos hasta superar los 400 m en zona llana.



### 3.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA

#### 3.3.1- Caracterización del área

La zona se encuentra muy cubierta de vegetación, que oculta la roca por lo menos en la parte basal. Geomorfológicamente, se tratan de terrazas que tienen una altura de unos 40 m, con una pendiente abrupta que podrían ser relictos de conos antiguos disectados. Tienen una extensión de por lo menos 4 Km en sentido Este–Oeste . (Foto N° 3-5).

En la base se observan clastos gruesos, algo redondeados. Ascendiendo a la terraza, se pueden reconocer niveles con materiales tamaño ripio, aunque la vegetación oculta la roca.

Resulta aconsejable revisar mas minuciosamente alguna terraza con menos vegetación procurando definir la secuencia deposicional

Más al Oeste se decidió seguir un arroyo, que en parte limita la terraza descrita, obteniéndose la muestra (Fotos N° 3-6 y 3-7) en las siguientes coordenadas:

29° 18' 42" de latitud Sur  
66° 51' 35" de longitud Oeste

A lo largo del cauce, se pudo comprobar la presencia de arena bastante limpia.



Foto N° 3-5: Vista a la terraza, desde la huella de acceso.

### 3.3.2- Sedimentos Aterrazados Antiguos

Estos sedimentos aterrazados antiguos se encuentran adosados a la vertiente oriental de la Sierra de Velasco, que se sobreponen al basamento metamórfico como a las rocas sedimentarias de las formaciones del grupo Paganzo y el Estrato de los Llanos.

Se reconocen materiales mal seleccionados, constituidos por grandes bloques mezclados con grava, gravilla y arena gruesa, cementados parcialmente por carbonatos en la base y se disponen al menos 3 niveles de terrazas (Foto N° 3-8).

Estas terrazas fueron originadas por derrumbes desde la vertiente del bloque montañoso y en su posterior remoción y transporte fluvial; tienen 5 a 15 m de espesor máximo y constituyen el techo de lomadas elaboradas en las rocas precuaternarias, con pendiente suave en dirección al Este (Tineo, A.; *et al*, 1982).



Foto N° 3-6: Muestreo de la margen Norte del río.



Foto N° 3-7: Perfil de la zona muestreada

### 3.3.3- Sedimentos Aluviales y Gravitacionales

A lo largo de la falda oriental del Velasco, se dispone una cubierta de sedimentos, que localmente poseen forma cónica, de variadas dimensiones. Se originaron por meteorización física de las rocas, seguida de caída gravitacional y acumulación en la base de las laderas formando conos de derrubio de elevada pendiente ( $30^{\circ}$  perfil de equilibrio).





**Foto N° 3-8: Perfil.**

En la parte baja, inmediata a la base de las montañas, se aprecian sedimentos acumulados por actividad fluvial de numerosos fluvios que erodan las rocas aflorantes, integran conos aluviales con crecimientos hacia el exterior, a partir de las bocas de las quebradas.

Estos rellenan las llanuras con sedimentos cuya granulometría decrece desde la desembocadura hasta las zonas más alejadas. La potencia aumenta desde unos pocos metros en el contacto con los afloramientos rocosos hasta superar los 400 m en zona llana

### **3.4- GEOINDICADORES**

Con el objeto de lograr objetividad en la interpretación de las observaciones, y a modo de criterios de fácil aplicación, se decidió utilizar las características naturales del terreno dotándolas de cierto puntaje o valoración.



A estas características se las llamó geoindicadores y se pueden considerar como un conjunto de aspectos o criterios que se tuvieron en cuenta a la hora de establecer un grado de selección para cada una de las áreas estudiadas.

**Cuadro de resultado**

Pendiente	Grado de Selección	Flora	Explotabilidad	Valor Arqueológico	Calidad Paisajística
1	3	4	2	1	4

Dinámica del Ambiente	Relieve	Grado de Redondeamiento	Suelo	Uso actual del Suelo	Total
4	4	2	3	1	29

## 4- MEDANOS NORESTE

### 4.1- UBICACION Y ACCESO

A la zona de los médanos (por el Norte) se accede por la Ruta Provincial N° 5, hasta el cruce con Ruta Provincial N° 6, y por esa hasta el Pto. San Pedro, desde donde se accede a los puntos donde se ubican los médanos. Ocupan el sector Centro-Este de la capital provincial.

### 4.2- AMBIENTE NATURAL

#### 4.2.1- Suelo

Se trata de una unidad que involucra un campo de dunas que alcanzan alturas de 10 a 70 m, con pasillos de 50/200 m.

Según Sayago, las condiciones climáticas que generaron estas formas, era de una aridez mayor que la actual, luego, con el paso a condiciones más húmedas, las formas dunarias fueron modificadas por el escurrimiento superficial y estabilizadas por la vegetación. Los vientos rumbo E-O, originaron las dunas, en contraste con la predominancia del rumbo N-S, actual.

El aporte de materiales se atribuye a las salinas, barreales, conos aluviales, laderas de las sierras, cauces pluviales, areniscas terciarias, etc.

Para el caso del sector Norte de los médanos, zona de San Pedro/San Rafael, en el conoide del Río Salado, en la desembocadura del río, se produce un amplio abanico, que se intercala con las dunas, mostrando cauces angostos, con la presencia de materiales finos (limos y arcillas), que se depositan entre los médanos.

La especie con dominancia relativa, en lo que respecta al lugar muestreado (campo La Josefa) corresponde a *Goninia paraguariense* (C.S.P.=27,6), siguiéndole *Larrea divaricata* y *Aspidosperma quebracho blanco*.

El suelo corresponde a un área medanosa de relieve suave a moderadamente ondulado (Normal a Subnormal), con pendiente entre 1 a 3%. Los materiales que le dieron origen al suelo, son sedimentos depositados por el viento, de granulometría arenosa a fina.

El perfil presenta una secuencia simple de horizontes A-AC-C, de escaso desarrollo genético y con estructura en bloques y grano suelto. Los horizontes C1 y C2, contienen calcáreos ( $\text{CO}_3\text{Ca}_2$ ), disperso en la roca y un poco más de arcilla.

El pH, aumenta con la profundidad, pasando de una reacción débilmente ácida en el horizonte A, hasta hacerse ligeramente alcalino en el horizonte C.

El contenido de materia orgánica es ínfimo, dado el bajo contenido de C/N (carbono-nitrógeno), asimismo es baja la C.I.C. (valor T). Presenta permeabilidad rápida y escurrimiento medio, los valores de densidad aparente y porosidad del suelo, caracterizan al suelo como compacto y textura media (franco).

#### 4.2.1.1- Clasificación Taxonómica

Orden:	Entisol
Suborden:	<i>Psamment</i>
Gran Grupo:	Torripsamment Típico
<b>Familia:</b>	<b>Arenoso Térmico</b>

#### 4.1.2.2- Factores Formadores de Suelo

Relieve:	Normal/subnormal
Material originario:	Arena eólica
Vegetación natural:	Región ecológica: Chaco árido
Clima:	
Régimen de temperatura:	Térmico
Régimen de humedad	Árido
Edad:	cuaternario

#### 4.1.2.3- Característica y Descripción del Perfil

Secuencia de horizontes:	A1 – AC –C1 – C2
Clase de pendiente:	2 (1 a 3%)
Grado de escurrimiento:	3 (medio)
Grado de permeabilidad:	6 (rápida)
Clase de drenaje:	5 (algo excesivamente drenado)
Grado de jocosidad:	0 (no hay)

Grado de pedregosidad:	0 (no hay)
Grado de erosión eólica:	0 (no hay)
Grado de erosión hídrica:	ligera
Grado de peligro de erosión:	hídrica/eólica 1 (muy leve peligros.)

## 4.2- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA

### 4.2.1- Caracterización del área

La zona relevada pertenece a la región conocida como Llanos Riojanos. Los parajes reconocidos son El Estanquito, San Rafael, San Pedro y Anchico. El drenaje está controlado por el río Salado, abrazando la zona con numerosos cauces, algunos ya abandonados y rellenados con sedimentos cuaternarios.

La cuenca que subyace a la comarca estudiada, está rellena por sedimentitas del Grupo Paganzo, de edad carbónica–pérmica, terciarias y cuaternarios (mayormente médanos), y que fueron confirmadas por descripciones litológicas de perforaciones y por estudios sísmicos realizados por YPF y prospección geoeléctrica.

El primer afloramiento se localizó en el Puesto San Pedro ubicado en el cruce de las rutas provinciales 5 y 6. En la Foto N° 3-9, se puede observar el médano, con su forma típica.

Las coordenadas Geográficas del lugar son:

29° 29' 40" de latitud Sur  
66° 26' 51" de longitud Oeste

Siguiendo el camino hacia el SE, y a 8,2 Km del Puesto San Pedro, se llega al paraje Anchico. En la zona hay una perforación (realizada por el gobierno) que da agua amarga. Los pobladores del lugar consumen agua de un pozo de balde de 24 m.

En la Foto N° 3-10, se observa el médano que aflora en la zona de Anchico.



**Foto N° 3-9: Médano típico.**



**Foto N° 3-10: Vista del médano en el puesto Anchico.**

De regreso a San Pedro, se sigue hacia el paraje San Rafael, por la ruta 6, metros antes del puesto se extrajo una muestra del médano ubicado a 9,8



Km del cruce y ubicado en la siguientes coordenadas geográficas (tomada con GPS):

29° 33' 06" S,  
66°22'39" W  
326 msnm

El sitio relevado se puede observar en la Foto N° 3-11. La altura de los cuerpos medanosos, alcanza los 4 m, y por lo menos se los puede seguir a lo largo del rumbo, por más de 1 Km.

Presenta una granulometría homogénea, con materiales de tamaño arena fina a muy fina.

#### **4.2.2- Geoindicadores**

La aplicación de los geoindicadores ya descritos dan los siguientes resultados:



**Foto N° 3-11: Médanos en la zona de San Rafael.**

### Cuadro de resultado

Pendiente	Grado de Selección	Flora	Explotabilidad	Valor Arqueológico	Calidad Paisajística
1	1	1	1	1	2

Dinámica del Ambiente	Relieve	Grado de Redondeamiento	Suelo	Uso actual del Suelo	Total
3	2	1	0	0	13

## 5- MEDANOS SURESTE

### 5.1- UBICACION Y ACCESO

Se llega a la zona de los médanos por la Ruta Nacional N° 38 (acceso Sur) hasta el cruce con la Ruta provincial N° 25, que va a la localidad de La Ramadita.

A partir de este cruce se recorren 43 Km por la ruta 25 hasta el puesto Bajo Hondo donde se observan los primeros médanos, extendiéndose éstos por 7 Km, aproximadamente.

### 5.2- AMBIENTE NATURAL: GENERALIDADES

#### 5.2.1- Suelo

Se trata de una unidad que involucra un campo de dunas que alcanzan alturas de 10 a 70 m, con pasillos de 50/200 m.

Según Sayago, las condiciones climáticas que generaron estas formas, eran de una aridez mayor que la actual, luego, con el paso a condiciones más húmedas, las formas dunarias fueron modificadas por el escurrimiento superficial y estabilizadas por la vegetación. Los vientos rumbo E-O, originaron las dunas, en contraste con la predominancia del rumbo N-S, actual.

El aporte de materiales se atribuye a las salinas, barreales, conos aluviales, laderas de las sierras, cauces pluviales, areniscas terciarias, etc.

Para el caso del sector Norte de los médanos, zona de San Pedro/San Rafael, el conoide del Río Salado, en la desembocadura del río, se produce un amplio abanico, que se intercala con las dunas, mostrando cauces angostos, con la presencia de materiales finos (limos y arcillas), que se depositan entre los médanos.

La especie con dominancia relativa, en lo que respecta al lugar muestreado (campo La Josefa) corresponde a *Goninia paraguariense* (C.S.P.=27,6), siguiéndole *Larrea divaricata* y *Aspidosperma quebracho blanco*.

El suelo corresponde a un área medanosa de relieve suave a moderadamente ondulado (Normal a Subnormal), con pendiente entre 1 a 3%. Los materiales que le dieron origen al suelo, son sedimentos depositados por el viento, de granulometría arenosa a fina.

El perfil presenta una secuencia simple de horizontes A–AC–C, de escaso desarrollo genético y con estructura en bloques y grano suelto. Los horizontes C1 y C2, contienen calcáreos ( $\text{CO}_3\text{Ca}_2$ ), disperso en la roca y un poco más de arcilla.

El pH, aumenta con la profundidad, pasando de una reacción débilmente ácida en el horizonte A, hasta hacerse ligeramente alcalino en el horizonte C.

El contenido de materia orgánica es ínfimo, dado el bajo contenido de C/N (carbono–nitrógeno), asimismo es baja la C.I.C. (valor T). Presenta permeabilidad rápida y escurrimiento medio, los valores de densidad aparente y porosidad del suelo, caracterizan al suelo como compacto y textura media (franco).

### 5.2.2- Clasificación Taxonómica

Orden:	Entisol
Suborden:	<i>Psamment</i>
Gran Grupo:	Torripsamment Típico
<b>Familia:</b>	<b>Arenoso Térmico</b>

### 5.2.3- Factores Formadores de Suelo

Relieve:	Normal/subnormal
Material originario:	Arena eólica
Vegetación natural:	Región ecológica: Chaco árido
Clima:	
Régimen de temperatura:	Térmico
Régimen de humedad:	Árido
Edad:	cuaternario

### 5.2.4- Característica y Descripción del Perfil

Secuencia de horizontes:	A1 – AC –C1 – C2
Clase de pendiente:	2 (1 a 3%)
Grado de escurrimiento:	3 (medio)
Grado de permeabilidad:	6 (rápida)
Clase de drenaje:	5 (algo excesivamente drenado)
Grado de jocosidad:	0 (no hay)
Grado de pedregosidad:	0 (no hay)
Grado de erosión eólica:	0 (no hay)

Grado de erosión hídrica\_ ligera  
 Grado de peligro de erosión: hídrica/eólica 1 (muy leve peligr.)

### 5.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA

#### 5.3.1- Caracterización del área

En la Foto N° 44, se puede ver la zona de estudio. Se trata de depósitos eólicos que afloran al sureste de la ciudad capital de La Rioja. Estos se han originado por el transporte del viento conformando una cubierta de médanos con formas irregulares, de altura variable, fijadas por vegetación.

El volumen de material no pudo ser calculado, pero a simple vista presupone gran cantidad de material fino.

El material observado es bastante homogéneo. Se extrajo una muestra despejando la capa superficial. La extensión en el sentido longitudinal es importante, en otra etapa de exploración se deberá recorrer con mayor detalle.

La altura estimada, es de unos 4 m. El rumbo de los médanos es variable en sentido N-S.

Las Fotos N° 3-12 a 3-14, ilustran una vista panorámica del área relevada y la extensión de los médanos. También se puede observar la picada sísmica realizada por la empresa YPF.

#### 5.3.2- Geoindicadores

**Cuadro de resultado**

Pendiente	Grado de Selección	Flora	Explotabilidad	Valor Arqueológico	Calidad Paisajística
1	1	1	1	1	2

Dinámica del Ambiente	Relieve	Grado de Redondeamiento	Suelo	Uso actual del Suelo	Total
3	2	1	0	0	13





**Foto N° 3-12: Vista general del médano.**



**Foto N° 3-13: Vista del médano, con vegetación y picada YPF.**



**Foto N° 3-14: Picada YPF parcialmente cubierta.**

## **6- RIO TALAMUYUNA**

### **6.1-UBICACION Y ACCESO**

La zona de estudio se encuentra en la llanura pedemontana, a 10 Km al Este del pie de la Sierra del Velasco, desde donde se verifica una pendiente del 1%, horizontalizándose hasta un 0.5%.

El río Talamuyuna dista de la ciudad capital de La Rioja 30 Km al Sur por Ruta Nacional N° 38. El viaducto que la atraviesa y desde donde se accedió a su relevamiento se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

29° 42' 35" latitud Sur  
66° 51' 01" longitud Oeste

### **6.2- AMBIENTE NATURAL: Generalidades**

#### **6.2.1- Suelo**

La zona se encuentra ubicada en la planicie fluvio eólica. Se caracteriza porque no posee estructuras, ni franjas o capas de depositación aluvial. En consecuencia, se considera al suelo como un limo loessoide (González Díaz,

1987), similar a los suelos descriptos por Fidalgo para la Formación Huillapima en Catamarca. Se trata de material aluvial con intervención de procesos eólicos.

Para la zona comprendida entre Talamuyuna y Ampiza (al Suroeste del área estudiada) hay menor predominio de la fracción arenosa, aunque el patrón general es limo loessoide no estructurado.

Larrea cuneifolia (C.S.P. 24,9 %), es el estrato más dominante de la estructura vegetal. En el arbóreo, se destaca Prosopis flexuosa y en las gramíneas, Digitaria californica (C.S.P. 18%), es la más destacada.

El suelo está ubicado en un paisaje llano, de relieve normal a subnormal, con una pendiente considerada como suave a moderadamente ondulada, gradiente del 1 al 3%, y se forma a partir de los depósitos eólicos–aluviales loessoides.

La granulometría es franco limosa en el horizonte inferior. Se trata de un perfil simple de secuencia A-C, caracterizado por una presencia de capa de duripán, a partir de los 62 cm, y la falta de estructura de los horizontes C. El pH varía, entre ligera a moderadamente alcalino y la reacción al HCl es fuerte en el horizonte C. En la capa del Horizonte III, el porcentaje de CO<sub>3</sub>Ca, es de un 5%. La relación C/N es baja a lo largo de todo el perfil, disminuyendo con la profundidad y muy pobre en contenido de materia orgánica.

Presenta escurrimiento lento, y es moderadamente permeable. Su textura es media (franco limosa), escasamente compactado. La velocidad de infiltración, entra a régimen casi de inmediato (antes de los 30 min), alcanzando un valor de 17,63 mm/hora.

#### 6.2.1.1- Factores formadores de suelo

<b>Relieve:</b>	normal /subnormal
<b>Material originario:</b>	Depósito eólico–aluvial. Aluvial con intervención del viento
<b>Región natural:</b>	Región ecológica Chaco árido
<b>Clima:</b>	Régimen de temperatura: Térmico
<b>Régimen de humedad:</b>	Aridico
<b>Edad:</b>	Cuaternaria

#### 6.2.1.2- Características y descripción del perfil

<b>Secuencia de horizontes: A1 – C – IIC – IIIC</b>			
Clase de pendiente:	2	(del 1 al 3 %)	
Grado de escurrimiento:	2	(lento)	
Grado de permeabilidad:	4	(moderada)	
Clase de drenaje:	3	(moderadamente drenado)	bien drenado)

Grado de rocosidad:	0 (no hay)
Grado de pedregosidad:	0 (no hay)
Grado de erosión eólica:	0 (no hay)
Grado de erosión hídrica:	1 (ligera)
Peligro de erosión eólica:	0 (no hay)
Peligro de erosión hídrica:	1 (muy levemente peligroso)

### 6.2.1.3-Clasificación taxonómica:

Orden:	Entisol
<b>Suborden:</b>	<b>Fluvent</b>
Gran grupo:	Torrifluent
<b>Sub grupo:</b>	<b>Torrifluent Típico</b>
Familia:	Franco limosa

## 6.3- ESTADO ACTUAL DE LA ZONA

### 6.3.1- Caracterización del cauce

El lecho del río tiene un ancho aproximado de 100 m, discurriendo entre barrancas, aumenta su altura al Este alcanzando los 4 m en algunos sectores. El río se encuentra en una madurez evolutiva, produciéndose desaceleración de las aguas de lluvias estivales, con la consecuente depositación de arenas finas al Este del puente de la Ruta 38.

Los procesos geomorfológicos actuantes en el tramo del río entre el puente ferroviario y el carretero se encuentra afectado por erosión vertical, provocando la exposición de los pilotes de este último (Foto N° 3-15). Evidentemente la construcción de estas obras de arte han modificado el cauce natural del río aguas abajo hasta aproximadamente unos 600 m, a partir del cual se recupera el drenaje en condiciones de escurrimiento.

La presencia de la cava que se encuentra inmediatamente aguas abajo del citado puente, a unos 130 m aproximadamente y que fuera objeto de la extracción de áridos para la construcción de la Ruta Nacional N° 38, contribuyó al aceleramiento de los procesos erosivos (aguas arriba del puente) en retroceso (Foto N° 3-16).





Foto N° 3-15: Puente carretero Ruta Nacional N° 38: Río Talamuyuna

Los suelos en los sectores próximos a las márgenes del río se presentan en su estado natural, no presentan cultivos ni son utilizados como campos de pastoreo. La degradación, en este caso, se produce por procesos de meteorización naturales.

### 6.3.2- Geoindicadores

#### Cuadro de resultados

Pendiente	Grado de Selección	Flora	Explotabilidad	Valor Arqueológico	Calidad Paisajística
0	2	1	2	1	3

Dinámica del Ambiente	Relieve	Grado de Redondeamiento	Suelo	Uso actual del Suelo	Total
4	1	2	0	0	16



Foto N° 3-16: Terrazas erosivas

#### 6.4-. ANÁLISIS DE LA FLORA Y FAUNA DEL AREA DE INFLUENCIA

Cabrera ubica el área de influencia dentro de la **Provincia Fitogeográfica Chaqueña, Distrito Chaqueño Occidental.**

Una de las características más sobresalientes de esta región fitogeográfica es que se acaba el bosque como una unidad de canopia continua. Así resulta que el tipo de vegetación general es el arbustal seco o arbustal xerófilo, donde la estructura forestal se mantiene por los escasos emergentes de quebracho blanco.

Las zonas más altas, dentro del relieve llano, poseen bosques xerófilos (quebrachales) de quebracho blanco, con mistol, itín, brea, tala, retamo, varias cactáceas, duraznillo y arbustos del género *Acacia* (tusca, etc.) y *Capparis* (sacha-membrillo, sacha-sandia).

En algunas áreas bajas, la salinidad y las restricciones en el drenaje condicionan la composición florística, dando lugar a comunidades de palo santo (los palosantales), algarrobos y chañar y, en los salares, a vegetación con predominio de jarillas y especies halófitas. Los bosques alternan con pastizales.

En razón de la variación climática y geomorfológica, en algunas áreas relevadas se identificó la siguiente subregión: **Chaco Serrano**

El denominado **Chaco Serrano** se extiende de Norte a Sur, sobre las Sierras Subandinas y Pampeanas, entre los 500 y 1350 metros de altura. Ocupa las laderas bajas de cerros y quebradas y se caracteriza por ser abierto, denso en los sitios favorables, y ralo en los más expuestos.

La vegetación dominante es el bosque xerófilo que suele estar compuestos por horco-quebracho, visco, churqui (espinillo), molle y coco.

El estrato herbáceo está representado por distintas especies de saetilla (*Aristida* sp.), *Digitaria*, *Chloris*, *Eragrostis* y *Setaria*.

El piso vegetal serrano aparece desde los 1300 a 1700 mts. s.n.m., cuyo representante típico es el Romerillo y algunos espinillos.

En las quebradas y faldeos se encuentran gran variedad de helechos y musgos, sobre todo en las quebradas húmedas de las sierras.

Morello destaca que en las comunidades vegetales de la región Chaqueña, surge como un hecho relevante el "**Distrito de los Llanos**". El quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) era originariamente el elemento dominante del paisaje del Chaco Seco; los desmontes, las talas; los incendios han ido eliminando paulatinamente todos los ejemplares, dificultando enormemente la recuperación del bosque y favoreciendo la propagación de otras especies, en algunos casos, indeseables.

El mismo autor aporta que, al cambio en la expresión florística lo acompaña un cambio de estructura del bosque resultando que el piso leñoso continuo es ahora el arbustivo, manteniéndose la estructura forestal por los escasos emergentes de quebracho blanco. Debe consignarse también la presencia de un tercer estrato, integrado por gramíneas perennes y anuales.

El piso arbustivo continuo es el eje estructural de la vegetación y presenta tres componentes morfo-funcionales: el **micrófilo perennifolio** (*Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*), el **áfilo** (*Cassia aphylla*) y el **micrófilo caducifolio** (*Prosopis torquata*, *Mymozyganthus carinatus*). El piso de los pastos ofrece tres estructuras morfo-funcionales: el **perenne fasciculado** (*Trichloris crinita*), el **pasto anual** (*Bouteloua* sp.) y las **microgramíneas** (*Microcloa indica*, *Tripogon spicatum*).

En cuanto a la fauna del Chaco Seco, generalmente existe una marcada relación entre esta y la vegetación. La vegetación es usada como zona de distribución de la fauna. Los distintos tipos de vegetación son los que generan el hábitat que los animales ocupan. Las especies varían de acuerdo a la fisonomía de la vegetación.

**Las especies animales más comunes en la región son:**

**Mamíferos:**

Comadreja Overa, Quirquincho chico o Pichi llorón, Mataco o Quirquincho bola, Zorro Colorado, Zorro Gris, Zorrino, Gato montés, Puma, Chanco del monte autóctono, Corzuela o Cabra del monte, Vizcacha, Iguanas, Hurones, Cuises, Conejo de los palos, Mara o liebre patagónica, Murciélago, Hurón, Pecarí de Collar, etc.

**Aves:**

Es característica la presencia de aves de bosques como el Zorzal Chiguanco, Rey del Bosque (este pájaro es una de las especies más perseguidas para ser vendida como mascota. Tal persecución le ha valido ingresar en el listado nacional de animales en peligro de extinción), Naranjero o Siete Colores, entre muchas otras especies.

**Reptiles:**

Existe también numerosa variedad de reptiles como: Falsa Yarará o sapera, Falsa Coral, Yarará Ñata, de la Cruz, Cascabel, Lampalagua o Boa de las vizcacheras, Chelco chico y Chelco verde, Tortugas, Lagarto Verde, Lagartija, Iguana Overa y Colorada, Serpiente Coral, etc.

# Capítulo 4

## TECNICA DE EXPLOTACIÓN PROPUESTA

### 1- INTRODUCCIÓN

Para que un yacimiento pueda explotarse en forma sistemática y ordenada, es necesario que el mismo sea subdividido convenientemente en sectores, frentes de trabajo, o unidades de producción, y que cada una de ellas sea explotada de una determinada forma, esto constituye un determinado Método de Explotación.

Una unidad de producción o de explotación es una masa de mineral de forma geométrica definida y sencilla, que para el caso de los métodos a Cielo Abierto se denominan genéricamente bancos.

La aplicación de un método de explotación consiste de la combinación de las operaciones de arranque con otra operación de carga y transporte, dentro de cada unidad de explotación previamente preparada. En adelante la producción dependerá de los servicios generales, que constituyen una operación auxiliar de apoyo a la producción.

Para definir en forma adecuada un método de explotación, no sólo deben describirse las operaciones de arranque, carga y transporte en cada unidad de producción, lo cual constituye el corazón de la explotación, u operaciones primarias o fundamentales, sino que deben vincularse estas operaciones con las secundarias o auxiliares tales como: transporte secundario y principal, preparación, manipuleo, mantenimiento, higiene y seguridad, etc.

Además de la planificación de la explotación, cuando el trabajo es racional, deberán planificarse las tareas de restauración teniendo en cuenta el tipo medidas de mitigación a adoptar y los costos involucrados.



## 2.1- MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN A CIELO ABIERTO.

Existe una variedad de esquemas históricos para clasificar y ayudar a seleccionar métodos de explotación. El fundamento para la clasificación de los métodos en esta instancia resulta de alguna combinación subjetiva de factores espaciales, geológicos y geotécnicos, algunos de ellos ya han sido mencionados en la introducción.

La explotación de los yacimientos de distintos minerales por la sistemática a Cielo Abierto, comprende dos clases importantes de métodos bien diferenciables:

- a. Métodos de Extracción Mecánica.
- b. Métodos de Extracción Acuosa.

Entre los **métodos de extracción mecánica**, que emplean procesos mecánicos en ambiente seco para arrancar el mineral desde la tierra, encontramos los siguientes métodos:

- 1.- Explotación por Open Pit (Cortas):
- 2.- Explotación por Descubiertas. (El que tradicionalmente se emplea en La Rioja),
- 3.- Explotación por Canteras.

En la segunda clase de métodos de explotación a Cielo Abierto, los **métodos de extracción acuosa**, el arranque (y transporte) se hace en forma hidráulica.

## 2.2- EXPLOTACIÓN DE GRAVERAS.

En lo que respecta a los áridos de construcción, se presentan algunas características particulares que deben ser consideradas específicamente para una explotación económica.

No es común la explotación de áridos por labores subterráneas, principalmente por los mayores costos que ocasiona este tipo de minería. Está mucho más generalizada la *explotación a Cielo Abierto* de yacimientos de áridos ya que además estos se encuentran en la superficie, es decir con encape prácticamente nulo o de muy escaso espesor.

Además, por tratarse de depósitos de origen sedimentario, lo cual presupone una forma geométrica definida, comúnmente de tipo manteado y de

gran extensión areal, el método de explotación más adecuado resulta ser el denominado de *descubiertas*, con un número de bancos reducido, que en muchas ocasiones se limita a uno, tal como se puede observar en la descripción de las características de este Método.

Debemos agregar que en general, por tratarse de depósitos aflorantes, prácticamente no existe encape o materiales estériles de recubrimiento, que pudieran ser utilizados posteriormente como relleno de los huecos.

La metodología de trabajo estará relacionada con las características morfológicas del depósito de áridos. Los sectores con posibilidades de ser aptos para la extracción de áridos están ubicados en el cono aluvial de la Ciudad de La Rioja, con un encape pequeño o casi nulo.

La extensión areal del mismo puede considerarse grande y además la topografía del terreno es suave, por lo que no se presentaran inconvenientes por las pendientes.

Cuando las explotaciones son secas, la explotación se realiza arrancando material de un banco, que constituye el frente único de producción, para lo cual será necesaria la maquinaria que describiremos más adelante.

Esta explotación denominada seca, se ubica generalmente en las terrazas altas de los depósitos fluviales, lo que permite una mejor observación visual de los materiales a extraer.

## **2.3- EQUIPOS EMPLEADOS EN GRAVERAS**

Los equipos empleados en la explotación de graveras o canteras de áridos básicamente son de dos clases: Equipos de arranque y carga y equipos de transporte.

### **2.3.1- Equipo de arranque y carga.**

Las operaciones de arranque y carga quedan definidas fundamentalmente por las características físico-mecánicas del material a explotar.

Cuando los materiales tienen características físico-mecánicas blandas, como el caso de las graveras con materiales del tipo conglomerados, con escasa compactación, para el arranque de los mismos, no es necesario la utilización de perforación y voladura, sino que pueden ser extraídos directamente por excavación.

En tal caso, el equipo mas adecuado existente en el mercado es la cargadora frontal o pala cargadora.

La Foto N° 5-1 muestra una cargadora frontal en una operación en una cantera de áridos cercana a la Ciudad de La Rioja

### 2.3.1.1 Cargadora frontal.

#### a) Generalidades.

La cargadora frontal es uno de los equipos de mayor utilización en las canteras y graveras debido principalmente a su gran movilidad, versatilidad, y gran evolución tecnológica en las últimas décadas. Es un equipo de carga y transporte, en condiciones secas, de materiales sueltos dispuestos en pilas, pero también se lo utiliza en el campo de las palas mecánicas, es decir en la excavación y carga primaria de materiales poco consolidados.



Foto N° 4-1: Cargadora frontal

Debido a su mayor rapidez, movilidad y versatilidad compiten con las palas excavadoras, aunque su capacidad de arranque es más limitada por su escasa robustez estructural. Es un equipo básicamente para carga de materiales y para transporte en distancia reducidas.

Las cargadoras frontales, Foto N° 4-1, son unidades montadas sobre ruedas o sobre orugas, dotadas de un balde en la parte delantera. Las más utilizadas son las primeras. Se identifican principalmente por la capacidad del balde y hay una gran cantidad de tamaños, desde menos de 1 m<sup>3</sup> y hasta más de 20 m<sup>3</sup>.

Las características principales de estas máquinas son:

- Gran movilidad y maniobrabilidad. Los chasis son articulados.
- Son de peso reducido, lo que permite trabajar en pisos poco competentes.

- Son de accionamiento diesel las más chicas y diesel eléctrico las más grandes.
- Menor inversión de capital que las excavadoras.

La vida útil de estos equipos varía entre 10.000 y 15.000 horas y presentan costos de operación y mantenimientos relativamente bajos.

### **b) Elección del cargador**

La elección del cargador se realiza teniendo en cuenta la producción por unidad de tiempo y las características del material a cargar, de esta manera se determina la capacidad del balde, con lo que se obtiene una primera aproximación del tipo de máquina necesaria, según las especificaciones del fabricante.

La Foto N° 4-2 muestra una conjunción adecuada de pala cargadora y camión volcador.



**Foto N° 4-2: Cargador Frontal. Cantera Bossetti.**

Dado que generalmente el sistema de transporte empleado son los camiones volquetes, conviene que las dimensiones de estos guarden una cierta relación con la cargadora a fin de un mayor rendimiento de los equipos, para ello conviene tener en cuenta la siguiente relación.

Tipo de material

Capacidad del camión (t)

Blando	5 – 8 C
Medio	4 – 7 C
Duro	3,5 – 6 C

Donde C es la capacidad del balde de la cargadora en m<sup>3</sup>.

También deberá prestarse atención a la altura de los bancos, para que esta sea la óptima se aplica la siguiente ecuación:

$$H (m) = 3,5 + 0,3 C (m^3)$$

## 2.3.2- Equipos de Transporte,

### 2.3.2.1 Generalidades

En las explotaciones mineras y en especial en la Minería a Cielo Abierto, uno de los principales problemas a resolver, es el del transporte, que tiene una influencia decisiva sobre los costos de explotación, y mas especialmente en los áridos de construcción debido a su bajo precio de venta.

El transporte minero puede clasificarse principalmente en tres tipos que son:

- Transporte interno o dentro de las explotaciones.
- Transporte desde las explotaciones o frentes de producción hasta la planta de tratamiento.
- Transporte externo o hacia los mercados o centros de consumo.

En las explotaciones a Cielo abierto como las graveras, el transporte interno se confunde, y se realiza directamente desde los frentes de producción hasta la planta de clasificación.

En este tipo de explotaciones se utilizan comúnmente tres tipos de transportes, que son:

- Transporte por ferrocarril
- Transporte por camiones con volquete
- Transporte por cintas

La elección del sistema de transporte más adecuado se realiza en base a la consideración de tres factores básicos que son:

- Características del yacimiento
- Tamaño de la explotación



- Intensidad de los trabajos de producción.
- 

### **2.3.2.2- Camiones volcadores.**

#### **a.- Generalidades.**

Los camiones volcadores son el sistema de transporte más ampliamente utilizado en las explotaciones de graveras y en las explotaciones a cielo abierto.

Los camiones volcadores pueden operar sin inconvenientes en los frentes de rápido avance, en terrenos montañosos, cuando es necesario realizar una extracción selectiva, y en explotaciones profundas donde no se puede acceder con ferrocarriles.

Debido al alto costo, su utilización es ventajosa cuando las distancias de transporte son reducidas.

Los camiones volcadores han tenido una gran evolución en los últimos años, acompañando al desarrollo de la minería a cielo abierto. Las capacidades de estos equipos es muy variada, y en la actualidad oscila entre 5 y 300 ton.

Los camiones utilizados en las explotaciones de áridos, son de pequeñas capacidades, no superan las 30 toneladas. Los mas comunes son los de 10 toneladas, como el que se observa en la Foto N° 5-3.

La utilización de estos equipos presenta ventajas y desventajas que podemos enumerar de la siguiente manera.

Entre las ventajas tenemos:

- Gran flexibilidad en cuanto a las distancias de transporte. Entre 1 y 30 km..
- Gran maniobrabilidad comparada con otros sistemas de transporte.
- Facilidad para variar el ritmo de producción.
- La rotura de una unidad de transporte no produce la paralización de transporte.
- La infraestructura para este sistema resulta simple y económica.
- La inversión inicial es escasa comparada con otros sistemas de transporte.

Entre las desventajas tenemos:

- Los costos de operación y el mantenimiento son elevados.
- Las condiciones climáticas pueden afectar las operaciones.



Foto N° 5-3: Camión volador cantera Bosetti

#### **b.- Selección.**

Para la selección de una flota de transporte se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Capacidad de producción prevista.
- Tipo de material a transportar.
- Condiciones ambientales.
- Características de los caminos de circulación.
- Formas de carga y descarga de los equipos.

Todas estas características hacen que el transporte por camiones volquetes sea prácticamente el único sistema utilizado en las graveras.

## **2.4- MÉTODO PROPUESTO**

Como se ha desarrollado antes, los métodos de explotación son condicionados por distintos factores. En nuestro caso, los aspectos puntuales a tener en cuenta son:

- Todos los productores ya se han equipado con maquinaria de aplicación vial, las palas cargadoras son en promedio, de una capacidad e 2,2 tn (1,5 m<sup>3</sup>) y los camiones tienen entre 7 y 10 toneladas de capacidad de carga.
- Las ubicaciones menos conflictivas en cuanto a los títulos, son los cauces de ríos.
- Existe una zona de exclusión de 10 Km. desde el centro de la Ciudad, dictada por la Dirección General de Minería de la Provincia.
- El margen operativo o radio económico es inferior a 20 Km.
- La Dirección Provincial de Minería ha establecido una altura máxima de 3 m para los bancos de explotación.
- Existen prescripciones operativas basadas en normativa vigente y otras que surgen de este estudio.

Teniendo en cuenta todo esto resulta aconsejable sistematizar o pautar la explotación que se venía realizando de modo de minimizar el impacto ambiental, reducir el costo operativo de los equipos y mejorar la recuperación del recurso.

#### **2.4.1- Descripción del método.**

En primer lugar debemos tener en cuenta que los cauces estudiados tienen anchos variables, por ello se establece el siguiente criterio operativo

- No explotar los cauces con anchos inferiores a 20 m.
- Explotar solo el cauce sin modificar las barrancas.
- Cuando el cauce tenga un ancho entre 20 y 40 m solo se explotará un banco de 3 m de altura. El esquema correspondiente se puede observar en el el Gráfico N° 5-1.
- Para anchos superiores a 40 m se podrá explotar 2 bancos de 3 metros de altura dejando una berma de 10 m en el banco superior en cada lado hasta llegar a las barrancas del río. El esquema correspondiente se puede observar en Gráfico N° 5-2.

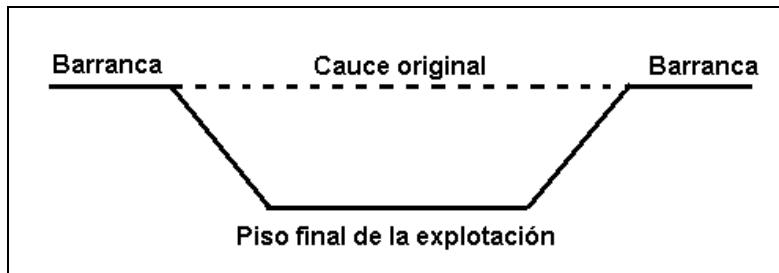


Gráfico N° 5-1: Esquema de trabajo en cauces de hasta 40 m.

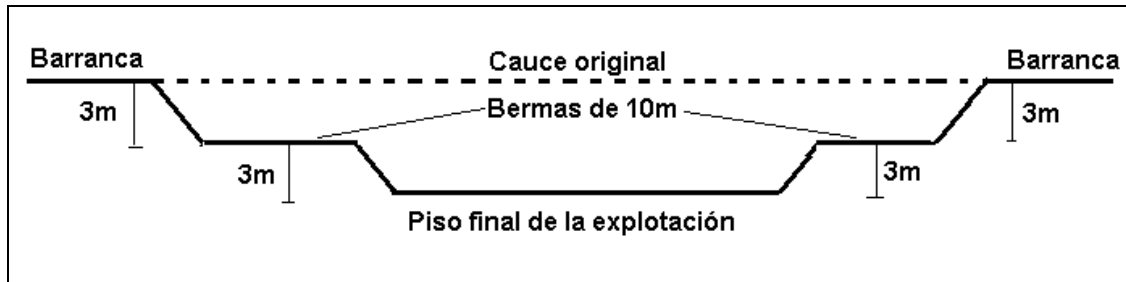


Gráfico N° 5-2: Esquema de trabajo en cauces de más de 40 m

En todos los casos la explotación se realizará por excavación con cargadora frontal y carga en camiones para ruta. El acceso a los frentes se realizará por rampas de pendiente del 8 al 10 %.

Las maniobras y operaciones son las que ya se realizan habitualmente, es decir el arranque y la carga del camión con maniobra en "V"..

Se establecen para este método las siguientes prescripciones.

- **No exceder los límites de explotación más allá del cauce.**
- **No explotar nunca mas de dos bancos** ( Profundidad total máxima 6 m)
- **No conectar el banco superior y el inferior** ( Dejar una berma de 10 m de ancho a cada lado de la explotación)
- **No modificar el cauce del río** (Mantener la explotación centrada en el eje del cauce)
- **No aumentar la pendiente del piso respecto de la del cauce.** (Respetar la pendiente natural del río).
- **No arrancar los árboles desarrollados y semi desarrollados.** (Dejar "islas" con los árboles en el centro")
- **No excavar más que el alto operativo de maniobra de la cargadora.** (Mantenerse en los tres metros de altura operativa prescritos por la Dirección de Minería).

- **Explotar todo el frente, sistemáticamente sin elegir material, ni dejar material abandonado** (a excepción de las “islas” para proteger el bosque autóctono).

Siguiendo estas reglas para un ancho de cauce del orden de los 100m, se obtendrán unos 600 m<sup>3</sup> de áridos por metro de avance. Es decir que teniendo en cuenta la producción promedio de las tres principales empresas (15.000 m<sup>3</sup>/año), el avance en la explotación será del orden de 300 m/año, podemos asignar 100 m a cada una, a modo de especulación operativa.

Dado que la distancia operativa de transporte hasta la planta de clasificación se encuentra en el orden de los 1.500m (hacia cada lado), la misma no debería reubicarse en 30 años, al ritmo actual.

Si la zona a explotar tiene anchos superiores, (en nuestro caso hemos detectado zonas de hasta 200 m de ancho del cauce) el plazo de permanencia en el radio operativo de la planta es mayor.





# Capítulo 5

## EXPLORACIÓN DE GRAVERAS OPERATIVIDAD

### 1- INTRODUCCIÓN

La operación de una cantera, cuyo producto es uno de los mas bajos en valor unitario, requiere una valoración precisa en cuanto a la operación y rentabilidad. Esto es de suma importancia para poder alejar las explotaciones de las zonas urbanas (de demanda) sin que un aumento de costos aliente la explotación clandestina en cercanía.

### 2- DETERMINACIÓN DEL RADIO OPERATIVO

El objetivo de este apartado es determinar, bajo ciertas condiciones de operatividad, la distancia o radio económico (distancia gravera-mercado), de una explotación de áridos por el sistema de explotación a cielo abierto, pala-camión.

El trabajo consiste fundamentalmente, en realizar un estudio económico, de las principales variables que influyen en la determinación de futuros lugares o emplazamiento de canteras de áridos en la ciudad Capital, en función del cumplimiento de normativas medio ambientales y de seguridad, para determinar la distancia máxima que no afecta los precios actuales del mercado local.

Se han fijado o tomado como ciertas algunas variables secundarias, como son la velocidad promedio de los camiones, condiciones del material a cargar, (granulometría, coeficiente de llenado de la pala, porcentaje de humedad del árido, ciclo de la pala, número de ciclos de la pala), que nos darán como resultado la producción de la cantera.

En función del equipamiento existente, el estudio se realiza para pala-Camión, con capacidad del balde de 2 m<sup>3</sup> y camión de transporte de 4 m<sup>3</sup>.

Cap. Aprox m3	Peso T	F.A. 103 kg.	MOD CAT	MOD VOL	MOD FI-HIT	MOD KOM	MOD CASE
1,7-1,9	11	11	926E	90	100	----	621
2,1-2,3	13	13	936E	--	130	320	721
2,7-2,9	17	16	950F	120B	160	380	821
3,5	--	--	--	--	--	--	--
3,8	21	21	966F	150	220	470	--
4	28	23	980C	180	--	500	--
5,4	43	40	988B	270B	--	600	--

Tabla Nº 5-1: Cargadoras sobre ruedas. Comparación de algunas marcas.

## 2.1- CICLO DE TRABAJO

Durante el ciclo de trabajo, la cargadora realiza en forma simultánea la maniobra (avance, retroceso y giro) con movimientos de la cuchara (subida, bajada y basculación). El ciclo de trabajo consta fundamentalmente de 4 fases:

- Carga: trabajo de empuje y llenado de la cuchara
- Acarreo: con la cuchara llena, retrocede, eleva y bascula la cuchara, y puede transportar el material al lugar de descarga.
- Descarga: sobre camión, previo ajuste de la altura al mismo, bascula la cuchara para la descarga.
- Maniobra: retrocede y maniobra mientras baja la cuchara al ras del suelo para comenzar nuevamente el ciclo.

## 2.2- FORMA DE CARGA

Se realiza la maniobra de carga en **V**. El camión debe colocarse a la izquierda, en dirección de salida, para que ambos conductores se vean. Si hay otro camión esperando, se sitúa a la derecha. La cargadora debe atacar siempre con el eje de la máquina perpendicular al frente, sin que la articulación forme ángulo, y sin ninguna rueda en el aire.

## 2.3- PRODUCCIÓN

La producción de las cargadoras depende de varios factores: Capacidad y grado de llenado de la cuchara, velocidades de maniobra y elevación y, método de carga.

- a- **Capacidad de la cuchara:** debemos diferenciar entre cucharas al ras o colmada, la cuchara se llena más o menos según el tipo de material (factor de llenado, varía de 65 a 100 %).
- b- **Tiempo básicos medios del ciclo de maniobra:** éste depende de las condiciones de trabajo, material, operador y condiciones de vertido, pueden estimarse entre 30 y 65 segundos. A los que debe agregarse el tiempo de recorrido de ida y regreso cuando aumenta la distancia entre los puntos de carga y vaciado.

FASES DE CICLO DE CARGA	TIEMPO (minutos)	
	MINIMO	MÁXIMO
Avance y llenado de cuchara	0,10	0,20
Recorrido y 4 cambios de marcha	0,20	0,35
Vuelco de cuchara y descarga	0,03	0,10
TIEMPO TOTAL	0,33	0,65
Nº DE CICLOS	180	92

Tabla Nº 5-2

La Producción (**P**) se obtiene multiplicando el volumen de la cuchara **C** por su coeficiente de llenado **fill**, por el número de ciclos/hora **N** y por el nº de minutos realmente trabajados/hora (**fh**: factor de eficiencia horaria).

$$P = C * fill * N * fh = C * fill * 60/tc * fh$$

Donde:

**C:** Capacidad de la cuchara, en m<sup>3</sup>

**fill:** Factor de llenado, (varía según la naturaleza del material)

**tc:** Tiempo del ciclo

**fh:** Eficiencia horaria

**N:** Número de ciclos por hora de 60 minutos de trabajo

MATERIAL	Factor de llenado en porcentaje sobre la capacidad colmada del cucharón
CARGADORAS	
Agregados húmedos mezclados.	95 – 100 %
Agregados uniformes:	
Hasta 3 mm .	95 – 100 %
3 – 9 mm .	85 – 90 %
12 – 20 mm .	90 – 95 %
24 mm y más .	85 – 90 %
Marga o arcilla húmeda .	100 110 %
Tierra, piedras, raíces .	80 – 100 %
Materiales cementados ..	85 – 95 %
Roca volada:	
Muy bien	80 – 95 %
Normal .	75 – 80 %
Deficiente (con lascas y bloques) ....	60 –65 %

**Tabla Nº 5-3: Factor de llenado de la pala en función del tipo de material**

Se suelen tomar valores de 100 ciclos/hora en condiciones normales de trabajo y 60 en condiciones desfavorables.

Se suelen tomar valores de 100 ciclos/hora en condiciones normales de trabajo y 60 ciclos/hora en condiciones desfavorables.

CONDICIONES DE TRABAJO	Tc (min)	N
Optimas	0,33	180
Muy favorables	0,50	120
Malas	0,66	90
Muy difíciles	1,00	60

**Tabla 5-4: Tiempo de ciclos totales.**

Capacidad del cazo m3	0,7	1,3	1,5	1,9	2,3	2,7	3	4,3	4,6	6,1	7,6
Arcilla arenosa	65	105	125	179	200	230	280	360	390	530	660
Arena y grava	62	97	120	172	185	215	245	345	365	495	630
Tierra común	58	90	110	123	175	205	230	325	350	470	590
Arcilla dura	55	79	100	146	150	180	205	295	315	425	530



Roca bien volada	48	70	91	133	135	165	185	265	290	365	500
Excavación con raíces y rocas	42	65	82	125	128	150	170	250	285	365	460
Arcilla húmeda	37	60	71	117	120	140	155	235	247	335	420
Roca mal volada	35	50	66	106	110	122	135	210	215	295	370

**Tabla Nº 5-5: Producción (m³/h). Material en banco.**

La tabla anterior y la siguiente, muestran producciones habituales (en m<sup>3</sup>/h) de cargadoras para distintos tipos de materiales y factores de eficiencia horaria (*fh*). La Tabla 3 indica tales producciones de distintas distancias de acarreo.

Potencia En CV	Cuchara De M <sup>3</sup>	Ciclo de carga en V Recorridos:			
		5 m	7,5 m	10 m	12,5 m
	0,4	45,4	35,6	29,3	24,9
63	0,8	90,9	71,5	58,9	50,1
95	1,3	121	98	79	67
130	1,6	190	148	125	105
160	1,8	219	169	140	120
180	2,1	249	194	161	136
240	3,2	371	295	241	207

**Tabla Nº 5-6: Producción (m³/h). Material suelto.**

## 2.4- PARÁMETROS A FIJAR

Para realizar el análisis económico mediante la relación Beneficio / Costo, los valores que debemos considerar son:

- **Reservas totales:** hace referencia al estimado o calculado para la escombrera o gravera en cuestión, expresado en toneladas;
- **Tipo de material:** arenas, gravas, tamaños, humedad, etc.
- **Densidad del material.** Densidad in-situ
- **Días de trabajo anuales:** generalmente 220 días
- **Horas de trabajo por día:** si es un turno de 8 h o dos o 3, anotar el total de horas de trabajo.
- **Precio de venta del material:** precio que será pagado por el comprador, puesto en obra, en \$ por metro cúbico.

- **Tasa de actualización anual:** costo medio del dinero en el mercado, mas inflación estimada para el año, 15 % es un valor ajustado.
- **Velocidad media:** se refiere a la velocidad promedio en km/h que operará el camión en el recorrido desde la cantera hasta el punto de descarga. (valores aproximados MB: 50, B: 45 y M: 35 km/h).
- **Capacidad de Camión:** capacidad máxima de transporte del camión expresada en metros cúbicos.
- **Capacidad de la cuchara:** capacidad de la cuchara o cazo, en m<sup>3</sup>
- **Costo horario de la Pala:** especificar el costo horario de la Pala. En nuestro caso se ha realizado el cálculo del costo horario de una Pala de 2 m<sup>3</sup> de capacidad de cuchara. Se tienen en cuenta tanto los costos de capital (amortizaciones, e intereses) como los operativos: salario y carga social del chofer, combustibles y lubricantes, repuestos y mantenimiento. (ver anexo de hoja de cálculo).
- **Costo horario del camión:** ídem que el punto anterior, expresar en \$/h. También fue calculado en hoja anexo.
- **Factor de llenado de la pala *fl*:** asignar un valor de acuerdo al tipo de material, ver tabla 1 anterior, varía del 75 a 100 %, (entre 0 y 1)
- **Tiempo del ciclo de carga *tc*:** es la duración del tiempo básico medio (carga, vaciado y maniobra) varía según el tipo de material, de pala, de las operaciones de vertido, y habilidad del operador. puede estimarse entre 25 y 60 segundos como máximo. Se lo define para calcular el N<sup>o</sup> de ciclos.
- **Eficiencia horaria de trabajo *fh*:** es el tiempo efectivo de trabajo en minutos por hora de 60 minutos, expresada en tanto por uno, varía entre 0,40 hasta 1.
- **Número de ciclos por hora pala  $N = 60/tc$ :** número de ciclos por hora de 60 minutos de trabajo, que varía según las condiciones de este. (entre 60 y 180 ciclos)
- **Radio operativo o distancia de transporte media:** distancia entre la cantera y el lugar de entrega del material.
- **Beneficios positivos o negativos:** Son positivos cuando representen ventajas para el propietario y BN (beneficios negativos) si representan desventajas cuando el proyecto bajo consideración es implementado. Se consideran Beneficios la Restauración, que puede ser positiva cuando a causa de la explotación de la escombrera se evitará este gasto y BN negativa cuando representa un gasto, se expresan en PTA totales para el caso analizado. Otro Beneficio positivo en el valor del

ingreso por venta del material de escombrera, o valores obtenidos por venta de finos, y cualquier otro ingreso al proyecto. Se expresa en PTA.

- **Costos adicionales:** son los costos que a diferencia de los de carga y transporte, debemos ingresar, de acuerdo a una estimación previa. Estos pueden ser los siguientes: Costos de concesión: para el caso de canteras de áridos o explotaciones nuevas, son los gastos de tramitación de la concesión. Costos de Gestión y Proyecto: incluyen los gastos de escrituración, en la compra de prados destinados a la explotación de una gravera, gastos de gestión, asesoramiento, viajes, visitas de campo, relevamientos geológicos, topográficos y otros gastos que se incurran además del costo de elaboración del Proyecto de Factibilidad Técnico y Económico. Costos de Clasificación de finos: Costo total estimado en las tareas de clasificación del material de escombreras con el objeto de obtener finos de carbón utilizables en las térmicas y obtener un beneficio por éstos.

## 2.5. - CUADRO DE RESULTADOS

El método de cálculo permite obtener

- **Nº de ciclos por hora:  $60/tc$**  es el número de ciclos que la pala realiza en una hora de 60 minutos.
- **Producción de la pala:  $(P)$**  se obtiene multiplicando el volumen de la cuchara  $C$  por su coeficiente de llenado  $fill$ , por el número de ciclos/hora  $N$  y por  $fh$ : factor de eficiencia horaria, que varía de 0 a 1. En  $m^3/h$ .
- **Producción de la pala por tonelada:** de acuerdo a la densidad del material, se multiplica el valor anterior por la densidad, ya ingresado anteriormente
- **Producción máxima diaria esperada:** en función de las horas de trabajo diaria, se obtiene este valor  $t/día$ .
- **Producción anual máxima:** es igual a la producción diaria por el Nº de días de trabajo por año.
- **Duración de la explotación:** se divide las reservas por la producción anual.
- **Tiempo del ciclo de transporte:** se obtiene del cociente entre la distancia media de transporte por 2 (recorrido de ida y vuelta) y la velocidad media multiplicado por 60 para expresarlo en minutos.
- **Tiempo de carga por camión:** es el cociente entre la capacidad del camión y la producción de la pala por toneladas y multiplicado por 60 para expresarlo en minutos.
- **Tiempo total:** igual a la suma del tiempo del ciclo de transporte y el tiempo de carga por camión.

- **Nº de viajes:** N° de horas por día de trabajo partido en el tiempo total por 60.
- **Total toneladas transportadas por camión / día:** N° de viajes por la capacidad del camión.
- **Costo de transporte diario:** costo de camión por hora por las horas de trabajo por día.
- **Costo de transporte por ton:** es el cociente entre el costo de transporte diario y el total toneladas transportadas por camión / día.
- **Costo de carga diario:** Costo de carga horario por horas de trabajo por día.
- **Costo de carga por tonelada:** Costo de carga diaria partido entre producción máxima esperada de la pala.
- **Costo total (carga y transporte) por ton:** costo de transporte por ton mas costo de carga por tonelada.

## 2.6- Resultados del Negocio

Para la evaluación económica de cada caso en particular, utilizaremos una metodología de selección que es muy conocida y utilizada por las agencias e instituciones gubernamentales estatales y municipales para analizar proyectos de obras públicas, es la **razón beneficio /costo**. Como su nombre lo sugiere, el método de análisis **B/C** está basado en la razón de los beneficios a los costos asociada con un proyecto particular.

Se considera que un proyecto es atractivo cuando los beneficios derivados de su implementación y reducidos por los beneficios negativos esperados excede a sus costos asociados. Por lo tanto el primer paso en un análisis **B/C** es determinar cuáles de los elementos son beneficios positivos, negativos y costos.

Utilizaremos las siguientes descripciones que deben ser expresados en términos monetarios o sea en PTA.

**Beneficio (B).** Ventajas experimentadas por el propietario

**Beneficios Negativos (BN).** Desventajas para el propietario cuando el proyecto bajo consideración es implementado.

**Costo ( C ).** Gastos anticipados para construcción, operación, mantenimiento, etc. Menos cualquier valor de salvamento.

Algunas veces este método se considera complementario, ya que se utiliza corrientemente en forma conjunta con un análisis de valor presente o valor anual, de uso en los negocios y en la industria

Antes de calcular la razón **B/C**, todos los beneficios positivos, negativos y costos identificados deben convertirse a unidades comunes en Pesos. La unidad puede ser un valor presente, valor anual o valor futuro equivalente, pero todos expresados en las mismas unidades.

En los casos evaluados aplicaremos la razón B/C convencional, que es probablemente la de más amplia utilización. La razón convencional B/C se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{B/C = (beneficios\ positivos - beneficios\ negativos) / costos = (B - BN) / C}$$

Una razón B/C mayor o igual que 1 indica que el proyecto evaluado es económicamente ventajoso. En los análisis B/C los costos no están precedidos por un signo menos.

En la ecuación  $B/C = (B - BN) / C$ , los beneficios negativos se restan de los positivos, no se agregan a los costos. El valor B/C puede cambiar de manera considerable si los beneficios negativos se toman como costos.

### **Resultados del Negocio para $N < 1$ año**

- **Costo total de explotación:** costo total de carga y transporte x producción anual x duración de la explotación sumados los costos de concesión, costo de gestión y proyecto y costos de clasificación de finos.
- **Beneficios totales de explotación B:** es igual al producto entre producción anual, precio de venta del material, duración de la explotación, mas Beneficios positivos
- **Beneficios negativos BN:** igual al valor de beneficios negativos del cuadro Parámetros a fijar.
- **Relación B/C:** es el cociente  $(B - BN) / C$
- **Resultado financiero neto del negocio:**  $B - BN - C$ , representa la ganancia o pérdida (-) neta del proyecto.

### **Resultados del Negocio para $N > 1$**

Cuando la duración del proyecto es mayor que 1 año, los valores de los beneficios positivos, negativos y de los costos, son actualizados para tomar el valor presente de los mismos, de acuerdo a la tasa de actualización ingresada en el cuadro de Parámetros a fijar. En este caso tenemos en cuenta al valor del



dinero en el tiempo, siempre considerando el total de los beneficios como de los costos.

- **Costo total de explotación:** costo total de carga y transporte x producción anual x duración de la explotación sumados los costos de concesión, costo de gestión y proyecto y costos de clasificación de finos.
- **Beneficios totales de explotación B:** es igual al producto entre producción anual, precio de venta del material, duración de la explotación, mas Beneficios positivos
- **Beneficios negativos BN:** igual al valor de beneficios negativos del cuadro Parámetros a fijar.
- **Relación B/C:** es el cociente  $(B - BN) / C$
- **Resultado financiero neto del negocio:**  $B - BN - C$ , representa la ganancia o pérdida (-) neta del proyecto.

En este estudio se ha analizado la influencia de la distancia de entrega del material de áridos en la rentabilidad de la explotación, evaluada esta a partir de la relación Beneficio/Costo. La metodología aplicada se ha descrito en los párrafos anteriores. Se ha variado la distancia desde 5 hasta 20 km. Para una distancia de 17 km la relación B/C es de 1,1, y para 20 km es de 0,98. Por lo tanto esta distancia estaría marcando el límite de rentabilidad, en la explotación de áridos, con los costos, y condiciones en que se ha realizado este estudio.

Las explotaciones, con la actual estructura de costo, precios y rentabilidad, deberían establecerse a 15 km al sur del límite actual de urbanización (17 km del centro).

Hay que prestar especial atención que el análisis revela que este tipo de explotaciones, está muy influenciada por el costo de transporte del material, fundamentalmente por el costo del combustible, y mantenimiento de la maquinaria.

El incremento de estos costos operativos producirá una disminución de la distancia crítica, y viceversa.

Por la forma en que se está urbanizando la Ciudad de La Rioja, se desarrollaran explotaciones al Norte de la misma para atender la demanda de este sector, ya que los costos de transporte para las canteras del Sur serán comparativamente mayores.

# Capítulo 6

## ANALISIS DE LA DEMANDA DE ARIDOS

### 1- INTRODUCCION

La demanda de materiales de construcción, en nuestro caso específicamente los áridos, se incrementa al mismo ritmo que el crecimiento poblacional. La forma en que evolucionó demográficamente la Ciudad de La Rioja, explica en parte el problema que ha representado que las canteras de áridos hayan quedado incorporadas espontáneamente en la urbanización.

En las décadas 50 y 60 el crecimiento de la población estuvo por debajo de la media nacional, probablemente por las corrientes emigratorias que se produjeron en ese periodo. A mediados de la década del 70 el fenómeno se invierte y La Rioja crece por encima de la tasa nacional, especialmente su capital, debido a la creación de mano de obra por efecto de la Ley de Promoción Industrial. Esta tendencia se mantuvo incluso durante la retracción de la industria local acaecida desde la década de los noventa.

El desarrollo industrial durante casi dos décadas y el crecimiento poblacional, el valor adquisitivo comparativamente alto, produjeron un importante aumento en la demanda de infraestructura.

### 2- CRECIMIENTO POBLACIONAL

En la Tabla N° 6-1 puede observarse la evolución de los crecimientos intercensales en la Provincia de La Rioja, que ha pasado a ser una de las provincias que registran mayor incremento poblacional, casi triplicando el porcentual de este índice a nivel nacional.

El crecimiento poblacional Nacional desde 1991 (incremento intercensal) hasta el censo del 2001 es del 11,1 por ciento, mientras que el de La Rioja del 31.3 por ciento, que ocupa el segundo lugar entre las provincias de mayor aumento, después de Tierra del Fuego (Tabla N° 6- 2).

Incremento	Período 47-60	Período 60-70	Período 70-80	Período 80-91	Período 91-01
Máximo	58.31	68.84	103.69	153.86	45,5

<b>Mínimo</b>	-86.96	-1.03	11.90	12.61	7,10
<b>Incremento de La Rioja</b>	15.78	6.25	20.54	34.41	31,3
<b>Posición o lugar</b>	15	16	17	6	2

Tabla Nº 6-1 : Evolución de los incrementos intercensales. Fuente: INDEC (2001).

<b>Provincia</b>	<b>Porcentaje de crecimiento intercensal</b>
1- Tierra del Fuego	45,5
2- La Rioja	31,3
3- San Luis	28,1
4- Salta	24,5
5- Santa Cruz	23,5

Tabla Nº 6-2- Ubicación de las provincias con

**mayor porcentaje de crecimiento poblacional**

### 3- ESTIMACION DE CONSUMO DE ARIDOS

Los datos de producción declarados por los productores y los registrados en los organismos oficiales no guardan relación con los volúmenes explotados, estimándose este en base al volumen de las cavas producidas en ese periodo. Se ha hecho necesario entonces aplicar un criterio de cálculo o estimación mas ajustado a la realidad, que permita efectuar una proyección para el futuro mediato.

El objetivo es evaluar la demanda efectuada de áridos, originada y satisfecha, en años anteriores para estimar la demanda total de áridos anual proyectada en m<sup>3</sup>. El cálculo se obtiene como un promedio anual que resulta de dividir el consumo en el período de la ejecución de las obras de construcción de viviendas o de infraestructura vial por el número de años.

La estimación se realiza en base a la información recabada en las entidades responsables que se registran en la Tabla Nº 6-3. Se calcula un promedio anual por cada rubro obtenido según el período de registro de los consumos respectivos.

Según la Dirección Provincial de Vialidad, en el período de ejecución 1997/2000, se realizaron obras de estructura urbana y vial que insumieron un volumen de áridos de 112 577 m<sup>3</sup>. Así también de la Municipalidad del Dpto. Capital, se obtuvieron los registros de las toneladas métricas de asfaltado

ejecutadas en el período 1996/1999, calculándose los metros cúbicos de áridos a razón de 0,94 m<sup>3</sup>/tn.

Los otros dos items (ii) y (iii) se refieren a construcción de viviendas y la estimación de los áridos utilizados se obtuvo a partir de los datos de superficie construida multiplicada por 1,09 m<sup>3</sup>, que es el insumo por metro cuadrado.

Sumados los consumos promedio anuales por rubro se obtuvo la estimación anual total. Este cálculo permite hacer una estimación de lo que podría ser el consumo en un decenio posterior con la suposición de que se tuviera una demanda aproximadamente constante por año.

En el caso de que estos supuestos se cumplan y se mantengan constantes, en los próximos 10 años se esperaría un consumo de áridos en la ciudad Capital de La Rioja de 1.682.720 m<sup>3</sup>.

***Estimación del consumo promedio de áridos en la Ciudad de La Rioja entre 1996-2000***

<b><u>Fuentes de información</u></b>	<b>Obras</b>	<b>Período de evaluación</b>	<b>Consumo global en m<sup>3</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>
(i) Vialidad Provincial	Infraestructura Vial	1997/2000	112.577	28.144
(ii) Instituto Provincial de la Vivienda	Viviendas	1996/2000	358.681	71.736
(iii) Municipalidad del Dpto. Capital-Obras Privadas	Ampliación y construcción de viviendas privadas	1996/1999	216.979	54.245
(iv) Municipalidad del Dpto. Capital-Ordenanzas Municipales	Plan de asfaltado	1996/2000	70.735	14.147

**Promedio total anual: 168.272**

*Tabla Nº 6-3: estimación del consumo de áridos.*

#### **4- CARACTERIZACIÓN DE CANTERAS**

El relevamiento de las características de las canteras de áridos que han sido explotadas resulta de interés para conocer la relación con las demandas específicas y orientar en la búsqueda de las nuevas áreas de extracción.

En este apartado se presenta un estudio de las variables relevadas para estas canteras de áridos con la aplicación de métodos estadísticos multivariantes consistente en un análisis de Cluster o Agrupamiento y un análisis de Componentes Principales. Mediante tales aplicaciones se realizan

agrupamientos de las canteras de áridos en base a sus similitudes y se describen las tipologías de cada grupo. La simplificación en la descripción lograda, con poca pérdida de información, permite obtener importantes conclusiones.

#### 4.1- DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS

La cantera Espíritu Santo se ubica en la unidad geomorfológica definida como “relicto de abanico aluvial”. El paleoambiente de sedimentación de los depósitos explotados en esta cantera fue un sistema fluvial braided de baja sinuosidad y con barras alternantes, con un alto porcentaje de carga de lecho, y corresponderían al pie de abanico o abanico distal (Mas, M. et al.; 2002).

La cantera Las Garrochas se emplaza en el lecho del río del mismo nombre ubicado en la unidad geomorfológica “Bajada aluvial pedemontana” labrada a partir de la Sierra del Velasco. Predomina el material grueso (arenas y gravas) correspondientes a la alternancia de períodos de avenida o crecida (conglomerados con bloques de gran tamaño y poca selección), con períodos de tranquilidad fluvial (arenas y gravas finas a gruesas y mayor selección).

La cantera San Nicolás se ubica en el lecho y llanura aluvial del río Mal Paso, se encuentra en un típico ambiente fluvial, con abundante material que refleja mucho transporte.

La cantera Don José está emplazada en el río Mal Paso, aguas abajo de la cantera San Nicolás. Al igual que esta última, sus depósitos presentan las características netamente fluviales.

Las canteras AFEMA y Arenas del Sur (Robles) están ubicadas en la parte media-distal del cono aluvial del río Los Sauces en el que se emplaza la ciudad de La Rioja. Son depósitos de planicie aluvial entrelazados.

El conocimiento por franja granulométrica de la composición de cada cantera se pudo obtener a través del estudio de la granulometría de las muestras y de una muestra ponderada para cada cantera que fuera representativa de la misma.

#### 4.2- ANÁLISIS DE DATOS UNIVARIADO

Los datos de la Tabla N° 6-4 resumen los porcentajes de cada tipo de árido extraídos de las seis principales canteras explotadas en la ciudad de La Rioja, y los volúmenes de extracción totales registrados en Dirección General de Minería en los años 2000 y 2001.

CANTERA	Porcentaje por tamaño de árido					Explotación en M <sup>3</sup>	
	Arena Fina	Arena Gruesa	Granza	Ripio	Grava	Año 2000	Año 2001
AFEMA	32	42	18	8	0	4647	26.097



<b>DON JOSE</b>	<b>14</b>	<b>46</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>880</b>	<b>2.003</b>
<b>ESPIRITU SANTO</b>	<b>13</b>	<b>56</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>304</b>	<b>80</b>
<b>LAS GARROCHAS</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>600</b>	<b>613</b>
<b>ROBLES</b>	<b>27</b>	<b>47</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>13.772</b>	<b>6.330</b>
<b>SAN NICOLAS</b>	<b>21</b>	<b>43</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>6.895</b>	<b>2.041</b>

**Tabla N° 6-4: Porcentaje por tipo de árido y volumen de extracción (m³) en las principales canteras de la ciudad de La Rioja. Fuentes: ITIM y DGM**

Se calcularon, sobre los datos de la Tabla N° 6-4, las medidas estadísticas resumen (Tabla N° 6-5) que permitieron detectar, en principio, las tendencias centrales y de dispersión de cada una de las variables (Arena fina, Arena gruesa, Granza, Ripio, Grava, Año 2000 y Año 2001) relevadas por cantera.

Las mayores dispersiones se observan para la variable que mide la extracción en el año 2001 con un coeficiente de variación de 167% y para la proporción de Grava con 196%. Si bien este último es muy elevado se puede señalar que, en parte, este hecho se debe a la existencia de valores nulos de dichos porcentajes en varias canteras.

<b>Variables</b>	<b>Arena fina</b>	<b>Arena gruesa</b>	<b>Granza</b>	<b>Ripio</b>	<b>Grava</b>	<b>Año 2000</b>	<b>Año 2001</b>
<b>Descriptivos</b>							
<b>MEDIA</b>	20,83	42,50	20,00	12,83	3,83	4.516,33	6.027,33
<b>MEDIANA</b>	19,50	44,50	19,50	10,50	0,50	2.763,50	1.522,00
<b>MÁXIMO</b>	32	56	27	26	19	13.772	26.097
<b>MINIMO</b>	13	21	16	4	0	304	80
<b>DESVIO ESTANDAR</b>	7,47	11,64	3,74	8,98	7,52	5.246,84	10.086,66
<b>COEF. DE VARIACION (%)</b>	36	27	19	70	196	116	167

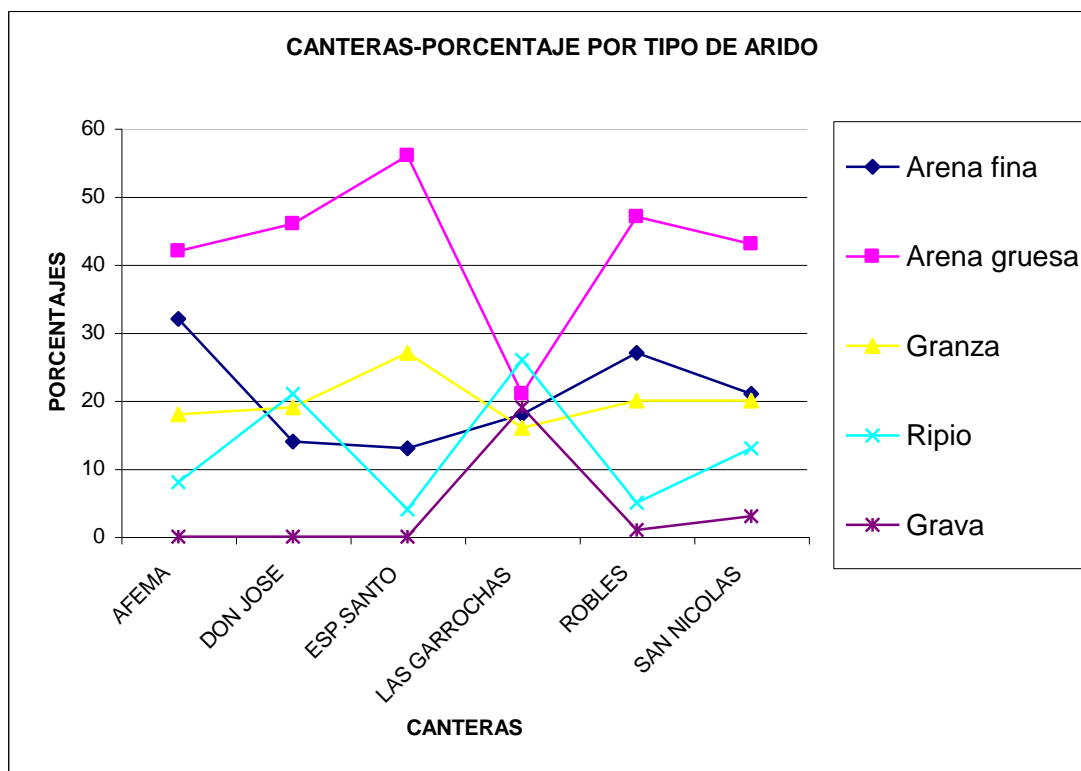
Fuentes: ITIM y Dirección General de Minería

**Tabla N° 6-5: Medidas estadísticas resumen de tendencia central y dispersión**

En el Gráfico N° 6-1 se representan las variables porcentaje de cada tipo de árido por cantera y en la Gráfico N° 6-2 los volúmenes de explotación por cantera.

Algunos puntos relevantes que se pueden observar en el Gráfico N° 6-1, son:

- El porcentaje máximo de arena gruesa para la cantera Espíritu Santo y mínimo para Las Garrochas.
- Máximo porcentaje de arena fina para la cantera AFEMA, siguiendo la Robles.
- La cantera Las Garrochas presenta notables porcentajes mayores que el resto en ripio y en grava (granulometrías más altas).

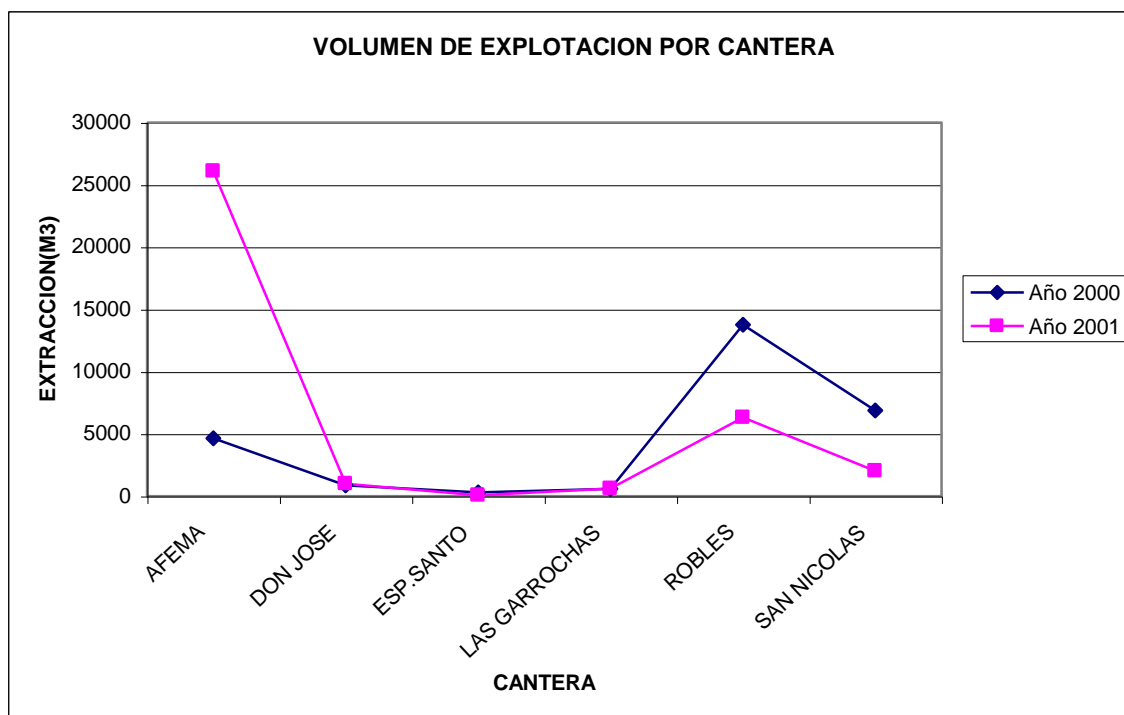


**Gráfico N° 6-1: Porcentaje de cada tipo de árido por cantera**

Estos análisis son compatibles con las características sedimentológicas de las unidades geomorfológicas en las que se ubican las canteras. El alto porcentaje de arena gruesa de la cantera Espíritu Santo, sumado a que también hay un elevado contenido de granza, puede explicarse por corresponder a un relicto de abanico aluvial con depósitos correspondientes a un sistema braided de baja sinuosidad y con barras alternantes, con un alto porcentaje de carga de lecho (Mas, et al. 2002).

El mínimo correspondiente a Las Garrochas se debe a que pertenece a un río proveniente de la sierra de Velasco, con un recorrido del material transportado, muy inferior al que han experimentado los materiales que se encuentran en las otras canteras, lo cual también explica los altos porcentajes en ripio y grava respecto de las restantes.

El máximo porcentaje de arena fina en la cantera de AFEMA seguida por la de Robles, se explica porque ambas se ubican en la parte media distal del cono aluvial de La Rioja, su material ha experimentado mayor transporte y retrabajamiento por la acción fluvial, ubicándose en un sector que por su ubicación predomina el material más fino y mejor seleccionado.



**Gráfico N° 6-2: Volumen de explotación por cantera**

El volumen de explotación por producto y por cantera, también permite un análisis interesante:

- Las canteras con mayor explotación promedio entre los años 2000 y 2001 son AFEMA, Robles y San Nicolás, las restantes presentan niveles notablemente inferiores. Esto coincide con la mayor disponibilidad de estas canteras de arena fina, que podría interpretarse como el material más demandado en estos dos años.
- En el año 2000 Robles y San Nicolás registran un mayor volumen de extracción que AFEMA, mientras que esto se revierte en el 2001. Puede atribuirse a la adjudicación a esta empresa de la provisión de áridos para asfalto.

### 4.3- ANÁLISIS DE DATOS MULTIVARIADO

En un análisis multivariado se intenta comprender las relaciones entre las variables con el objetivo de describir las Canteras a través de la información proporcionada por todas las variables simultáneamente.

Por las características y por la cantidad de variables relevadas se considera adecuado, a los fines descriptivos, realizar los siguientes análisis:

**Análisis de Cluster Jerárquico o de agrupamiento.** Seleccionando una medida de distancia adecuada y un método de agrupamiento, se observan el orden y las distancias en las cuáles se producen los agrupamientos entre las canteras, de acuerdo a la disimilitud entre las mismas (similitud-semejanza en el caso de las proximidades o su grado de disimilitud-desemejanza en el caso de las distancias- Visauta Binacua B. 1998-168). Este método comienza el análisis con tantos grupos como casos (canteras) y va formando grupos en pasos sucesivos. En el primer paso, se agrupan los dos casos más cercanos, menos disímiles; en el paso siguiente, los casos agrupados en el primero se consideran como un grupo más; se vuelven a calcular las distancias entre los grupos, agrupando los dos más próximos, y así sucesivamente, hasta constituir un solo grupo.

**Análisis de Componentes Principales.** Esta técnica permite condensar la información aportada por las variables (en este caso son 7) en un conjunto menor de variables llamadas *factores o componentes principales* (se intenta que sean 1 o 2) con la mínima pérdida de información. Estos factores resumen la información proporcionada por varias variables y permiten describir los casos (canteras) de manera más simple. Sus objetivos generales son la reducción de los datos y la interpretación (Johnson & Wichern- 1999).

#### 4.4- ANÁLISIS DE CLUSTER JERÁRQUICO

La realización de un análisis de Cluster con la selección de la distancia euclídea al cuadrado, método de agrupamiento promedio entre grupos y las variables estandarizadas utilizando el módulo SSPS Professional Statistics 6.1 proporcionan las salidas que se presentan en las Tablas N° 6-6 a N° 6-8 y en los gráficos 6-3 y 6-4.

En la Tabla N° 6-6 se puede observar que la canteras más cercanas con una distancia Euclídea al cuadrado de 3,295 son la Don José y la San Nicolás y las más alejadas con un valor de distancia de 30,527 son Las Garrochas y Espíritu Santo.

Proximity Matrix						
Case	Squared Euclidean Distance					
	1:AFEMA	2:DON JOSE	3:ESPIRITU SANTO	4:LAS GARROCHAS	5:ROBLES	6:SAN NICOLAS
1:AFEMA		14,802	21,242	24,436	7,913	8,804
2:DON JOSE	14,802		8,935	12,239	12,621	3,295
3:ESPIRITU SANTO	21,242	8,935		30,527	14,615	8,675
4:LAS GARROCHAS	24,436	12,239	30,527		25,409	12,959
5:ROBLES	7,913	12,621	14,615	25,409		3,527
6:SAN NICOLAS	8,804	3,295	8,675	12,959	3,527	

This is a dissimilarity matrix

**Tabla N° 6-6: Matriz de proximidades**

Este análisis refleja las similitudes o diferencias entre los ambientes de sedimentación de los materiales de las canteras, ya que Don José y San Nicolás están emplazadas en el mismo río con pocos km de distancia entre sí; en cambio las condiciones ambientales de sedimentación entre los materiales de la cantera Las Garrochas y Espíritu Santo, son totalmente diferentes, a pesar de encontrarse a corta distancia geográficamente.

En la Tabla N° 6.7 se encuentran los coeficientes que indican las distancias a las que se producen las uniones para formar los sucesivos grupos y en la Gráfico N° 6-3, se indica como se producen estas uniones

Agglomeration Schedule						
Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	6	3,295	0	0	3
2	1	5	7,913	0	0	4
3	2	3	8,805	1	0	4
4	1	2	12,602	2	3	5
5	1	4	21,114	4	0	0

**Tabla N° 6-7: Formación de Clusters  
Average Linkage (Between Groups)**

En el dendograma de la Figura N° 6-4 puede observarse que las primeras canteras en agruparse son Don José y San Nicolás, las que siguen son AFEMA y Robles y posteriormente al primer grupo formado se une la Espíritu Santo, en el cuarto paso se unen los grupos Don José- San Nicolás - Espíritu Santo con AFEMA –Robles para finalmente unirse con Las Garrochas y formar un único aglomerado.

Cluster Membership	
Case	4 Clusters
1:AFEMA	1
2:DON JOSE	2
3:ESPIRITU SANTO	3
4:LAS GARROCHAS	4
5:ROBLES	1
6:SAN NICOLAS	2

**Tabla N° 6-8: Formación de los cuatro clusters  
o conglomerados**

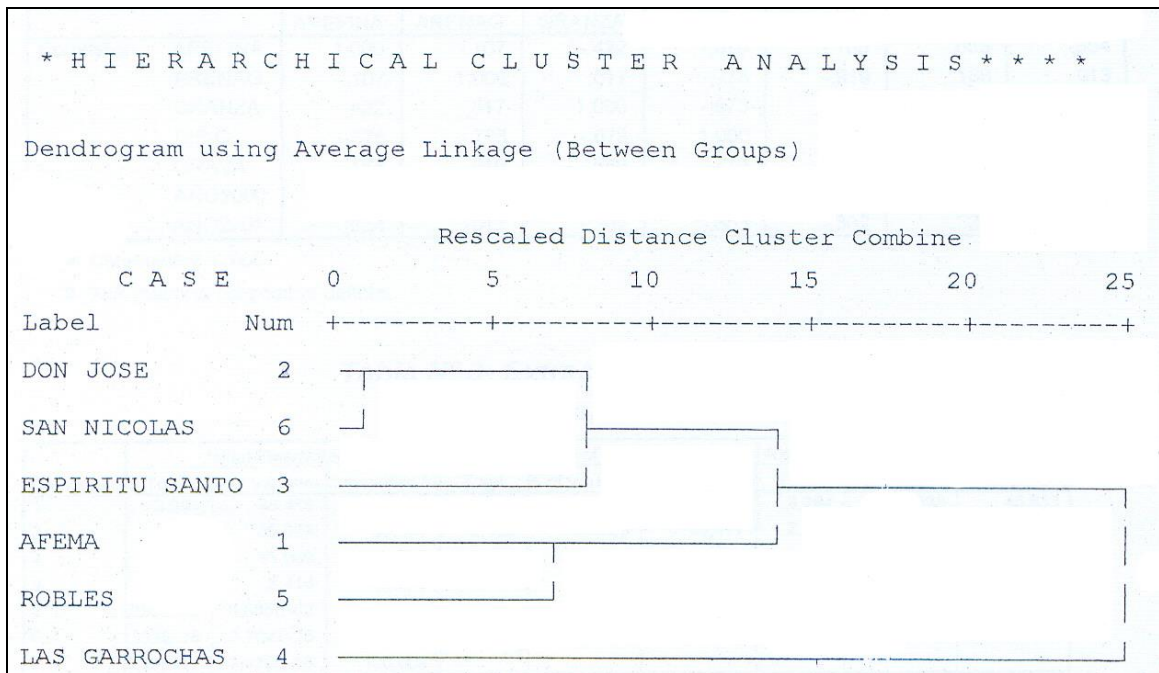


Vertical Icicle											
	Case										
	4:LAS GARROCHAS		3:ESPIRITU SANTO		6:SAN NICOLAS		2:DON JOSE		5:ROBLES		1:AFEMA
Number of clusters											
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X		X	X	X	X	X		X	X	X
4	X		X		X	X	X		X	X	X
5	X		X		X	X	X		X		X

**Gráfico N° 6-3: Proceso de formación de Clusters**

Al primer grupo formado por Don José y San Nicolás (depósitos del río Mal Paso) se agrega Espíritu Santo (relicto de abanico aluvial), ya que hay mayor similitud de esta última con las dos primeras que con las restantes canteras.

El agrupamiento entre AFEMA y Robles muestra la similitud entre ambas, ya que pertenecen al cono medio distal del río Los Sauces y están próximas entre sí. Este segundo grupo se une al anterior y por último se agrupan con Las Garrochas, con la que guardan mayores diferencias.

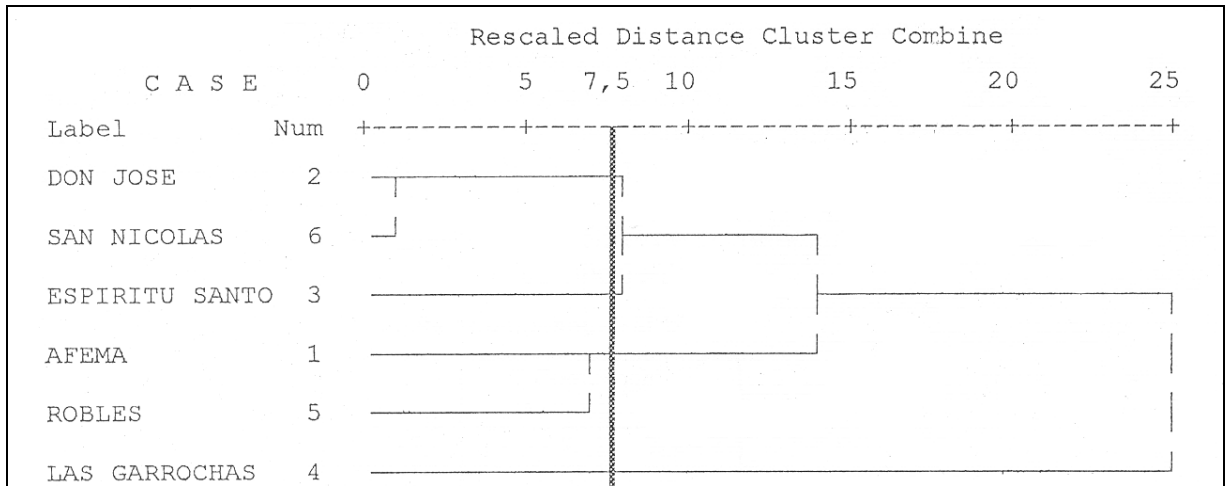


**Gráfico No 6-4: Dendograma**

Si, por ejemplo, se quisiera analizar los grupos formados con una distancia que en escala de 0 a 25 está en 7,5. (25 corresponde a 21,114 para estos datos) se obtendrían 4 grupos y las canteras pertenecerían al grupo indicado en la Tabla N° 6-8. Los cuatro grupos son los que corta la línea transversal por 7,5 de la Gráfico N° 6-5.

#### 4.5- ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Un análisis de componentes principales adoptando el criterio de retener los factores para los cuales los eigenvalores son mayores que 1, permite seleccionar los dos primeros factores llamados primera y segunda componente principal. Las salidas del programa SPSS, muestran que las dos primeras componentes acumulan el 83,477% de la varianza (Tabla N° 6-10).



**Gráfico N° 6-5: Corte transversal en dendrograma en distancia 7,5.**

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,391	48,448	48,448	3,391	48,448	48,448	3,264	46,633	46,633
2	2,452	35,029	83,477	2,452	35,029	83,477	2,579	36,844	83,477
3	,774	11,060	94,537						
4	,379	5,416	99,953						
5	3,280E-03	4,685E-02	100,000						
6	5,393E-16	7,704E-15	100,000						
7	-5,19E-17	-7,416E-16	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

*Tabla N° 6-10:- Extracción de factores*

También en el Gráfico N° 6-6. se grafican los 7 autovalores encontrados para la matriz de varianzas- covarianzas, pudiéndose apreciar que no sólo los

dos primeros son mayores que uno sino que se produce un cambio de concavidad que justifica la retención sólo de estos factores.

Para facilitar la descripción se realizó una rotación de ejes ortogonal, la rotación VARIMAX, que prioriza la variabilidad máxima.

Las correlaciones de las variables con los ejes de las componentes o factores rotados, en la Tabla N° 6-11, indican que la primera componente está positivamente correlacionada con las variables arena gruesa y granza y negativamente con grava y ripio. Este eje condensa la información que proporcionan las variables correspondientes a las granulometrías superiores a 0,4 mm. La segunda componente tiene correlaciones altas y todas positivas con las variables arena fina, año 2000 y año 2001, por lo tanto resume el comportamiento de estas variables. Todas las restantes correlaciones son más próximas a cero que a +1 o -1.

El gráfico de dispersión de las puntuaciones factoriales de cada una de las canteras en las componentes principales o factores, se presenta en el gráfico N° 6-7.

Considerando las proyecciones en los ejes de los puntos representativos de las canteras, con respecto al primer eje o primera componente principal se destaca la ubicación de la cantera Espíritu Santo y de Las Garrochas en posiciones más alejadas del origen. Esto indica que **la cantera Espíritu Santo se caracteriza por sus porcentajes elevados en arena gruesa y granza y muy bajos en grava y ripio mientras que Las Garrochas precisamente a la inversa.**

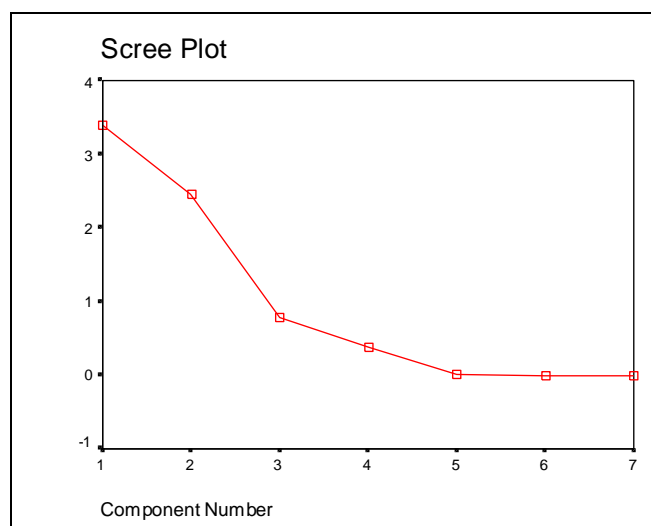


Gráfico N° 6-6: *Eigenvalores*

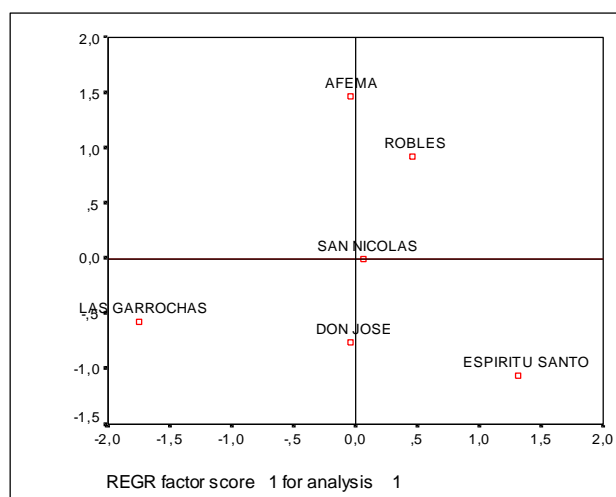
Rotated Component Matrix <sup>a</sup>		
	Component	
	1	2
ARENAG	,985	-1,97E-02
GRANZA	,872	-,389
GRAVA	-,867	-,265
RIPIO	-,853	-,416
AREFINA	-7,36E-02	,993
AÑO2001	1,625E-02	,849
AÑO2000	,222	,692

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.  
 a. Rotation converged in 3 iterations.

**Tabla Nº 6-11 - Salida del SSPS de correlaciones entre variables y componentes.**

Este análisis refleja que, entre las canteras Espíritu Santo y Las Garrochas, se da el mayor antagonismo respecto de las características de los depósitos y condiciones de sedimentación de todas las canteras analizadas

Teniendo en cuenta la proyección en el segundo eje, se presentan las canteras AFEMA y Robles como las más alejadas del origen las cuáles se caracterizan por mayor proporción en arena fina y mayores niveles de extracción en Año 2000 y Año 2001; se vuelve a traducir aquí el mismo origen y proximidad de los áridos de estas canteras.



**Gráfico Nº 6-7: Puntuaciones factoriales de las canteras en los factores**

A la inversa presentan estas características la Espíritu Santo, Don José y Las Garrochas. Los grupos que se forman con el análisis de Cluster se pueden observar en el Gráfico Nº 6-8. En el espacio de los dos factores seleccionados quedan ubicadas las canteras de un mismo grupo cercanas

entre sí, lo que indicaría que los análisis multivariados efectuados dan resultados coincidentes.

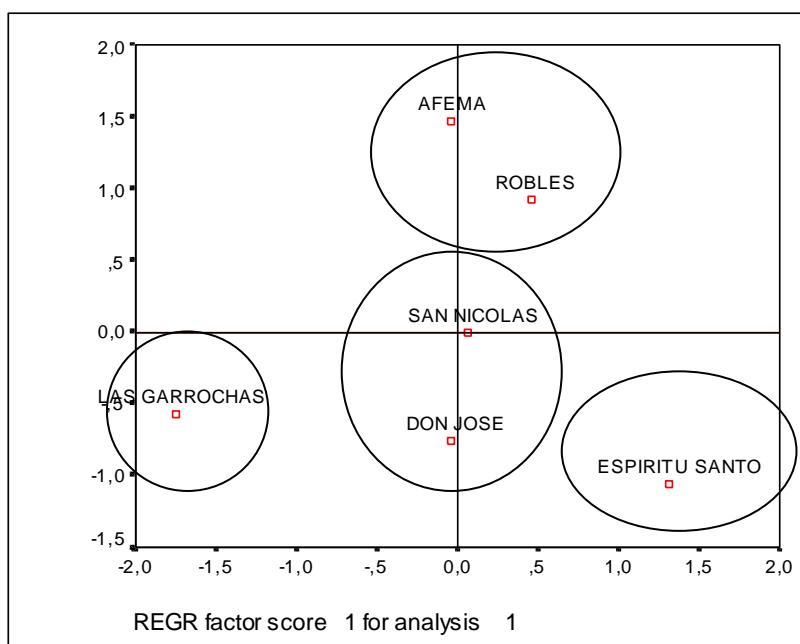


Gráfico N° 6-8: Puntuaciones factoriales de las canteras en los factores y agrupamiento

## 4.6- CARACTERIZACIÓN DE LOS GRUPOS CONSTITUIDOS

El análisis realizado nos permite caracterizar los grupos e interpretar los resultados obtenidos.

### Grupo 1- AFEMA y Robles.

El grupo presenta altos niveles de extracción en los Años 2000 y 2001 y altos porcentajes en arena fina. El alto porcentaje de arena fina puede ser el factor determinante de la mayor extracción, ya que es la fracción mas demandada para asfalto y construcción y la que presenta por mejor precio en el mercado. Ambas canteras pertenecen al mismo ambiente de sedimentación

### Grupo 2- San Nicolás y Don José.

El grupo presenta niveles de extracción medio a bajo y porcentajes de cada tipo de árido próximos a los valores medios sin destacarse ninguno.

### Grupo 3- Espíritu Santo.

La distribución en este caso de manifiesta bajo nivel de explotación y porcentajes de arena fina. Los porcentajes en arena gruesa y granza son altos y son bajos en grava y ripio.

### Grupo 4- Las Garrochas.



El grupo presenta altos porcentajes en grava y ripio y bajos en arena gruesa y granza. Para la arena fina el porcentaje de extracción está por debajo de la media y de porcentaje. De este análisis se puede deducir que es la cantera menos apta para ser explotada, por ser la que menos se adapta a las características de distribución que preemitiría una buena inserción de sus productos en el mercado

## **5- CONCLUSIONES**

A partir de la aplicación de los métodos estadísticos al análisis de canteras, se han podido establecer importantes correlaciones que reflejan las similitudes o diferencias entre las canteras, a partir básicamente, de la textura de los materiales que las constituyen (proporción de diferentes granulometrías), lo cual señala las condiciones de sedimentación y su aptitud para ser explotadas en función de la demanda.

El alto porcentaje de arena fina en una cantera puede ser el factor determinante de la mayor extracción, tal como resulta en las canteras de mayor explotación que son AFEMA y Robles, siendo este un factor relevante a tener en cuenta en la búsqueda de nuevos sectores de explotación. También se observa una explotación media en la cantera San Nicolás que presenta porcentaje medio en arena fina.

Las otras canteras con explotación baja y bajo porcentaje de arena fina, presentan diferencias marcadas en sus otras componentes granulométricas, en especial las canteras Espíritu Santo y Las Garrochas. Esta última con altos porcentajes en grava y ripio y bajos en arena gruesa y granza se presenta como la menos apta, mientras que la Espíritu Santo tiene estos porcentajes en valores opuestos, es decir altos en arena gruesa y granza y bajos en grava y ripio.

El estudio multivariado señala una mayor variabilidad en un factor o componente (la primera) que resume las granulometrías altas, sin embargo las granulometrías bajas (por debajo a los 0,5 mm) son las que se muestran mas correlacionadas con los niveles de extracción y su variación positiva es en el mismo sentido (segunda componente). En las nuevas canteras la calidad de los materiales que posea será determinante, sin duda, del nivel de explotación que alcanzará.



# Capítulo 7

## MITIGACION

### 1 INTRODUCCIÓN

*“Las sociedades industrializadas presentan una gran demanda de materias primas y entre éstas se encuentran los áridos. Estos materiales son básicos para el desarrollo de la economía urbana e industrial (construcción, obras civiles e infraestructura viaria).*

*Los principales centros consumidores son las grandes ciudades y en general los yacimientos están próximos a ellas y como consecuencia de ello, la expansión urbanística está provocando la ocupación de los depósitos de áridos.*

*La proximidad de las explotaciones incrementa la sensibilidad de los posibles impactos ambientales.” [de Liñan, C]*

El desarrollo de una actividad extractiva provoca en el entorno no solo un impacto ambiental sino también socio-económico que se manifiesta por las relaciones de dependencia económica en diferentes sectores productivos y a distintas escalas.

Una de las actividades que en estos momentos mas afecta a la integridad de los valores paisajísticos y naturales, es la extracción de áridos a cielo abierto. Esto se debe a una gran demanda de materiales para la construcción, para infraestructura, etc.

Existen zonas de marcado interés agrícola, paisajístico y cultural que están sufriendo una degradación progresiva debido a las extracciones de áridos, destinados fundamentalmente a su uso en la construcción, creación de infraestructura vial, agricultura, llevando consigo la paulatina transformación del medio natural.

### **2 CONSIDERACIONES GENERALES**

La Evaluación preliminar y el relevamiento realizado durante el proyecto, ponen en evidencia algunas falencias de esta actividad:

- La mayoría de las extracciones que se han llevado a cabo carecieron de las autorizaciones administrativas o cuando se contaba con ellas no se cumplieron algunas normas.
- En general en esta industria no suele existir diseño o proyecto de extracción, realizándose la explotación del recurso en función de la comodidad, proximidad a zonas de uso y facilidad de acceso, lo que implica un gran daño y mayor dificultad para abordar la restauración.
- No suele realizarse ningún tipo de restauración o tratamiento posterior.
- Cuando se ha redactado un Proyecto de Explotación y Plan de Restauración, se detecta la ausencia de criterios ambientales en el diseño de la explotación y en las soluciones adoptadas para su restauración.

La falta de control y ordenamiento de las extracciones de áridos hasta la década de los '90 en la ciudad de La Rioja, trajo como consecuencia la formación de grandes huecos producidos por la explotación irracional de dichas áreas.

Este deterioro se agrava como consecuencia del uso indebido de estos huecos como depósitos de efluentes industriales, residuos sólidos urbanos, etc., ocasionando graves daños ambientales por la proximidad de algunas de ellas, a viviendas, zonas recreativas, y al aeropuerto.

Se presentan además riesgos por contaminación atmosférica y disminución de la visibilidad debido a la incineración de los residuos, contaminación de suelos y aguas por infiltración de lixiviados y efluentes líquidos provenientes de las industrias ubicadas en el parque industrial de la ciudad.

Las zonas a mitigar pueden ser identificadas según el tipo de contaminación.

Dos canteras abandonadas se han convertido en reservorios de efluentes industriales:

- “Laguna Azul”
- “Laguna Rosa”

Esta denominación ha sido adjudicada por la población debido al color de los líquidos derramados en ellas.

Son depósitos de residuos sólidos urbanos las canteras abandonadas:

- “Zarate”,
- “Gachón”

- “Cabecera de aeropuerto”

### **3 ESTRATEGIAS**

La ejecución de las actividades extractivas comporta un impacto sobre el entorno natural, requiere acciones específicas previas, durante y la explotación y con posterioridad, en la etapa de cierre. Se debe lograr:

- Un marco normativo adecuado
- Acciones de fiscalización y control efectivos
- Proyectos de remediación o mitigación específicos para cada explotación

#### **3.1- LEGISLACIÓN:**

Lo primero que debe realizarse para revertir la tendencia actual e impedir que estos problemas se repitan en el tiempo, es ajustar la normativa vigente, redactando reglas específicas para las explotaciones de áridos.

La ley Nacional N° 24.585 (Ley de Impacto Ambiental Minero), es de aplicación en la explotación de canteras de áridos por tratarse estas técnicamente de explotaciones mineras.

No obstante lo dicho en el párrafo anterior, la explotación de áridos presenta particularidades que deben tenerse en cuenta. A título de ejemplo, la extracción de áridos en las márgenes de ríos, por recibir aportes constantes de nuevo material, tienen continuidad en el tiempo sin grandes modificaciones del paisaje. La explotación de paleo cauces de ríos (que es el caso de la Ciudad de La Rioja), se asemeja mas a una explotación tradicional de canteras.

#### **3.2- CONTROL**

Debemos aclarar que existen normas aplicables a los casos estudiados que podrían haberse aplicado a la situación planteada. El problema ha sido que tradicionalmente el impacto producido no era perceptible, además, tradicionalmente esta actividad, si bien como hemos dicho es minera, se consideraba más del rubro de la construcción y no recibía los mismos controles.

Muchas veces la existencia de normativas particulares y específicas no implica su automático cumplimiento por parte de los usuarios. El Estado tiene como obligación controlar, fiscalizar y hacer cumplir las reglamentaciones.

Cuando se ha producido la intensificación de la actividad con los problemas consecuentes, ya existía una cultura productiva que dificultaba el trabajo racional.



Esto ya se ha revertido, los controles, resistidos inicialmente, ya se aplican, incluso las canteras dentro del ejido urbano ya han sido clausuradas definitivamente. Cabe ahora capitalizar la experiencia para evitar que el problema se repita en el futuro.

### **3.3- PROYECTOS DE MITIGACIÓN**

Los proyectos de mitigación tienen la misma o mayor importancia que los de explotación y ambos están estrechamente condicionados entre si.

La finalización ordenada de la explotación de una cantera de áridos y la adecuación del espacio para su recuperación o para su adaptación y aplicación urbana, son imprescindibles.

## **4- ESTUDIO DE CASOS**

La situación, desde el punto de vista del remedio a aplicar, es diferente en cada caso particular ya que depende del tipo de efluente o residuo, ambiente, colindancia, urbanización, geomorfología, etc.

Para ejemplificar situaciones particulares y distintas, referidas a la degradación ambiental ocasionada por el abandono de la actividad extractiva de áridos se han elegido dos casos de pasivos ambientales:

- Cantera Zárate
- Laguna Azul

Estos casos merecen un tratamiento pormenorizado, razón por la que se les asignan los siguientes capítulos.

# Capítulo 8

## CANTERA ZARATE

### 1- INTRODUCCIÓN

La problemática de la extracción de árido natural en esta cantera plantea un caso especial por el entorno natural donde se llevó a cabo y por la proximidad con el área urbana.

Una explotación de áridos produce modificaciones fisiográficas. Esta área en particular, afectada por las extracciones, ha quedado altamente degradada, con huecos en los que se han efectuado vertidos incontrolados de productos, desechos o escombros, constituyéndose en un basural a cielo abierto.

Para emprender el proyecto de mitigación, Tanto el del presente capítulo como el de la Laguna Azul, previamente se deben considerar otros aspectos que por su importancia lo condicionan. El proyecto de mitigación requiere previamente:

- Análisis de la evolución de la Estructura Urbana de la ciudad
- Análisis del impacto ambiental de la cantera en el Sistema Social

Cambio en el Uso del Suelo

Cambio en el Valor del Suelo

- Análisis del impacto ambiental en el paisaje

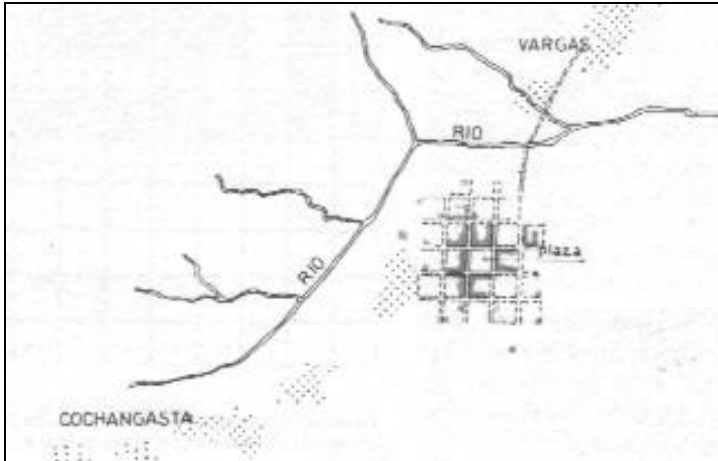
Alteración de la Morfología y del Paisaje

Alteración del Ambiente Socio-cultural

### 2- EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA URBANA DE LA CIUDAD

Para comprender el entorno en el cual está inserta la Cantera, tanto urbano como social, se hace necesario analizar la evolución de la estructura urbana a través de los años.

Seguiremos para este punto los aportes del trabajo “La Cuadrícula”, de la Arquitecta Beatriz Alicia Landeira de González Iramain]



La ciudad hacia 1630

*La población era de 250 hab. Aproximadamente. Existían algunas decenas de casas, iglesia Parroquial y Conventos Franciscano y Dominic. Existían plantaciones de frutales en Vargas y Cochangasta*



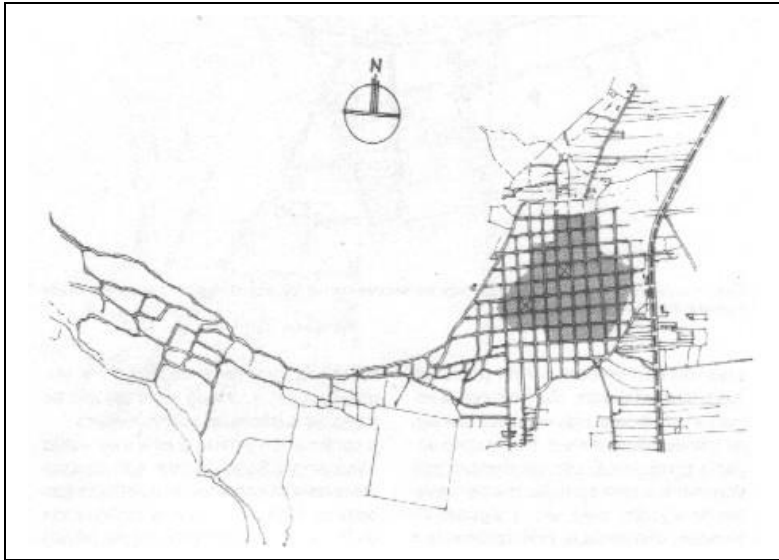
La ciudad hacia 1750-1800

*El trazado realizado en el momento de la fundación fue completándose y ocupándose lentamente en los años siguientes. No hubo grandes cambios. Apenas se iban construyendo algunas casas mas, completándose la iglesia y conventos y eliminando los yuyos que crecían en la plaza.*



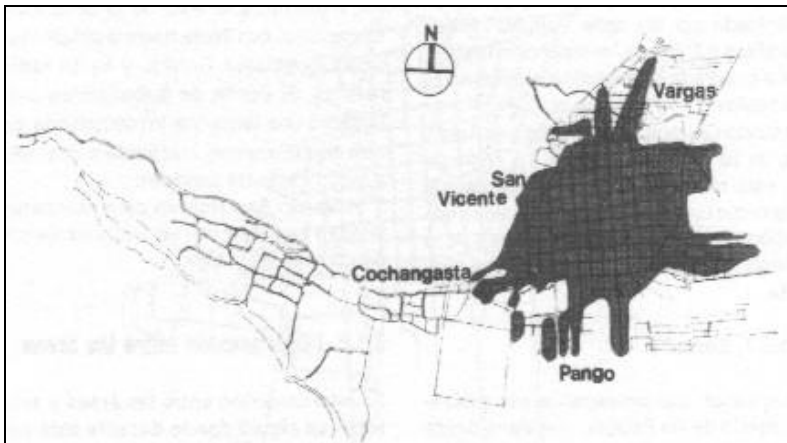
La ciudad hasta 1900

*La llegada del siglo XIX encuentra una aldea que aún no había ocupado la totalidad de las manzanas de su fundación. Calles de tierra, sin arbolado y sin vereda, con acequias de riego. En 1891 la ciudad de La Rioja sufre un terrible terremoto que destruyó casi por completo la ciudad, derrumbo 3 de sus templos, 200 casas; la Casa de Gobierno y las 2 Escuelas Nacionales quedan en ruinas.*



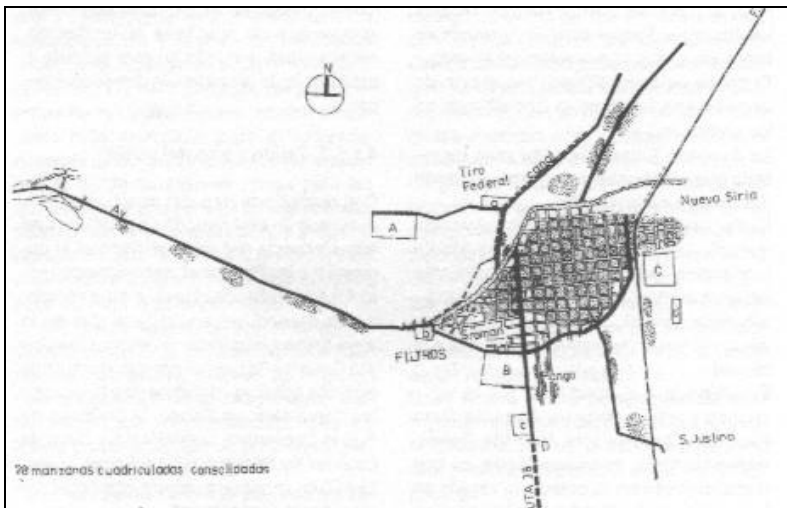
*La ciudad hacia 1920  
Área urbana Consolidada*

*Hacia 1916 el área urbanizada apenas cubría la cuadrícula fundacional, donde se contaba con los servicios básicos. Alrededor de ella el uso era predominantemente rural. El equipamiento principal estaba en el centro alrededor de la "plaza vieja" y se iba*



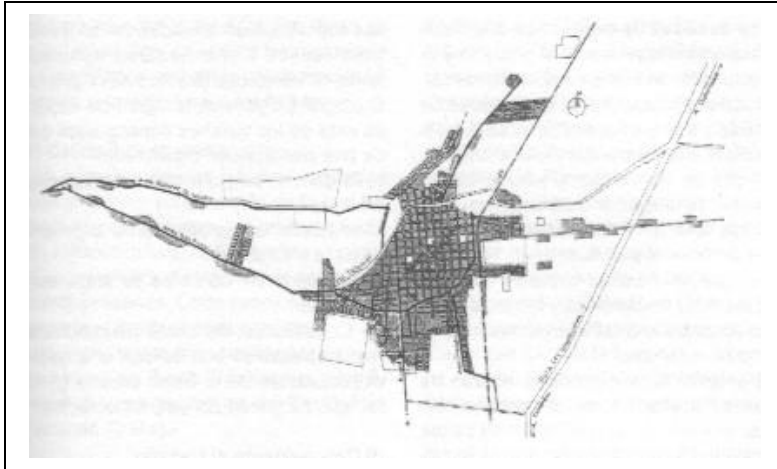
*La ciudad hacia 1945*

*Hacia 1940 el área urbanizada había cubierto la cuadrícula fundacional y avanzado esquivando los "bordes" naturales. El equipamiento principal seguía ocupando el centro aunque empezaba a extenderse hacia el Boulevard Sarmiento.*



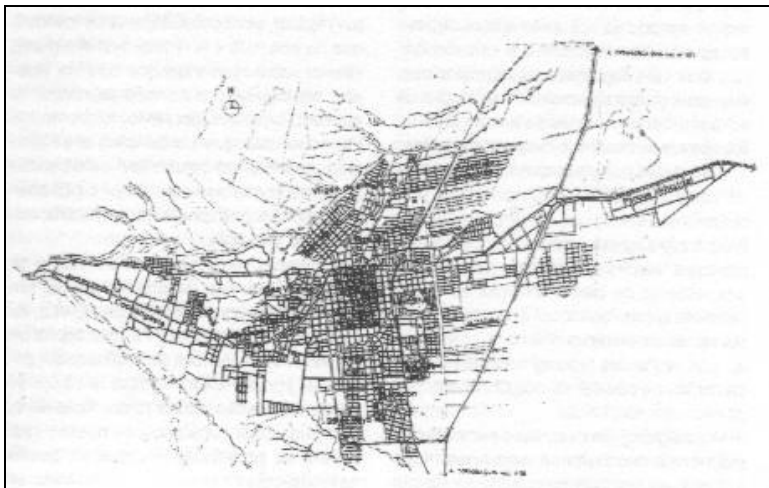
*La ciudad hacia 1950*

*Se iban completando lentamente las manzanas en el centro. Se extiende hacia el tramo de la actual Ramírez de Velazco que llega hasta el "Parque Yacampis" que era el lugar de moda para ir a pasear.*



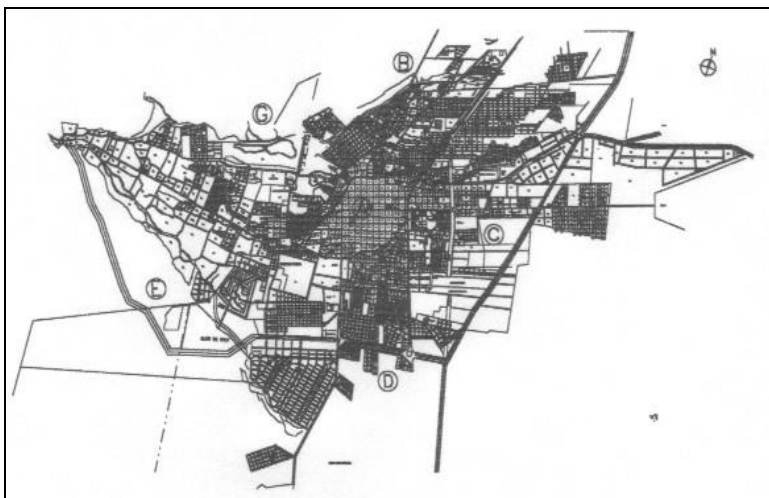
*La ciudad hacia 1975  
Área urbana Consolidada*

*La dispersión de los nuevos barrios "en medio del campo" denota la ausencia de una política de vivienda acorde con la planificación urbana.*



*La ciudad hacia 1992  
Área urbana Consolidada*

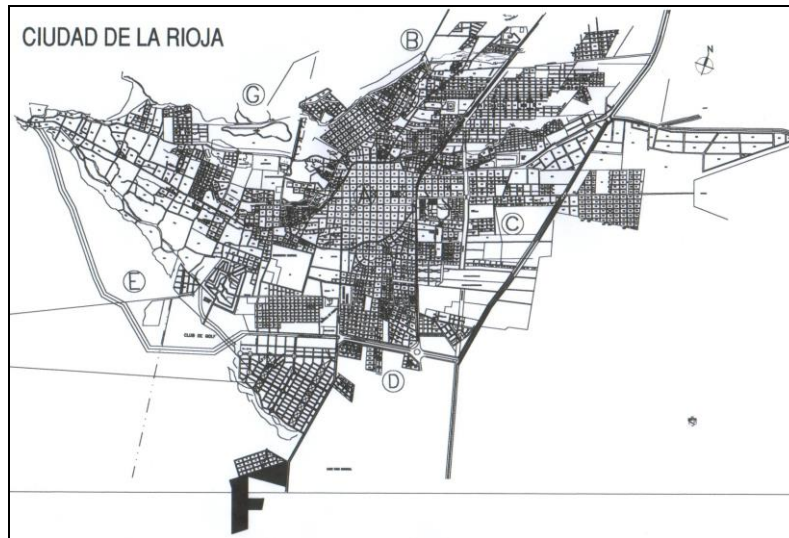
*La planta urbana es muy extendida, con baja densidad en general, de construcción chata y con un desigual grado de consolidación y de nivel edilicio.*



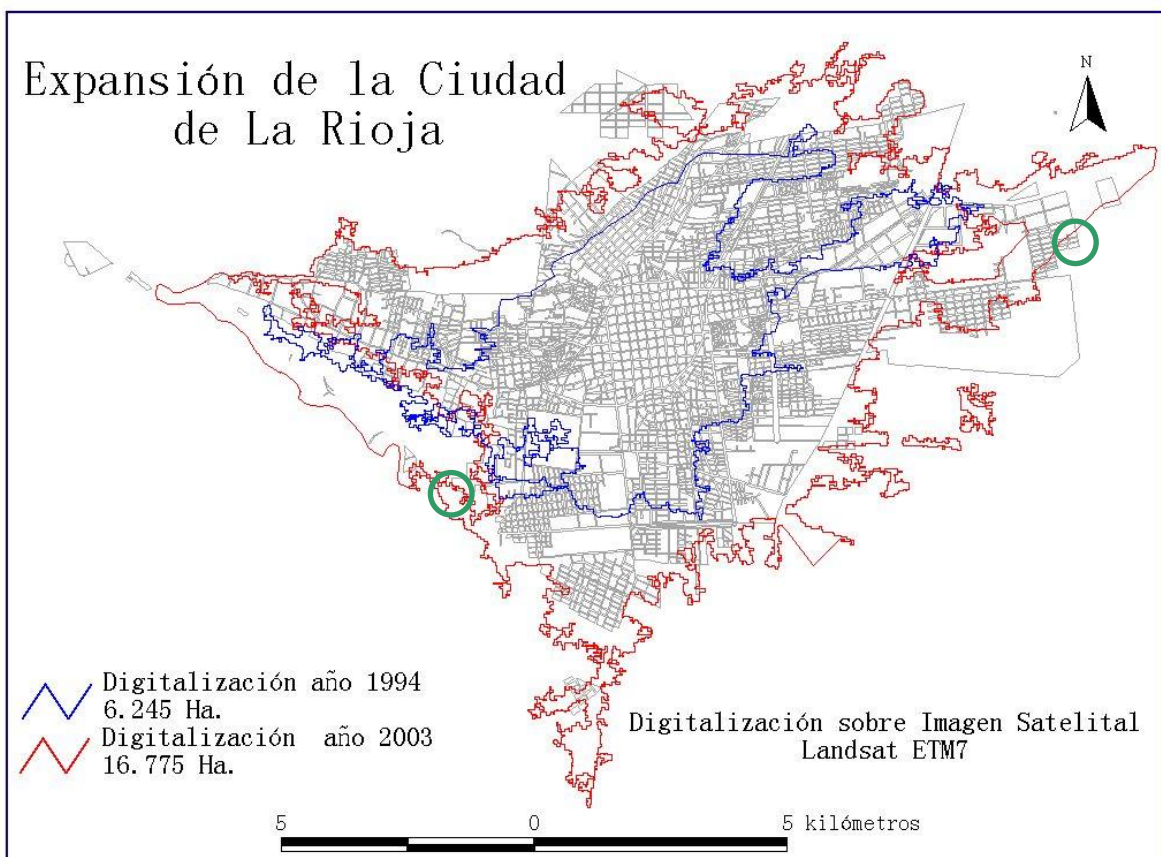
*La ciudad hacia 2000*

*Se han incorporado nuevas urbanizaciones (barrios del Instituto Prov. de la Vivienda y Urbanismo) hacia el sur de la ciudad. Se proyecta una Avenida de Circunvalación tanto al Norte como al Sur. Hacia el Este, pasando la Ruta 28 hay nuevos barrios que en su mayoría carecen de servicios e infraestructura*

*La ciudad hacia 2004*



*Hay una marcada tendencia de crecimiento hacia el sector sur de la ciudad con Planes de Vivienda, hacia el Este con asentamientos espontáneos y hacia el Oeste con una zona residencial diferenciada con un alto valor del suelo debido a sus características*



**[Mamani, M; del Moral,D; Brito, R; Delgado, N; Ontivero, D. 2003]**





### 3- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SISTEMA SOCIAL

#### 3.1- CAMBIO EN EL USO DEL SUELO

En esta zona en particular de la ciudad se ha manifestado un cambio en el uso del suelo a través de los años.

	Zona Cochangasta	Zona de la Quebrada
1900-1920	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> rural. Zona de fincas destinadas al cultivo de olivos, vid y cítricos.</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular. Se fueron abriendo callejones para conectar las fincas.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes lotes. Mayores a 5 ha.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Las construcciones son mínimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> rural. Zona de descanso de viajeros que se dirigían a “La Costa”.</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes espacios sin división.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Las pocas viviendas son muy precarias</li> </ul>



*Las calles en los primeros siglos. La implantación de La Rioja alejada del Camino Real, condicionó la vida de sus habitantes, que debido a la escasez de productos procuraban autoabastecerse. Por eso La Rioja no tubo lujo ni grandes edificios. La vida fue sencilla y solidaria.*

1920-1945	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> predominantemente rural. De tipo agrícola con plantaciones de olivos, vid y cítricos, incluyendo el uso residencial y comienzan a aparecer algunas casa de veraneo.</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular. Se fueron abriendo callejones a partir de la ruta para conectar las fincas.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes lotes. Subdivisiones por venta y herencia.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Construcciones en medio del lote.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> semi-rural. Viviendas de veraneo</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular. Los elementos estructurantes son la ruta y el río.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes lotes.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Viviendas de buen nivel edilicio.</li> </ul> <p>Debido a la construcción del Dique Los Sauces (1931) esta zona cobra especial valor por el impacto en el paisaje y en el clima ya favorable en la zona.</p>
-----------	--	---

1 9 4 5 - 1 9 8 0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> predominantemente residencial. Va desapareciendo el uso rural. Aparecen equipamientos</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular. Se consolidan los viejos callejones. Trazado espontáneo, algo laberíntico.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes lotes. Más subdivisiones por venta y herencia.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Se densifica un poco mas sobre la ruta. Construcciones de buen nivel.</li> </ul> <p>Esta zona pierde lentamente su carácter rural, debido a una plaga que afectó a los olivos (“<i>pardeo</i>”) y bajó notablemente la rentabilidad de las cosechas. Vocación de la zona para transformar su uso rural y dar paso a residencias veraniegas y <b>ahora</b> también de fin de semana, costumbre que se comienza a adoptar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso del suelo:</b> va desapareciendo el uso rural. Viviendas de veraneo y fin de semana.</li> <li>▪ <b>Trazado:</b> irregular. Los elementos estructurantes son la ruta y el río. Se sigue los contornos de los mismos.</li> <li>▪ <b>Parcelamiento:</b> grandes lotes. Subdivisiones por venta y herencia.</li> <li>▪ <b>Ocupación del suelo:</b> bajo. Viviendas de buen nivel edilicio.</li> </ul> <p>Se va consolidando la zona. Aparece el Balneario Municipal, locales bailables y varios recreos. Camino pavimentado. Valoración de la tierra.</p>
1 9 8 0 - 1 9 8 5	<p>La actividad del Parque Industrial se refleja en la ciudad, transformándola cuantitativa y cualitativamente. La ciudad se convierte en un polo de atracción para los habitantes del interior y provincias vecinas que buscan trabajo.</p> <p>La actividad privada comienza a tener gran peso. Se cambian hábitos y costumbres. Aparece un área residencial hacia el Oeste, en la zona de Cochangasta, con viviendas rodeadas por parques a la manera de las grandes ciudades. También cambia el sentido de distancia. Las zonas que antes eran consideradas para vacaciones se incorporan como zona de viviendas permanentes. Se incrementan las actividades deportivas y recreativas en la zona.</p> <p>Por la gran demanda, crecen las operaciones inmobiliarias subiendo el valor de los alquileres y de la tierra en zonas paisajísticas.</p>	

### 3.2- CAMBIO EN EL VALOR DEL SUELO

*“Es necesario remarcar que la Estructura Urbana de la ciudad está en permanente proceso de cambio y adecuación entre la demanda de la población y la oferta de capacidad instalada destinada a albergarla, constituyendo esto el proceso de dinámica urbana.*

*La función o actividad económica básica de la ciudad origina procesos de crecimiento o decrecimiento que se manifestarán en la estructura urbana consecuente con las diversas formas de uso y ocupación del medio.” [Foglia, ME., Año 2000]*

La preocupación por la calidad de vida y el tratamiento del tema necesariamente involucra y relaciona a aspectos objetivos y medibles con aquellos de carácter subjetivos donde, a menudo, intervienen variables culturales e históricas. Todas ellas deben ser consideradas en su contexto particular, ya que van

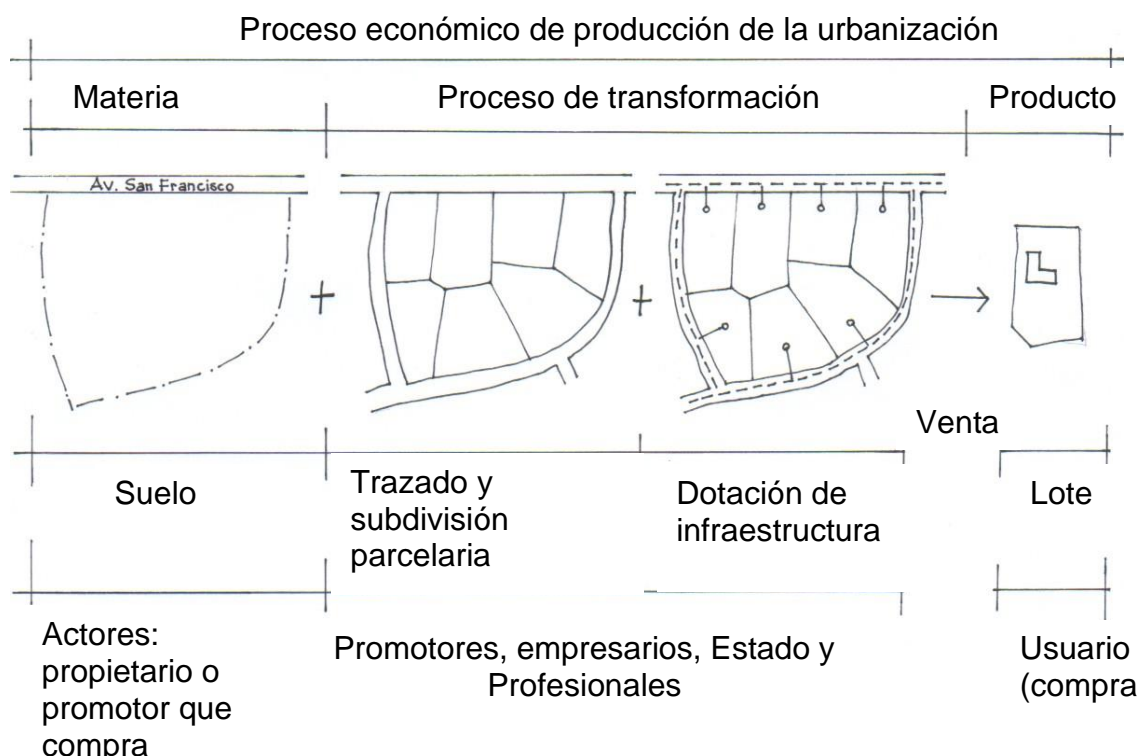
cambiando en función de su expresión geográfica, consideraciones involucradas, juicios de valor, entre otros.

En este análisis podemos distinguir tres etapas:

- Aumento del valor del suelo por cambio de actividad
- Aumento del valor del suelo por mayor demanda
- Aumento del valor del suelo por externalidades

### 3.2.1- Aumento del valor del suelo por cambio de actividad

El cambio del USO RURAL al USO RESIDENCIAL originó un proceso de crecimiento del sector que se manifestó en la subdivisión y parcelamiento del suelo.



Esta transformación del suelo rural (materia prima) en suelo urbanizado (producto) modifica el valor inicial.

$$\begin{array}{l}
 \underline{V.S.U.} = \underline{V.S.R.} \text{ o de uso perdido ya que no se puede dedicar a la explotación rural, es decir valor real} + \text{Valor agregado por externalidades resultante del juego de la } \underline{\text{localización}} \text{ respecto a la planta urbana preexistente en relación a la } \underline{\text{demanda}} + \text{Costos de producción del proceso de transformación} + \text{Ganancia lícita}
 \end{array}$$

V.S.U. (Valor del Suelo Urbano)

V.S.R. (Valor del Suelo Rural)

[Foglia, M.E., Año 2000]

### **3.2.2- Aumento del valor del suelo por mayor demanda**

El crecimiento poblacional, sumado a la importancia que adquirió la actividad privada, al cambio en la economía local que produjo una estratificación social con una clase alta con mayor poder adquisitivo, y a las inmejorables condiciones paisajísticas y climáticas de la zona, provocó un constante crecimiento en la demanda de suelo en esa zona.

En la medida que el área central de la ciudad se densificaba y presentaba problemas ambientales como contaminación, polución, ruidos, sumado a los problemas de congestión del tránsito acompañado por la alta tasa de crecimiento del parque automotor (uno de los más grandes en relación a la cantidad de población), la clase alta se iba alejando al mismo ritmo rápido y paralelo del área central hacia la periferia, siempre en busca de una adaptación social del espacio.

### **3.2.3- Aumento del valor del suelo por externalidades**

Estas constituyen factores externos al proceso de producción del suelo urbano que afectan a través de costos/beneficios adicionales aquel valor teórico planteado.

#### **3.2.3.1- Especulación:**

El mercado del suelo – mercado fundiario- puede especular manteniendo sin urbanizar ciertos sectores e “introducirlo” en el momento más conveniente para su rédito económico.

#### **3.2.3.1- Plusvalía:**

Se produce plusvalía cuando el propietario, ya sea del mercado inmobiliario o el mismo usuario, recibe una “ganancia”, (valor agregado, una externalidad o una ventaja) sin haber invertido para tal fin.

El propietario se ve beneficiado por la obra de un tercero. Su terreno adquiere mayor valor por estar próximo a un equipamiento importante y/o un corredor de desarrollo, etc.

Cuando el Golf Club se instaló en la zona, los terrenos próximos cotizaron más. Esta actividad recreativa supone la concurrencia de cierta clase social con un poder adquisitivo alto.

Esto trajo aparejado que los usuarios de este equipamiento recreativo quisieran vivir próximos a él y comenzaran a adquirir terrenos en las zonas aledañas. Se impuso una “moda” que adoptó la clase social de mayor poder adquisitivo.

Aparecen nuevas urbanizaciones con lotes de grandes superficies, también la tipología “country” o barrio privado. (Ver Tabla N° 8-1)

Lo mismo ha ocurrido con la conclusión de la Avenida de Circunvalación. Los terrenos próximos aumentaron su valor sin mediar ninguna inversión por parte de los propietarios, por el solo hecho de estar cercanos a una arteria estructurante de la ciudad, que supone un rápido acceso y conectividad. (Ver Tabla N° 8-2).

Sector analizado	Inmobiliaria C.F.V.	Inmobiliaria Díaz Brizuela	Inmobiliaria D&D Propiedades	Inmobiliaria Capital
Zona del Golf	\$25	\$30 a \$35	\$30 a \$33	\$30
Sobre Av. San Francisco	\$45 a \$50	\$35 a \$40	\$35	\$40
Al Norte Av. San Francisco	\$30	\$30	\$30 a \$35	\$30
Al Sur de Av. San Francisco	\$20	\$20	\$30	\$18
Microcentro	\$180	\$200	\$120 a \$200	\$100 a \$300

Tabla N° 8-1: Valores comparativos de suelo por m2. Año 2005

#### **OBSERVACIONES:**

1. Los valores fueron aportados por las distintas inmobiliarias.
2. Los precios son de contado. Financiado el valor se incrementa entre un 30 a 40% mas.
3. Los lotes mínimos según Ordenanza N° 2225/92 para la zona son de 800 m2, lo que hace un valor mínimo de \$20.000 a \$28.000 según valores inmobiliarios.
4. La mayoría de los terrenos disponibles en el mercado inmobiliario son de superficies mayores a 800 m2. El promedio ronda los 1500 m2., lo que hace un valor mínimo de \$37.500 a \$52.500.
5. La estimación de costos se realizó en base a los valores aportados por las distintas inmobiliarias.

Zona del Golf	Valores por m2 de suelo
Año 1999	De \$8 a \$12
Año 2005	De \$25 a \$35
Año 2008	De \$40 a \$50

Tabla N° 8-1: Valores comparativos de suelo por m2. Año 2005

## **4- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PAISAJE**

El terreno, como componente del paisaje, está sometido a continuos cambios, lentos y poco profundos cuando se trata de causas naturales, y rápidos e intensos cuando se llevan a cabo actividades como las mineras con importantes modificaciones fisiográficas.



Actualmente el paisaje se considera como un recurso natural más y como parte del patrimonio cultural del hombre, debido a su relativa escasez y a que es un bien cada vez mas demandado, por los que debe conservarse y gestionarse racionalmente.

El término paisaje ha sido empleado con muy diversos significados desde la concepción básica, que lo entendía como un simple trasfondo estético de la actividad humana, hasta la concepción actual, donde se lo define como un recurso y por lo tanto se le considera como un elemento comparable a la vegetación, el suelo o la fauna. En este sentido, el análisis del impacto ambiental en el paisaje se debe tratar como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada.

Al final del capítulo se encuentra la Matriz de identificación de impactos correspondiente a esta cantera abandonada.

#### 4.1- ALTERACIÓN DE LA MORFOLOGÍA Y DEL PAISAJE



##### Impacto

- Perturbación del carácter global del paisaje debido a las escombreras y a los huecos de explotación.
- Alteración de la topografía original del sector. Aparecen taludes y se amplía la superficie y ancho original del Río Los Sauces.



- Deterioro general del medio paisajístico.
- Peligrosidad por la proximidad de la calle lateral al Golf. No hay contención, está muy cerca al barranco.
- Disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos convirtiéndolo en una fuente de proliferación de ratas, cucarachas, moscas, etc.

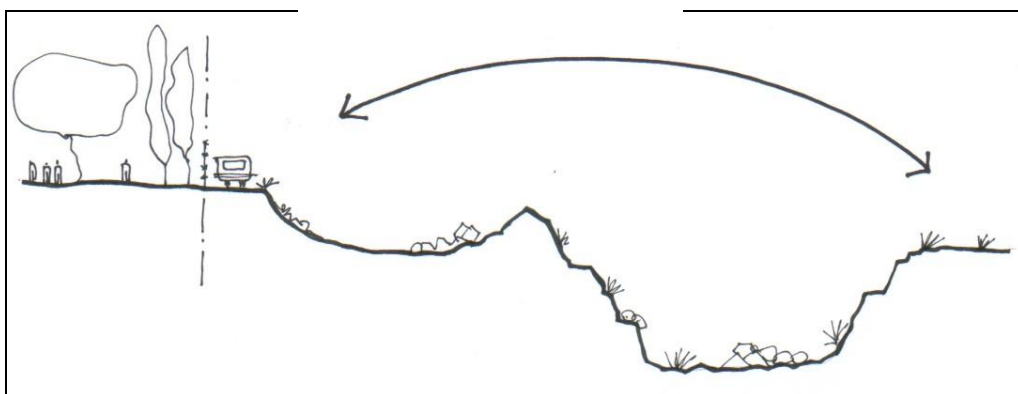
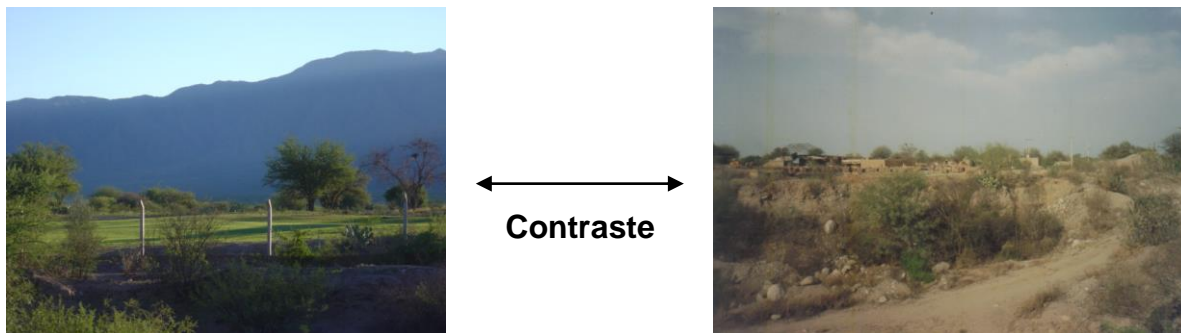


- La basura es causa de muchas enfermedades.
- Cambio en la forma, escala y espacio del medioambiente.
- Se transformó en una barrera física
- Inclusión de elementos intrusos ajenos al carácter paisajístico de la zona: acopio y escombreras, plantas de tratamiento, tráfico de camiones.

## 4.2- ALTERACIÓN DEL AMBIENTE SOCIO-CULTURAL

La cantera se constituyó en una barrera física que impidió el normal contacto entre ambos márgenes.

Esa barrera física se transformó también en una barrera social, que separa dos situaciones socio-económicas distintas, también opuestas.



## 5- PROYECTO DE MITIGACIÓN

Para abordar un proyecto de mitigación, como el necesario en esta cantera abandonada, se requiere un conjunto de análisis que vincule los usos potenciales con la justificación.

### 5.1- ANÁLISIS Y JUSTIFICACION DEL USO POTENCIAL

Las actividades extractivas constituyen un uso temporal de los terrenos. Es por eso que el abandono de las tareas se debe hacer de manera responsable.

El objetivo de la recuperación es restituir la posibilidad de que el terreno alterado vuelva a ser útil para un determinado uso, sin perjudicar el medio ambiente.

El uso que se adopte deberá ajustarse a las necesidades de la zona y su entorno y deberá ser compatible con los usos ahí existentes.

La *Rehabilitación* o *Recuperación* se plantea porque se pretende conseguir un aprovechamiento nuevo y sustancialmente diferente al anterior.

La *Restauración* que es volver a dar a los terrenos el mismo uso que tenían con una reduplicación de las condiciones originales, es hoy imposible porque implica unos costos muy elevados de transporte de material de relleno. Debemos además aclarar que existen numerosos antecedentes a nivel mundial en los que la rehabilitación ha mejorado el uso original del suelo. (Guía de restauración de Graveras ITGE)

Los usos posibles en nuestro caso son:

- Urbanístico e industrial
- Recreativo intensivo y deportivo
- Agrícola
- Forestal
- Recreativo no intensivo y educacional
- Conservación de la naturaleza y refugio ecológico
- Deposito de agua y abastecimiento a la población
- Vertederos de estériles y basurales.

La matriz de evaluación de los usos posibles de la Cantera Zárate se encuentra al final del capítulo.

Los usos factibles son:

- Conservación de la naturaleza.
- Recreativo no intensivo y educacional.

La decisión del destino para el espacio rehabilitado se debe justificar desde distintos puntos de vista.

### **5.1.1- Desde el punto de vista urbano**

La dinámica urbana de nuestra ciudad trajo aparejado la desaparición de espacios verdes.

“En sus comienzos la ciudad tenía más de 2 leguas de plantaciones de naranjos que se los veía desde la entrada de la ciudad y que caracterizaban el

paisaje no solo con su color sino también con el perfume de los azahares, por lo cual se la conoce a La Rioja como “La ciudad de los naranjos”.

*El empedrado fue reemplazado por el asfalto en la mayor parte de las calles. Si bien es cierto que esto constituye un adelanto, contribuyó a aumentar la temperatura en una ciudad que tiene pocos espacios verdes.*

*En los comienzos había en los alrededores un extenso bosque de algarrobos principalmente, con talas y quebrachos del que hoy casi nada queda; fueron talados, lo que contribuyó también al aumento de la temperatura en la ciudad.*

*Se hace imperioso poder sumar grandes espacios verdes a la ciudad que contribuyan a mejorar las condiciones climáticas y paisajísticas.*

### **5.1.2- Desde el punto de vista geomorfológico**

El sector de pedemonte es por su composición geomorfológica, una zona de recarga acuífera. Buena calidad de agua, con baja salinidad. Por tal motivo es una zona donde se debe evitar urbanizar.

### **5.1.3- Desde el Punto de vista normativo**

La Ordenanza Municipal N° 2225/92 establece para el sector:

- Zona destinada al uso residencial con características predominantes, donde se evitan todo tipo de actividades que lo interfieran.-
- Tiene localizaciones especiales producto de la secuencia tendencial o motivaciones paisajísticas.
- Se propone mantener un tejido urbano abierto con intenciones de producir una conformación del paisaje urbano diferenciado.
- Uso complementario: comercio diario. Actividades deportivas, culto, esparcimiento, educacionales, salud.
- Superficie mínima: 800 m<sup>2</sup>.-
- Frente mínimo: 20 m.
- Retiro obligatorio: 4,00 m. Se permite verja transparente o cerco vivo, sobre línea.

F.O.S.: 0,5.-

### MATRIZ Nº 1: DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS CANTERA ZARATE

FASES PRINCIPALES	OPERACIONES O ELEMENTOS IMPACTANTE	SUPERFICIAL										TRE					GICOS					INESTABILIDAD	EROSION										
		CONTAMINACION	NIVEL DE RUIDOS	MICROCLIMA	SUBTERRANEA	TEMPERATURA	TURBIDEZ	OTROS PARAMETROS	DE CALIDAD	DRENAJE SUPERFICIAL	DISPONIBILIDAD	HIDRODINAMICA	RED HIDROLOGICA	MARGENES	LECHO	RIPAÑA	OTRAS FORMACIONES	SEMIACUATICA	BENTOS	VERTEBRADA	RIBEREÑA		OTRAS COMUNIDADES	HABITA REFUGIO	CADENA TROFICAS	CRECIDAS E	INUNDACIONES	LECHO	ORILLA	MARGENES	CAUCE	MARGENES	
FASE PREPARATORIA																																	
FASE EXPLOTACION																																	
FASE DE ABANDONO	HUECOS INUNDADOS																																
	HUECOS SECOS			X					X				X			X					X	X						X			X		

Matriz de identificación de impactos [de Liñan, C]

## MATRIZ Nº 2: COMPARACIÓN DE ACTIVIDADES ALTERNATIVAS

INDICADORES  O FACTORES LOCAL	SITIO													SITUACION								INTERRELACIONES ESPECIFICAS																	
	CARACTERISTICAS FISIO-GEOGRAFICAS									COSTO O VALOR DEL SUELO		INFRA- ESTRUCT		NORMAS AFECTAN USO PREDIO O ENTORNO		ENTORNO (compatibilidad)				ACCESIBILIDAD				CARACTERISTICAS DEL AREA															
	TOPO- GRAFIA			MICRO- CLIMA		ESTRUCT SUELO caract fund		CARÁCTER ECOLOG (contaminac)		alto	medio	bajo	agua	cloaca	electricidad	gas	Con Normativa	Sin Normativa	Residencial	Mixto	Reserva	Agricola	Industrial	Alta	Media	Baja	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala	Corredor	Relleno	SI	NO	VALOR SIMBOLICO	DESVALORIZACION	
	sin pendiente	con poca pendiente	con mucha pendiente	apto	inepto	con costo	sin costo	aire	suelo																														agua
ACTIVIDADES POTENCIALES	sin pendiente	con poca pendiente	con mucha pendiente	apto	inepto	con costo	sin costo	aire	suelo	agua	alto	medio	bajo	agua	cloaca	electricidad	gas	Con Normativa	Sin Normativa	Residencial	Mixto	Reserva	Agricola	Industrial	Alta	Media	Baja	Buena	Regular	Mala	Buena	Regular	Mala	Corredor	Relleno	SI	NO	VALOR SIMBOLICO	DESVALORIZACION
FORESTAL		X		X		X					X		X				X		X							X	X			X			X				Xc		
RECREATIVA		X				X					X		X				X		X							X	X			X			X				Xc		
AGRICOLA			Xa		X	X					Xb		X				X									X	X			X			X					X	
URBANISTICA			Xa		X	X					X		X		X		X									X	X			X			X						

Matriz comparativa de actividades alternativas

### INDICADORES DETERMINANTES

a - Pendientes

b - Costo del suelo

c- Valor paisajístico

### REGLAMENTACIONES ESPECIALES

1 - Ordenanza Nº2225/92 - Plan de Ordenamiento Urbano



## 6. PROPUESTA

Se recomienda la *recuperación* de la zona afectada por el abandono de la actividad extractiva, para restituir la posibilidad de que el terreno alterado vuelva a ser útil para un **uso forestal**, favoreciendo el medio ambiente.

Se recomienda esta actividad considerando la dimensión y forma de la cantera como así también las pendientes de la misma.

Se debe consolidar las calles laterales a la cantera (según Ordenanza N° 2225/92) con un ancho mínimo de 15 m de Línea Municipal a Línea Municipal. Calzada de 8 m.

La intervención en el sector requiere:

- Consolidación y sostenimiento de los taludes. Se recomienda utilizar engavionado.
- Corrección de pendientes de modo que las resultantes permitan la re vegetación con garantías de éxito.
- Utilización de la oquedades resultantes como punto de vertido de escombros generados por la propia cantera y procedentes de otras actividades para poder recuperar las pendientes y relieve similares a las originales o que permitan el nuevo uso.
- La regeneración de la vegetación debe realizarse con las especies propias de la zona.

# Capítulo 9

## MITIGACION DE LA LAGUNA AZUL

### 1 INTRODUCCIÓN

*Desde los comienzos de la radicación de empresas en el Parque Industrial en la ciudad de La Rioja, los efluentes industriales con sólidos en suspensión y sin tratamiento previo han sido desviados hacia una depresión del terreno producto de una anterior extracción de áridos y también receptora de las aguas de origen pluvial. [Mas, M.A.; Calbo, V.; Pinto Chaves, A. 1998]*

El lugar conocido como Laguna Azul se trata de una cava generada por una antigua cantera donde son vertidos los efluentes líquidos del área industrial. Se sabe que la existencia de la Laguna Azul data desde hace aproximadamente 20 años y cubre una superficie de 6 Ha

Los efluentes provienen principalmente de la industria textil y se componen de las aguas de teñido y lavado de las telas, con sólidos en suspensión, Los sólidos son principalmente fibras de telas.

El proceso de infiltración en el terreno fue depositando las fibras en el piso y paredes de las cavas, formando una costra que término por impermeabilizar la superficie. La cava adquirió así una capacidad de almacenamiento, fija, por lo que finalmente desborda por desnivel hacia el Este,

La contaminación ambiental en la Argentina, según un reciente informe del Banco Mundial, supera toda previsión racional para un país como este, *“principalmente por el aumento de la población urbana y el desarrollo industrial en un inadecuado marco regulatorio y un histórico déficit de infraestructura sanitaria y tratamiento de desperdicios”*.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), *“la situación actual de la Argentina es grave y advirtió que en nuestro país, una de cada cuatro camas de los hospitales está ocupada con enfermos contagiados a través del agua”*.

Como se viera en los gráficos de la expansión urbana de La Rioja, en el capítulo anterior, el sector Este de la ciudad constituye uno de los ejes de crecimiento, con asentamientos espontáneos y/o precarios, carentes en mucho de los casos de los servicios mínimos y de infraestructura básica.

Cada vez hay mas gente que se asienta en este lugar, exponiéndose a la contaminación ambiental producto de la proximidad con la “Laguna Azul” y su entorno.

## **2- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL SISTEMA SOCIAL**

### **2.1-. ANÁLISIS DEL USO DEL SUELO**

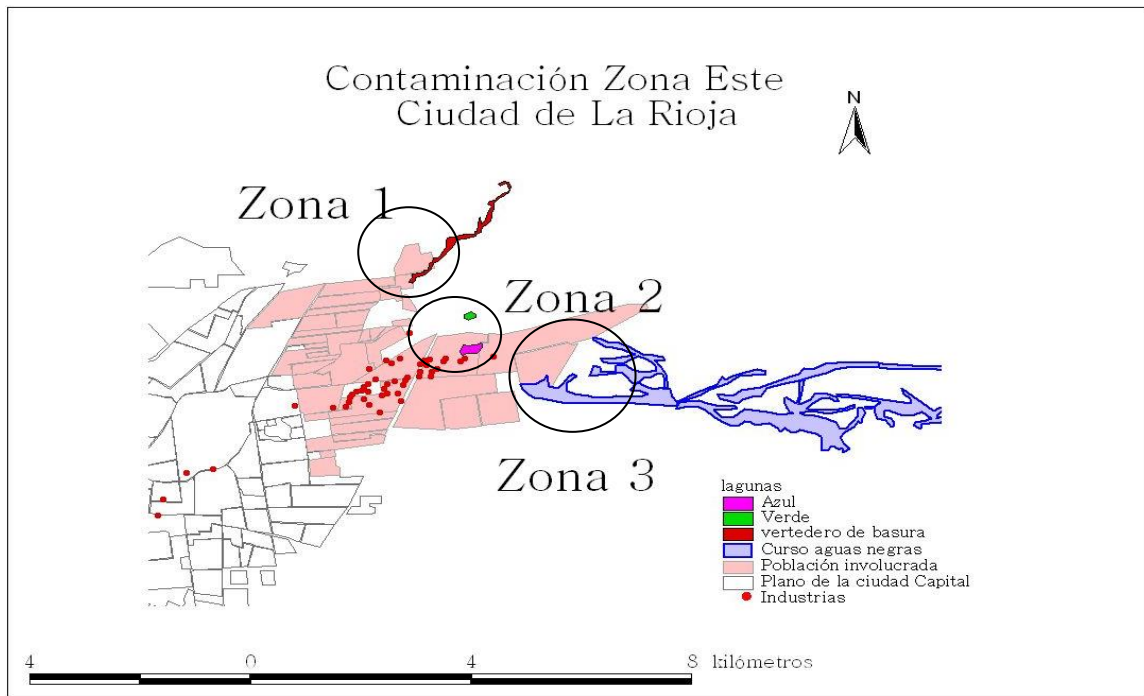
Las actividades urbanas se localizan en el espacio no como un hecho aislado, sino agrupándose o dispersándose en función de la complementariedad, compatibilidad o incompatibilidad entre ellas.

La incompatibilidad genera fuerzas dispersivas distanciando actividades incompatibles. La actividad industrial por su polución ambiental sonora, por ruidos o vibraciones, de aire por polvillo o gases tóxicos, de suelo o agua, por desechos, etc., resulta incompatible con la actividad residencial y actúa como expulsora potencial de las mismas de su entorno.

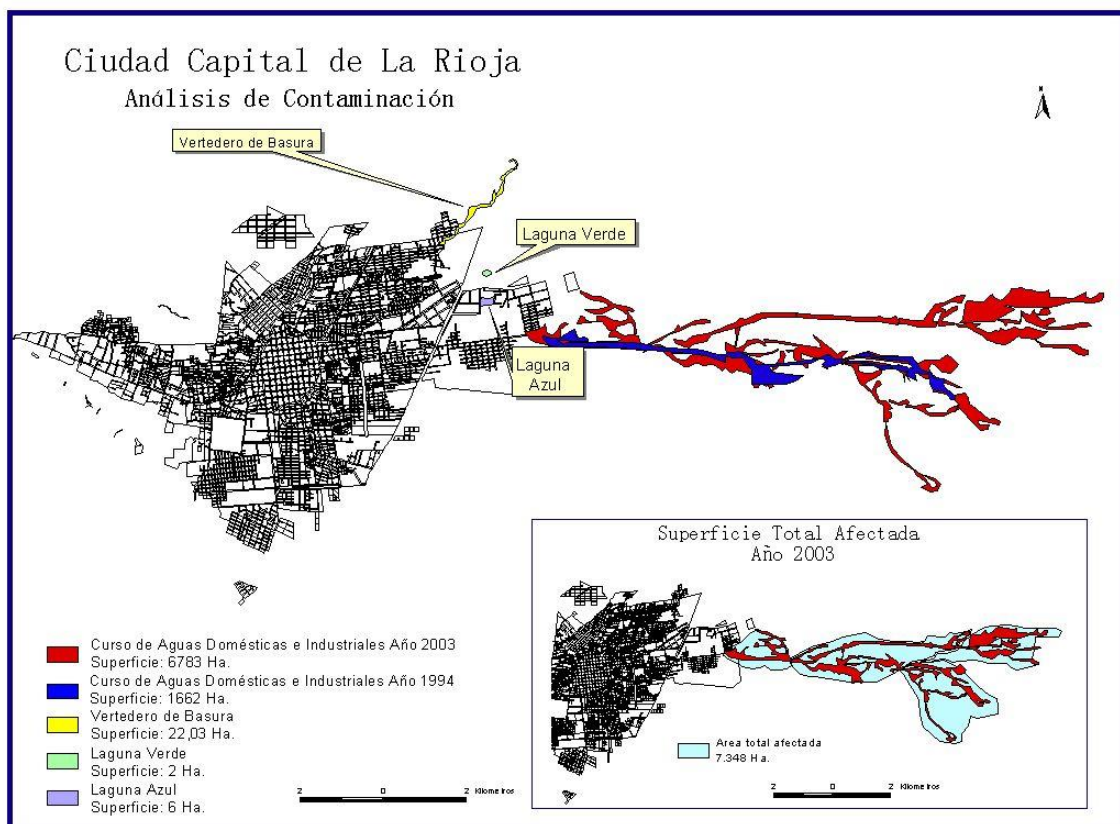
El impacto ambiental negativo desvaloriza los terrenos próximos y las actividades que pueden pagar un mayor valor del suelo se alejan, mientras que las que no pueden acceder a otra alternativa, como la clase baja, se asientan sufriendo las consecuencias creando áreas residenciales marginales en zonas industriales.



**Foto N° 8-1: Vertido de efluentes de empresas textiles a la Laguna Azul. (Junio de 1998).**



*[Mamani, M; del Moral,D; Brito, R; Delgado, N; Ontivero, D. 2003]*



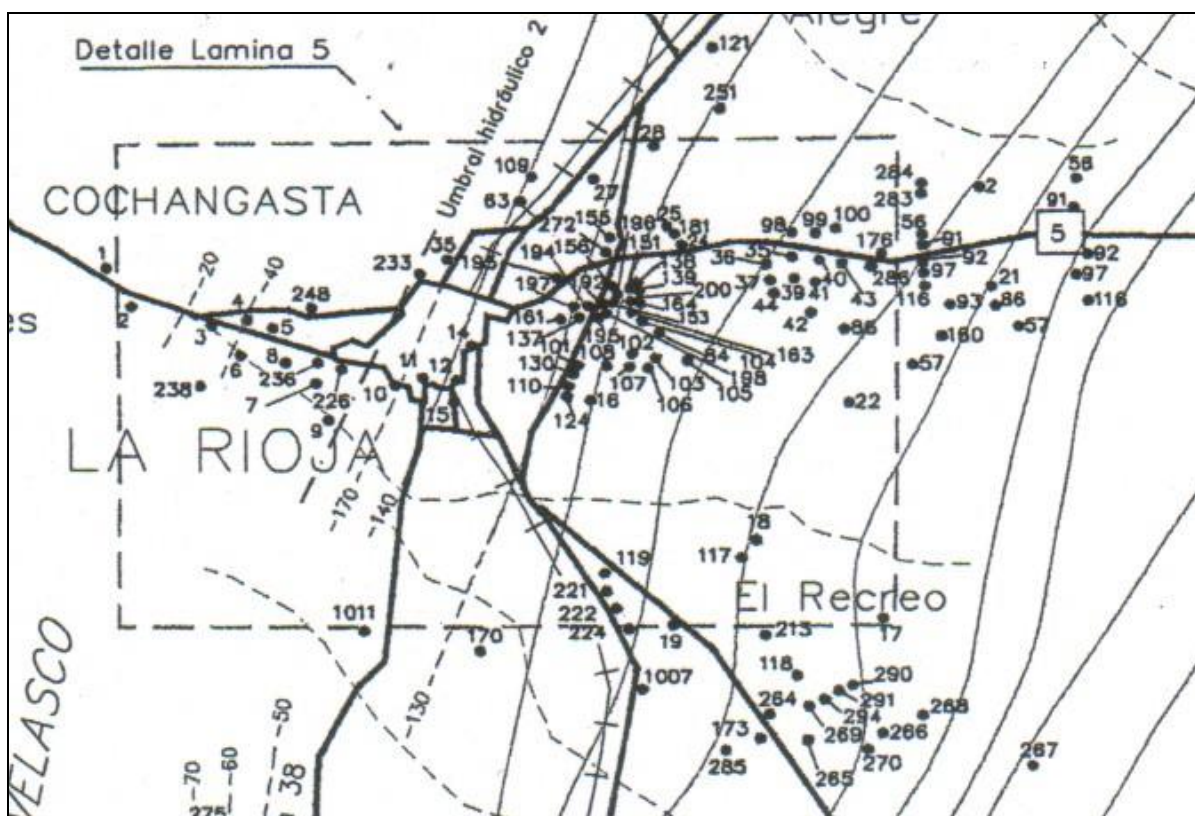
*[Mamani, M; del Moral,D; Brito, R; Delgado, N; Ontivero, D. 2003]*

### 3- ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN ENTORNO

“Tomando como evidencias un par de pozos perforados recientemente para la extracción de agua, ubicados en el área de estudio que acusaron muy mala calidad de sus aguas, además de unos emprendimientos agrícolas que tuvieron que cerrar debido a la salinización de sus suelos por causa de las aguas negras, podemos asegurar que existe ya un claro efecto nocivo tanto a nivel de suelo como en las aguas subterráneas.

Esto es predecible considerando el largo periodo de tiempo durante el cual se viene realizando el vertido de estos líquidos, sin ningún tipo de tratamiento ni acondicionamiento del suelo para recibirlos, poniendo de manifiesto la urgencia de un plan de tareas destinado a remediar la zona contaminada ya que a su vez se agrava debido a que existe un crecimiento urbano selectivo sobre la zona contaminada

En lo referente a la población damnificada, se puede estimar en 18.677 las personas afectadas, directa e indirectamente en la zona de estudio. La localización de las industrias resulta otro punto de arranque para vincular estos datos a la población que se encuentra en su entorno inmediato, lo que quiere decir que esta necesariamente afectada.” [Mamani, M; del Moral,D; Brito, R; Delgado, N; Ontivero, D. 2003]



Cantidad de perforaciones y curvas de profundidad. I.N.A.S. 1998





**Foto Nº 9-2: Vista Aérea de La Laguna Azul Parque Industrial. Ciudad de La Rioja. (Enero de 1998)**



## **4- PROYECTO DE MITIGACIÓN**

### **4.1- USOS POTENCIALES**

Los usos factibles de implementar en la laguna después de tratado el material que contiene son:

- Esparcimiento
- Reservorio
- Repositorio de residuos sólidos urbanos

#### **4.1.1- Esparcimiento**

La primera y mejor alternativa es recuperar la laguna y zonas aledañas y transformarla en un lugar de esparcimiento social, con agua limpias e inocuas, parquizar totalmente el sector y dotarlo de instalaciones accesorias que lo hagan apto para el esparcimiento.

Transformar la zona en un pulmón verde, en el centro de una zona industrial, contribuiría favorablemente en todo ese sector de la Ciudad de La Rioja.

#### **4.1.2- Reservorio**

El uso dado a la cava no fue planificado. Si bien se construyo un canal colector de efluentes, los proyectos de las fábricas del parque industrial, y las normas que regulan la actividad industrial, establecen que cada empresa debe construir su planta de tratamiento, para luego volcar los líquidos resultantes de manera que no interfieran en otros tratamientos posteriores que se dan a los efluentes urbanos.

El volumen de la cava es tan grande que entre otros usos, es factible emplearla como depósito de los efluentes ya tratados y destinar estos para su reincorporación en aquellos procesos industriales o destinarlo para riego. Esto último es factible dada la cercanía de espacios aptos para uso agrícola o forestal y la pendiente que permitiría la conducción por gravedad.

#### **4.1.3- Repositorio de residuos sólidos industriales**

Como ya se dijo, el volumen de la cava es importante, por lo que la posibilidad de reacondicionar el espacio para repositorio de residuos sólidos industriales, en lo posible inertes, es también una alternativa.

En este caso se debería desactivar las aguas y lodos de la laguna, si fuera posible in situ; hecho este que deberá ser estudiado para definir su factibilidad técnica y económica.

#### **4.1.4- Factibilidad**

Los usos posibles han sido descritos en el orden de conveniencia desde los puntos de vista urbanístico y ambiental. Sin dudas la primera alternativa, la recuperación del lugar para destinarlo como espacio verde es la más valiosa.

Sin embargo, desde el punto de vista económico, y atento a que los efluentes tratados también son un recurso importante, tiene más viabilidad es la segunda opción, la recuperación de la laguna con el objeto de transformarla en un lugar de reservorio de aguas tratadas para ser reutilizadas en algunos procesos industriales y/o agricultura.

### **5- PROPUESTA**

El principal problema de la cava abandonada que la gente ya conoce por Laguna Azul, es que todavía recibe los efluentes industriales sin tratamiento alguno. Entonces la primera medida es lograr el cese de la alimentación. Se deben generar, conjuntamente con las fábricas, programas para tal fin.

Otro inconveniente es el libre acceso a la zona. Esto más el estado deplorable del sector son una tentación para quienes desean arrojar cualquier tipo de desperdicio. Los laterales de la laguna son un vertedero de escombros y un verdadero basural público. Para evitar esto se debe realizar el alambrado del área y su vigilancia para impedir que se continúe arrojando basuras.

El problema de fondo es la falta de tratamiento de los efluentes en los lugares en que se producen. Las autoridades provinciales responsables deben aplicar la normativa vigente y forzar la instalación de plantas por fábrica o una instalación de mayores dimensiones que trate el conjunto. En el segundo caso se requiere la construcción de una colectora especial, en el primero, los líquidos tratados pueden verterse en el sistema cloacal, en caso de lograrse la calidad establecida.

Realizar un Programa de Recuperación de la Laguna Azul incluyendo el tratamiento del agua almacenada y la remoción de los lodos.

También es importante concretar algunas obras de desvío de las aguas pluviales para que no ingresen a la Laguna Azul.



## BIBLIOGRAFIA

Administración Provincial de Vialidad. Datos topográficos. Año 2002.

Alderoqui Silvia y Penschansky. Pompei "Ciudad y Ciudadanos, aportes para la enseñanza del mundo urbano". Buenos Aires, Editorial Piados. 2002

Baldo,C; Alitta, M; Ruarte, N; Narváez,E. "Degradación de áreas urbanas ocasionadas por canteras de áridos abandonadas".

Baldo,C; Alitta, M; Ruarte, N; Narváez,E. "Degradación de áreas urbanas ocasionadas por canteras de áridos abandonadas".

Clichevsky Nora. "Pobreza y políticas urbano-ambientales en Argentina". Santiago de Chile, CEPAL (LC/L.1720-P). 2002

Clichevsky Nora. "Pobreza y políticas urbano-ambientales en Argentina". Santiago de Chile, CEPAL (LC/L.1720-P). 2002

De Liñan, Camilo Caride. "Guía de restauración de graveras".

FOGLIA, María Elena. "La dinámica urbana y los procesos de producción de la ciudad: su problemática". Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba. Año 2000.

INAS - Instituto de Aguas Subterráneas - "Evaluación hidrogeológica de la cuenca subterránea de La Rioja capital". Autores: Salvioli, Gerado; Sánchez, Víctor; Guimaraes, Ricardo; Di Chiacchio, Juan. Colaboradores: Ottonello, Rubén; Núñez, Hugo. 1998.

Isaaks E. & Srivastava M- Applied Geostatistics- Oxford University Press- 1989.

ITGM, Guía de Restauración de Graveras, España. 1996

Johnson R. & Wichern D.- Applied Multivariate Statistical Analysis- Prentice-Hall- 1999.

Ladeira de González Iramain, Beatriz Alicia. "La Cuadrícula. En el desarrollo de la Ciudad de La Rioja". Editorial Canguro. Año 1997.

Lopez Gimeno, C.- Manual de Áridos, Ed. LOEMCO; Madrid, 1998

López Gimeno, C. Manual de Prospección Explotación y Aplicaciones de Aridos. Ed. Loemco, España. 1998.

Mamani, M; del Moral,D; Brito, R; Delgado, N; Ontivero, D. "Análisis ambiental y crecimiento urbano de la ciudad de La Rioja con imágenes satelitales y SIG". 2001.-

Mas, M.; Leiva A.; Combina A.M.; Nonino, A.-Análisis Ambiental de la Cantera de Aridos Espiritu Santo. Jornadas Argentinas de Ing. De Minas-San Juan-2002.

Ortiz, M; Peña Pollastri, A. C.; Mas, M.; Baldo C.; Leiva A.; Calbo V.; Balmaceda E.; Nonino, A.; Huniken H.; Ruarte, A; Narvaez, N; Robledo, J.C.; Uria M.; Nuñez M.; Combina A.M.;Alitta M.; Rechioni L.; Fonseca C.; Barrionuevo N.; Hernandez C. –ANALISIS AMBIENTAL DE LA EXPLOTACION MINERA DE ARIDOS EN CONO ALUVIAL DE LA CIUDAD DE LA RIOJA. 1º Foro Interdisciplinario de Ciencias vinculadas al Ambiente y Calidad de vida.- 2001.

Plan de Ordenamiento Urbano. Ordenanza N° 2225/92. Consejo Deliberante de la Ciudad de La Rioja. Año 1992.

Plan de Ordenamiento Urbano. Ordenanza N° 2225/92. Consejo Deliberante de la Ciudad de La Rioja. Año 1992.

Swan A. & Sandilands- Introduction to Geological Data Analysis-Blackwell Science- 1998

Tulkanaza E. –Técnicas Geoestadísticas y Criterios Técnico- económicos para la estimación y evaluación de Yacimientos Mineros- Estudios Mineros- Chile- 1992.

Visauta Vinacua B.- Análisis estadístico con SPSS PARA WINDOWS- Estadística multivariante- Mc Graw Hill- 1998.

