

# **Comportament de l'aigua subterrània a la vall Salada de Cardona**

Memòria realitzada per:  
Josep Font Soldevila  
per optar al grau de Doctor per la UPC

Director de tesi:  
Josep Maria Mata-Perelló

Programa de doctorat:  
Recursos Naturals i Medi Ambient

**Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals**  
Universitat Politècnica de Catalunya

Manresa, novembre de 2005

## Capítol 4. SÍNTESI I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS

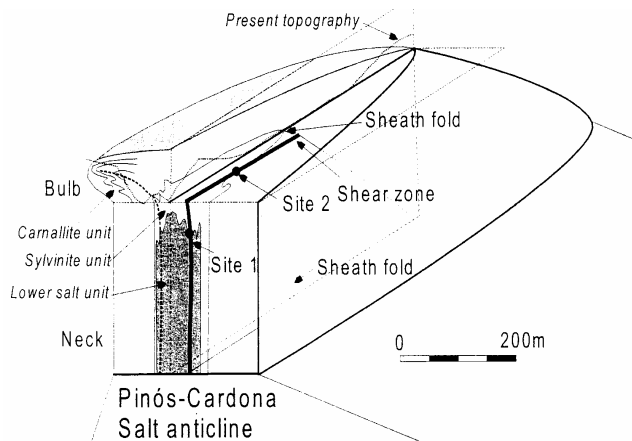
### Índex

Capítol 4. SÍNTESI I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS .....	217
4.1. Abans i al principi de la història de Cardona .....	218
4.2. Al començament de la mina el 1934 .....	220
4.3. Després de la construcció de la rampa de 1973.....	222
4.4. Primera entrada d'aigua a la rampa el 1985 .....	224
4.5. L'entrada d'aigua a la mina de sal el 1998.....	226
4.6. La captura del Cardener el 1999 .....	228
4.7. El darrer estat l'any 2004 .....	231
4.8. El futur de l'aigua a la mina .....	233

## Capítol 4. SÍNTESIS I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS

### 4.1. Abans i al principi de la història de Cardona

D'acord amb les aportacions de Maura Sans (1999), sembla que el diapir de Cardona es va formar fa aproximadament uns 2 milions d'anys. Va ser el resultat de l'erosió de l'anticlinal, en el qual aquesta erosió va sobrepassar la potència crítica per a la perforació. El resultat va ser una perforació d'uns 300 m de la cobertura terciària a prop de la xarnera anticlinal, amb una planta el·líptica i amb un eix llarg paral·lel a l'eix del plec sobre el qual es desenvolupa. Té un coll curt i un bulb petit d'uns 60-80 m d'alçada (vegeu la fig. 145).



**Figura núm. 145. Geometria i posició del diapir de Cardona (Sans 1999)**

Tal com diu Ferran Cardona, sembla que, a partir de documentació de segles passats, hi ha un retrocés cap a ponent dels aflorament salins de la Muntanya de Sal i de la Bòfia Gran. Així, Miquel de Elias i Marchal (1854) a *Memoria sobre el criadero de sal gema de Cardona*, segurament seguint dades de Plini el Vell (78 dC), diu: “El territorio donde se hallaban las salinas era en sus primitivos tiempos un valle cóncavo muy espacioso, poblado de ricos i verdes prados, mucha parte de él atestado de robustos i frondosos nogales.” En el mateix escrit també diu que es va produir un gran enfonsament al terreny a causa d'intenses pluges que va deixar al descobert el salí.

Aquesta descripció històrica quadra amb les observacions que hi ha hagut aquests darrers anys, pel que fa a la subsidència del terreny i l'aparició de bòfies. L'aigua subterrània, principalment quan puja de nivell per forts aiguats, dissol masses de sal de base que a la vegada sostenien els materials detrítics que formaven la cobertura, cosa que té com a resultat la formació de bòfies.

Segons l'observació de la Bòfia Gran i de la seva evolució en els darrers anys a partir de fotografies aèries, conjuntament amb la presència de surgències d'aigua a les parets, sembla factible que no fa gaires centenars d'anys hi devia haver una cobertura sobre l'actual bòfia i que per la dissolució de la base es comencés a crear una bòfia típica com les actuals. La descoberta dels materials salins a les precipitacions de la zona, més la continuació de la dissolució per les surgències subterrànies, fa pensar que la bòfia original s'engrandirà.

Un altre fet que repercuteix a l'extensa superfície que té l'actual Bòfia Gran és el descens del nivell freàtic, que també s'accelera pel retrocés del frontal de la Muntanya de Sal.

Tots aquests fets d'ordre natural que intervenen en la dissolució de la sal i per tant en l'engrandiment de la Vall Salada pròpiament dita, són incrementats per les encara petites extraccions humanes (Serra Vilaró 1927, López Azcona 1933, Figuls 1997 i Weller 2002) que ja hi va haver en el neolític mitjà (4200-3600 aC) i principalment a partir de l'assentament dels romans (segle II dC).

Abans del 2000

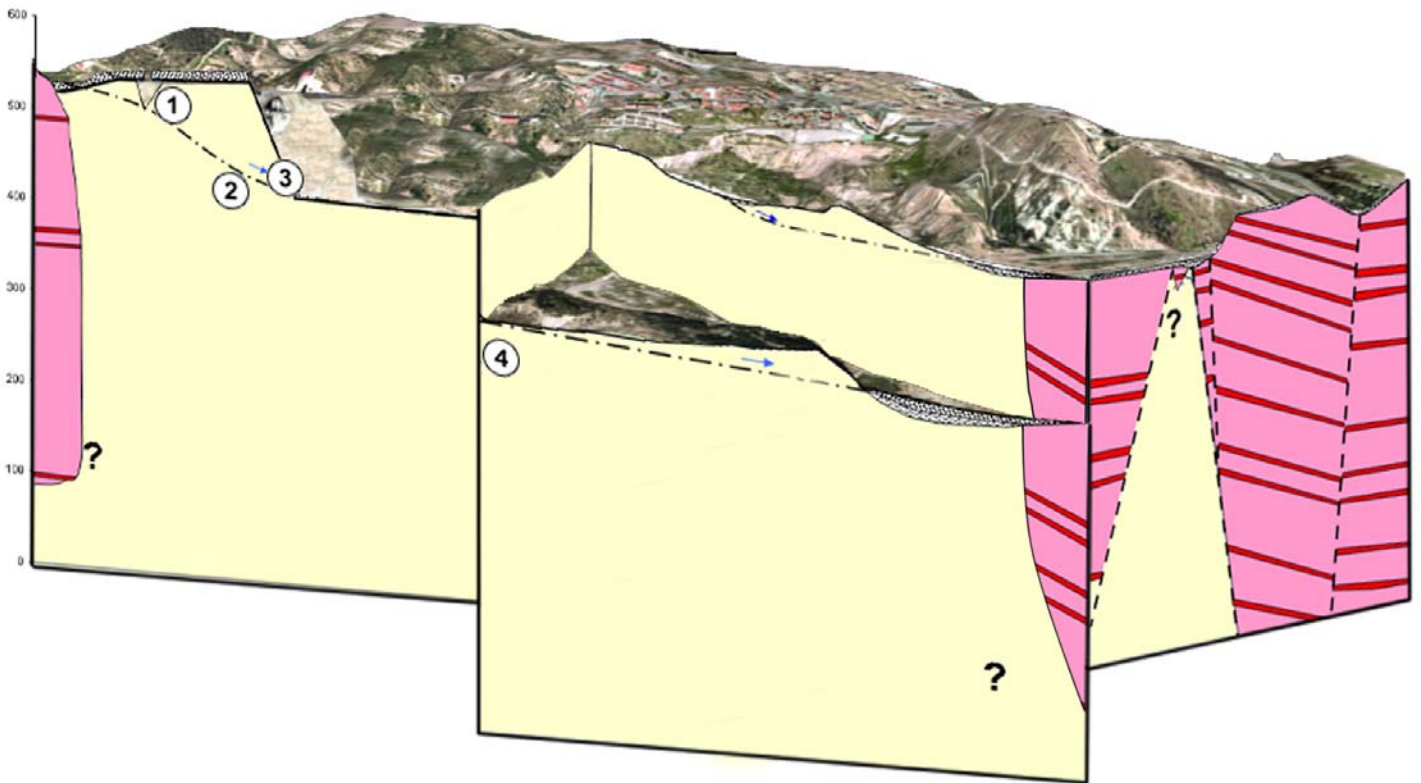


Figura núm. 146.- La vall Salada abans de l'any 2000

Llegenda

1. La dissolució de la sal per l'aigua que sorgeix dels materials que envolten el diapir fa aparèixer una cova. Posteriorment la cobertora cedeix i hi queda una bòfia.
2. El nivell freàtic evoluciona amb el temps cap a una forma més suau, cosa que repercuteix en un descens del nivell freàtic i el conseqüent engrandiment de la bòfia.
3. Les insignificants extraccions humanes de sal ajuden directament i indirectament a engrandir la superfície del salí.
4. Hi ha dos torrents que flueixen per la superfície de la Vall Salada. El torrent Salat recorre la part septentrional i el torrent dels Fangassos drena l'aigua dolça de la part meridional.

## **4.2. Al començament de la mina el 1934**

En els darrers segles hi ha constància que la Bòfia Gran tenia formes similars a l'actual. Així mateix, hi ha descripcions del comportament subterrani del flux de l'aigua que surt pel Forat Micó a la Muntanya de Sal.

Al voltant de l'any 1900 hi havia extraccions de sal mitjançant terrasses (d'acord amb una fotografia, aportada per Ferran Cardona l'any 2002, de Lluís Marià Vidal, publicada per Font i Sagué el 1905). Per la interpretació de la fotografia es considera que pertanyen a la zona coneguda com la Mina del Duc. Hi ha registres que el 1903 comença l'explotació subterrània de sal de la mina del Duc, a 50 m de fondària al marge dret de la vall. Però el 1934 s'abandona aquesta explotació per problemes d'inundació.

L'any 1914, Lluís Marià Vidal va publicar un article en el vol. XIV del *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* amb el títol "Cuatro palabras sobre las salinas de Cardona y su edad geológica", que informa de l'estat de la Vall Salada pel que fa al recorregut del torrent Salat: "Su origen se halla en el fondo de la bofia gran: recorre oculto en unas cuevas, que ha labrado dentro de la masa salina, el espacio de unos 150 m que separa la bofia gran del llano de las salinas; sale de aquellas al exterior por las bocas llamadas Forat Micó y Forat del Gos; y después de correr libremente unos 700 m., penetra en la base de un montículo de sal llamado San Onofre, que se alza á través del valle, y aquí se oculta otra vez unos 400 m. en una bellísima gruta que ha perforado á través del cerro." Tot plegat demostra com abans de 1914 el torrent Salat circulava superficialment i també de forma subterrània, sortia del Forat Micó i passava per l'interior del turó de Sant Onofre.

El 1923 els ducs de Medinaceli venen el salí a la Unión Española de Explosivos. El 1925 s'inicia l'obertura del pou Alberto i poc després el Maria Teresa, a fi d'extreure'n silvinita com a font de potassa. Comença a créixer la Terrera Vella, encara que el material extret dels pous era transportat per via aèria amb vagonetes suportades per cables i pilones fins a la fàbrica Manuela, a 1,8 km, i d'allà fins a Súria, a 12,2 km també per telefèric.

1934

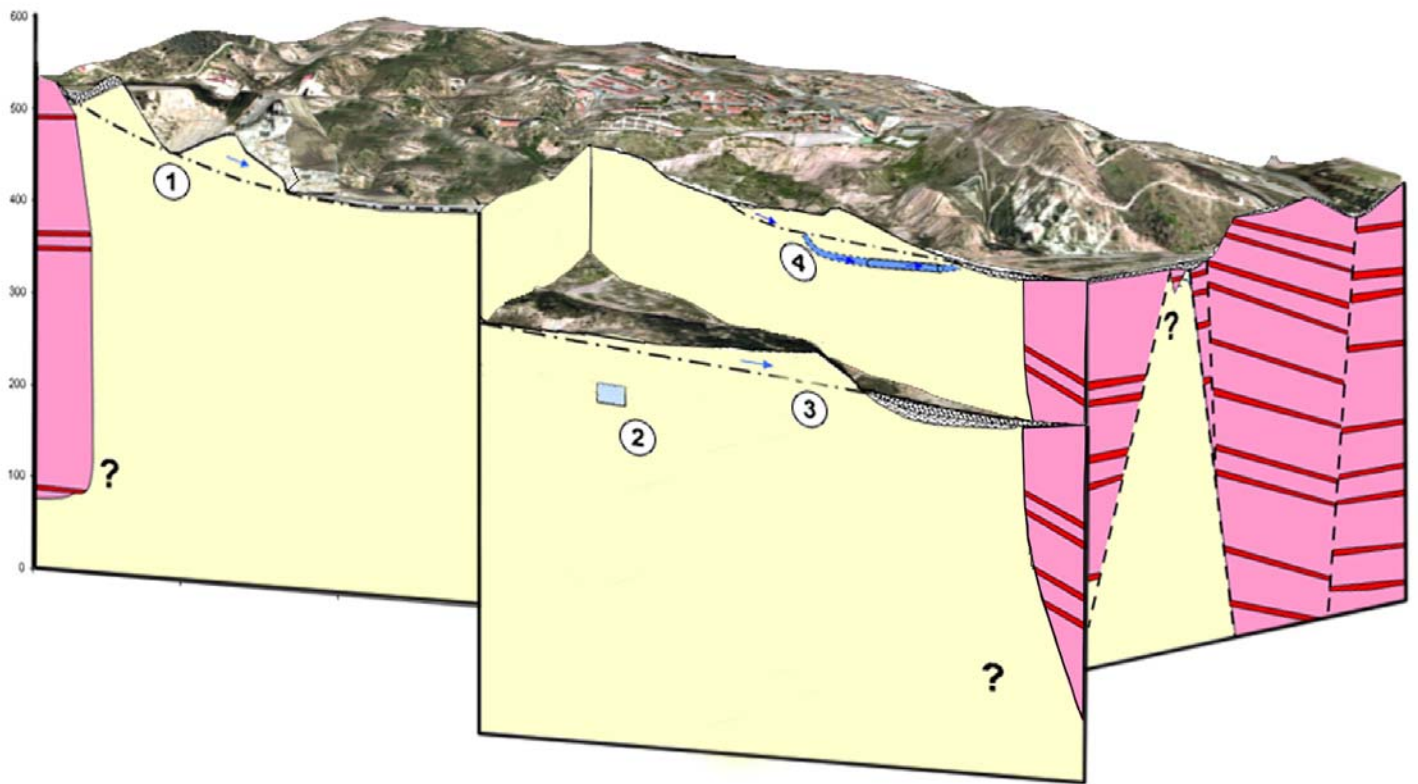


Figura núm. 147.- La vall Salada en l'any 1934

Llegenda

1. La Bòfia Gran, a principis de segle, té una forma similar a l'actual, encara que amb unes dimensions d'uns quants metres més reduïdes (d'acord amb extrapolacions de comparacions de fotografies aèries de 1957 amb altres de recents).
2. La mina subterrània del Duc, que va començar el 1903, s'abandona el 1934 per problemes d'inundació.
3. El nivell freàtic, ja hi ha registres que ha variat. Així, el torrent Salat passa subterràniament per dins el turó de Sant Onofre.
4. És molt probable que ja existís un conducte càrstic pel mig de la Vall Salada, en un nivell de 12 m per sota del riu (trobat en investigacions espeleològiques realitzades per Ferran Cardona el 2000).

### **4.3. Després de la construcció de la rampa de 1973**

Des de 1930, any en què es va començar a produir potassa, van succeir innovacions remarcables en l'explotació Nieves. El 1936 es deixa l'explotació de carnal·lita per la de silvinita per la facilitat de separació del KCl per dissolució; o el 1950 es canvia el mètode de separació, ja que es deixa la dissolució i s'adopta el de flotació. Però la principal modificació que hi va haver, pel que fa al futur hidrogeològic de la Vall Salada, va ser obrir la rampa de Sant Onofre.

El coll d'ampolla de la majoria de les mines subterrànies està en l'extracció del mineral mitjançant l'*esquiper* o muntacàrregues. D'altra banda, el manteniment dels pous donava molts problemes, que, entre altres coses, estaven relacionats amb la inestabilitat de les parets i, en menys mesura, amb l'entrada d'aigua a la zona de contacte amb els gresos a la profunditat de 80 m. Per això es va construir la Minilla, a fi d'extreure amb una bomba l'aigua que hi sorgia.

Per resoldre i augmentar l'extracció es va construir a partir de 1972 una rampa, on s'instal·la una cinta transportadora per pujar-hi el material. Té un pendent d'uns 30° i la seva projecció en planta gairebé és triangular. La rampa arriba a -720 i a -920 m. La boca ja es col·loca, per intentar evitar problemes d'entrada d'aigua en el vessant sud del turó de Sant Onofre, a una cota superior a l'antiga llera del torrent Salat.

El fet de construir la rampa per al transport del material, origina el desballestament del transport amb vagonetes i conseqüentment la paralització de la Terrera Vella i la construcció de la Terrera Nova.

La construcció de la rampa de Sant Onofre, des d'un punt de vista hidrogeològic, aporta la tercera via crítica (a més dels dos pous ja construïts), que posteriorment originarà l'entrada massiva de les aigües del Cardener.

1973

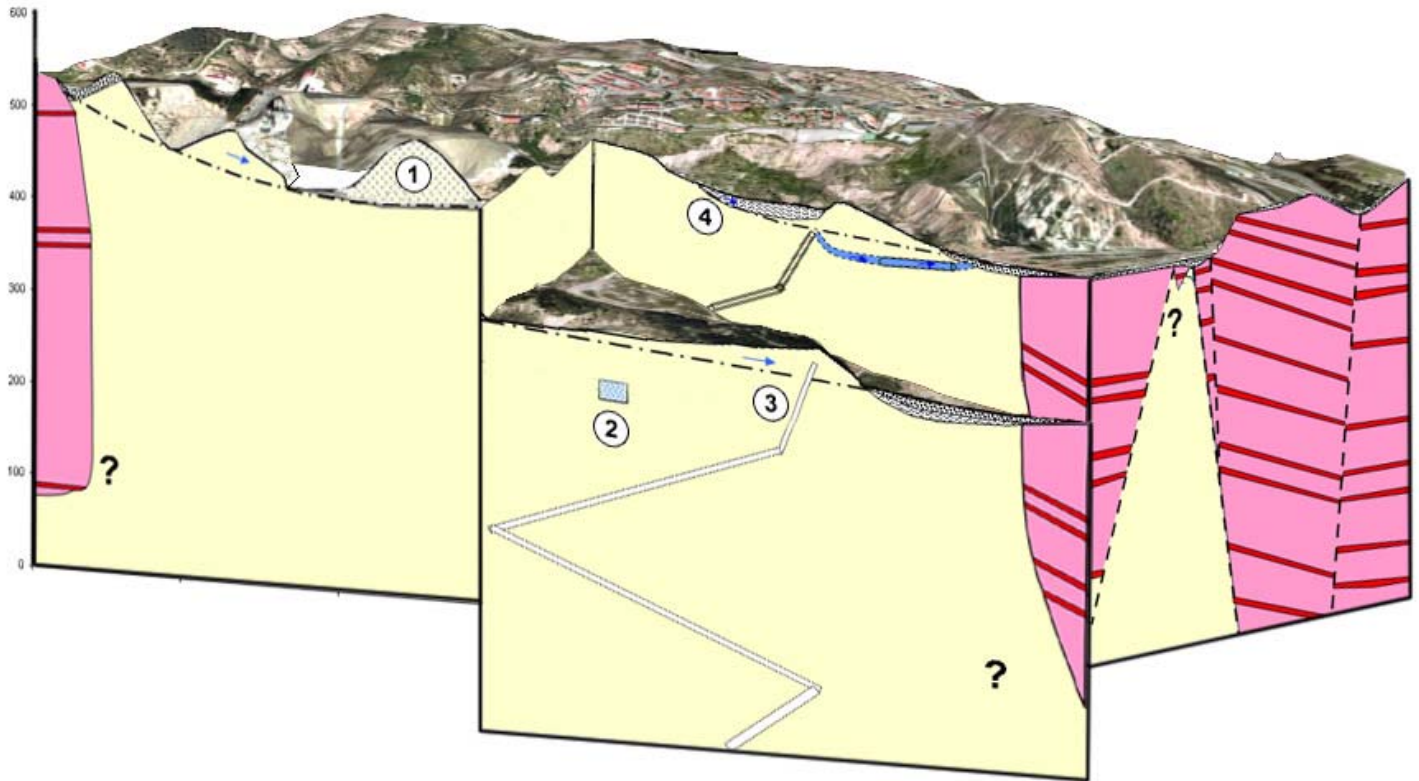


Figura núm. 148.- La vall Salada en l'any 1973

Llegenda

1. Des del començament de l'exploració subterrània de potassa l'any 1930 fins a 1973, es diposita estèrils a la Terrera Vella. A partir d'aquest any comença la Terrera Nova.
2. S'utilitza la mina del Duc per dipositar-hi els fangs salins de la fàbrica de potassa.
3. El 1972 es comença una rampa a fi d'extreure el material mitjançant una cinta transportadora. La rampa és un via crítica per a l'entrada d'aigua a la mina.
4. Es considera factible que el creixement urbà considerable que ha experimentat Cardona aquests darrers anys hagi repercutit en un creixement paral·lel del cabal de la xarxa del clavegueram. Aquest fet segurament ocasiona una alteració en els materials salins de la zona dels Fangassos.



#### **4.4. Primera entrada d'aigua a la rampa el 1985**

El dia 17 de maig de 1985 entrava un cabal d'aigua a la rampa de Sant Onofre d'uns 4 m<sup>3</sup>/h, que el dia 23 va arribar a uns 100 m<sup>3</sup>/h i després va passar, el dia 29, a uns 5 m<sup>3</sup>/h. Aquesta entrada d'aigua va ser el primer ensurt fort que va fer remoure els temors de la continuïtat de l'explotació minera. En uns primers moments es va creure que l'origen era les aigües del torrent Salat conjuntament amb les altres aigües vadoses que provenien dels Fangassos. De fet, el més escaient, d'acord amb les fortes pudors d'aigües fecals i que el cabal va disminuir dràsticament en una setmana, es creu que la causa va ser la dissolució dels materials salins més superficial per l'acció de l'aigua dolça de les fonts del sector nord, i principalment de les aigües del clavegueram que coincidien a la part superior dels Fangassos.

Aquests materials alterats coincideixen en el marge nord del diapir, on geològicament hi ha majoritàriament carnal·lita, que és molt àvida d'aigua, fet que podria explicar l'alteració en profunditat a manera de conca o cubeta subterrània endorreica. Aquesta cubeta interna, excavada en els materials salins, tindria els porus ocupats d'aigua salada en saturació, tenint en compte que l'aigua dolça o menys salada que hi hauria en aquells indrets estaria estratificada. D'aquesta manera sobreeixiria d'aquesta cubeta interna l'aigua més dolça i a la vegada i de forma natural la més salada evitaria la dissolució fàcil de la part més inferior. D'aquesta manera quedaria un sistema equilibrat que només s'alteraria quan desapareix o disminueix la salinitat de saturació.

La principal mesura correctora que es va realitzar per al tancament definitiu de l'accés de l'aigua a la rampa va ser la construcció d'un pou i la col·locació d'una bomba d'extracció en el mateix conducte càrstic a la cota 390, que es va descobrir aquells dies. La situació d'aquest conducte en relació amb el nivell del Cardener és tan sols d'un metre i mig, però quan hi havia riuades com la del 1982 el nivell del riu superava més de 2 metres el nivell càrstic, cosa que suposava la inversió del flux i per tant molt possiblement l'entrada d'aigua dolça pel mateix conducte, cosa que devia ocasionar la dissolució directa del material salí, que de ben segur acceleraria els processos anteriors.

Per tot això es dedueix que el dipòsit d'aigua que es va buidar el 1985 estava per sobre de la cota 390.

1985

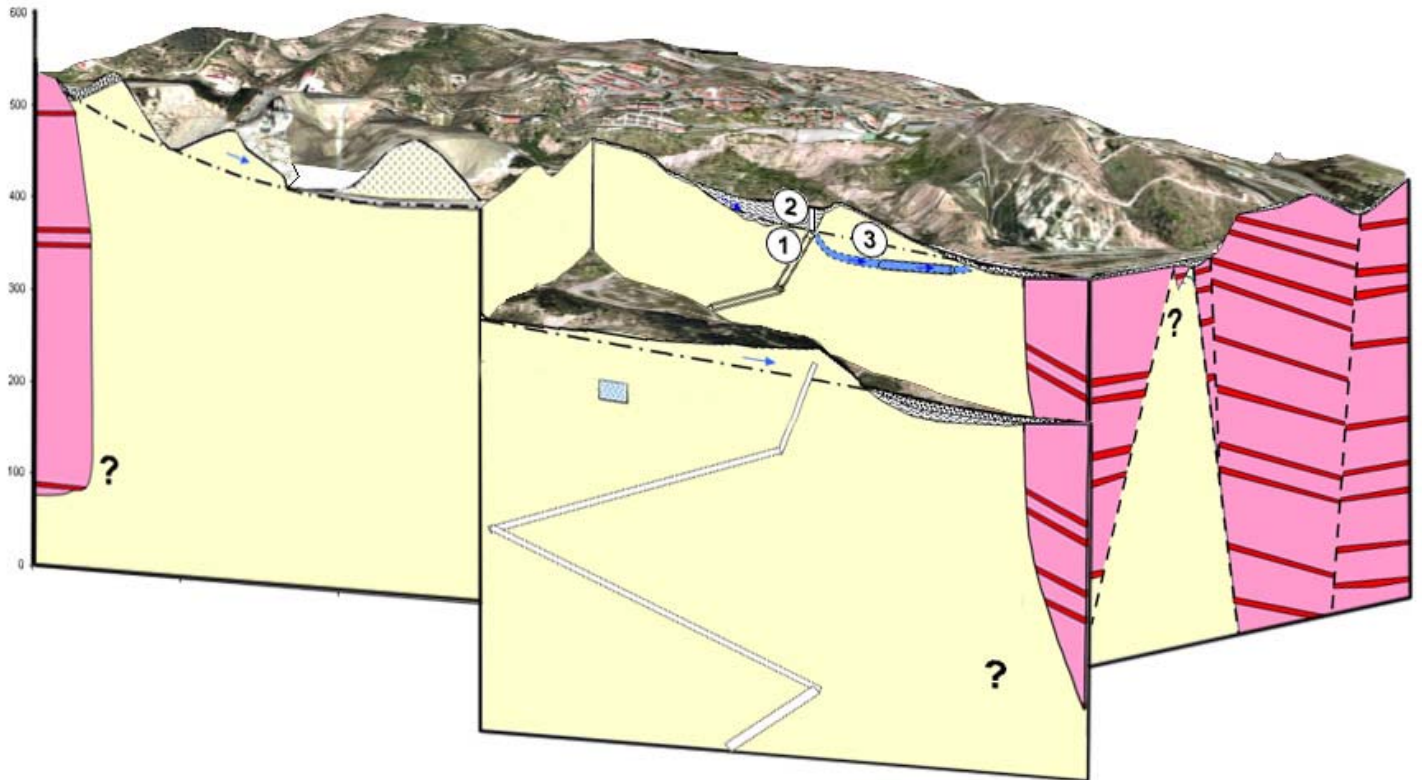


Figura núm. 149.- La vall Salada en l'any 1985

**Llegenda**

1. El 17 de maig de 1985, per primera vegada i de manera important, entra aigua per la rampa de Sant Onofre. Va ser un fort ensurt per a la continuïtat de la mina de potassa.
2. Es va poder resoldre mitjançant un pou (pou de Sant Onofre) amb una bomba que extreia l'aigua abans que s'introduís cap a l'interior de la rampa.
3. Es va descobrir el conducte càrstic a la cota 390, per sota del nivell del torrent Salat.

#### **4.5. L'entrada d'aigua a la mina de sal el 1998**

L'entrada irreversible d'aigua que s'ha esdevingut a Cardona ha estat la que va començar el 14 de maig de 1998, a la cambra 1 de la mina de clorur sòdic Las Salinas, situada a 50 m de la superfície. Es calcula que en les primeres 24 hores hi van entrar uns 2000 m<sup>3</sup>. Automàticament, el pou de Sant Onofre, de 25 m de profunditat i del qual des de 1985 s'extreia un cabal de l'ordre de 8-10 m<sup>3</sup>/h, s'asseca del tot.

El cabal d'entrada a la mina després dels primers dies té oscil·lacions relacionades amb les pluges i sembla poc menys del que s'extreia del pou de Sant Onofre, que es va assecar. Una altra característica és que les aigües sovint provoquen una forta pudor d'aigües fecals.

Tot fa pensar que ha succeït el mateix procés que va esdevenir el 1985. Sembla molt factible que hi ha hagut un augment quant a profunditat de l'alteració i la dissolució dels materials salins superficials de la zona dels Fangassos. Aquesta alteració dels materials ha estat facilitada per l'augment d'aigua dolça que prové de les fonts de la subconca nord de la Vall Salada, i principalment de la xarxa pública del clavegueram, les quals recollien les aigües en augment de Cardona, que eren transportades fins a la part alta del Fangassos.

En el moment en què els materials salins superficials intercepten el buit miner de la cambra 1, que és la que està situada més al nord, apareix l'entrada d'aigua del 1998. Per aquestes observacions, els materials alterats han guanyat extensió i profunditat en comparació amb l'entrada de 1985, ja que la cota del sostre de la cambra 1 està a 361, cosa que representa un descens de la zona alterada de 29 metres.

1998

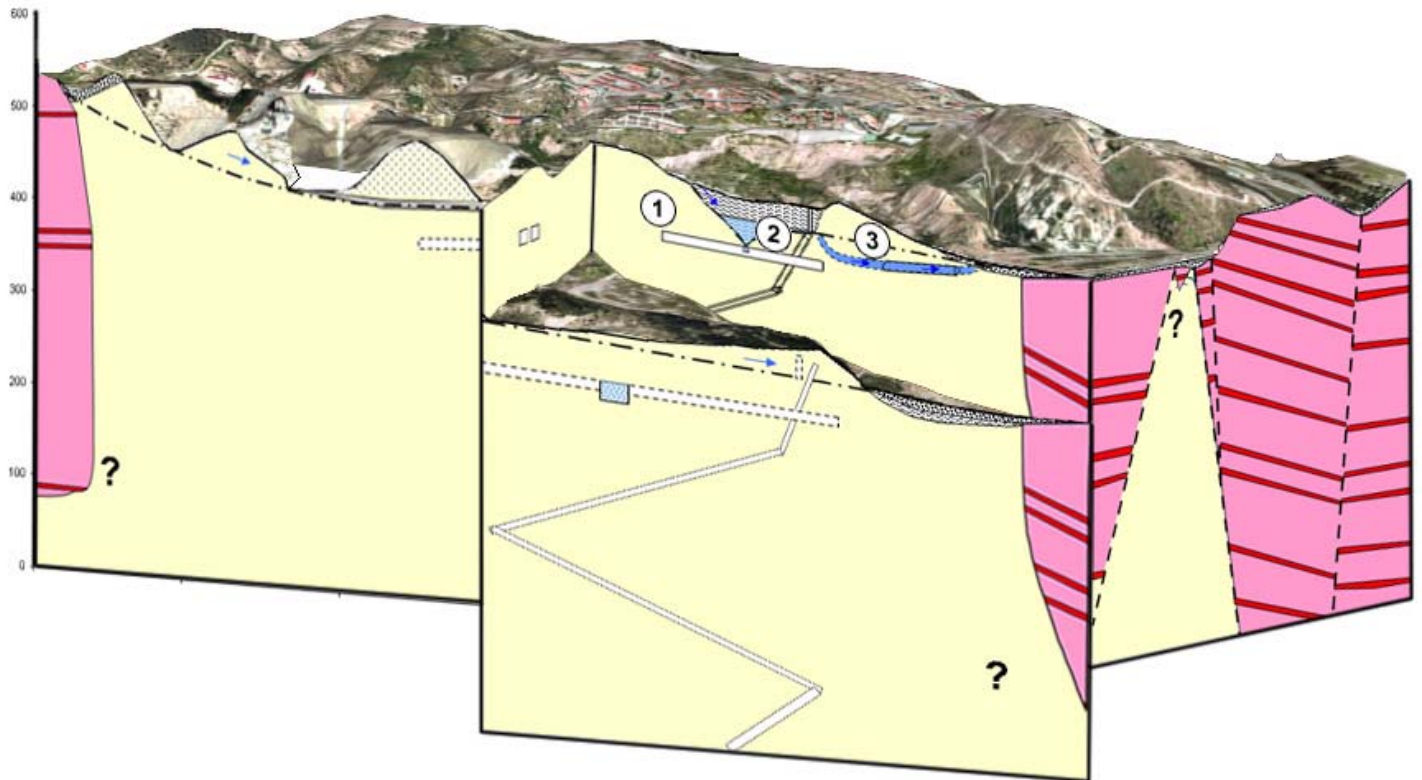


Figura núm. 150.- La vall Salada en l'any 1998

Llegenda

1. Després del tancament de la mina de potassa, el 1992 comença la mina de clorur sòdic a 50 metres de profunditat, anomenada Las Salinas.
2. El 14 de maig de 1998 comença l'entrada d'aigua en una cambra de la mina Las Salinas. La cota és 361, és a dir, 29 metres per sota del conducte càrstic.
3. Simultàniament a l'entrada d'aquesta aigua, s'estronca l'aigua del pou de Sant Onofre, fet pel qual es dedueix que hi ha una cubeta de dissolució a sota de la zona dels Fangassos que sobreïx pel conducte càrstic de la cota 390 cap al riu Cardener.

#### **4.6. La captura del Cardener el 1999**

Després de l'entrada continuada d'entre 6 i 7 m<sup>3</sup>/h d'aigua a la mina Las Salinas que va començar el 14 de març de 1998, l'altre episodi important i que separa un abans i un després va ser a partir del gener de 1999. De manera semblant a altres dies plujosos en què l'entrada d'aigua a la mina augmentava considerablement, també després de la segona setmana de gener de 1999, amb fortes pluges, van succeir una sèrie de fets molt importants:

- A partir de l'11 de gener de 1999, el cabal d'entrada a la mina Las Salinas va augmentar de manera continuada fins a arribar a uns 100 m<sup>3</sup>/h.
- La carretera paral·lela al riu que va de la Coromina a Cardona en passar gairebé per sota de la cinta transportadora (on de feia anys hi havia una subsidència continuada), s'enfonsa mitjançant un esglaó sobtat.
- Comença a haver-hi esfondraments a la llera del riu seguint una alineació per sota de la cinta transportadora.
- Una de les pilones de la cinta transportadora s'enfonsa, cosa que en posa en perill el funcionament.
- Durant el mes de febrer, el punt d'entrada es desplaça per erosió des de la cambra 1 cap al nord-est fins a El Silo.
- Mitjançant l'observació a la llera del riu i dels nivells dels piezòmetres es veu com el sentit del gradient piezomètric s'inverteix i passa del riu Cardener cap a l'interior de la Vall Salada. S'ha necessitat uns 9 mesos per a la dissolució de la base, de tal manera que s'ha invertit el flux pels conductes càrstics. Per primera vegada a la Vall Salada, el nivell de base hidrogeològic passa de ser el riu Cardener a estar a l'interior de la mina, a 1.100 m de profunditat.
- Apareixen grans bòfies a la zona del torrent que ve dels Fangassos, a sota el Castell, que es va ampliant a tota la zona de la confluència de la Vall Salada amb la llera del Cardener. Concretament la zona afectada va des de la parada de l'autobús a la carretera paral·lela al riu, fins una mica més avall de la cinta transportadora, i des de gairebé el canal de l'Aranyó fins al peu del turó de Sant Onofre.

Tots aquests fets fan pensar que l'aigua que entra massivament a la mina és la que prové del Cardener, que s'infiltra a l'alçada de la part de sota de la cinta transportadora.

Enfront de la problemàtica apareguda, es realitzen durant el mes de febrer de 1999 una sèrie de correccions encaminades a disminuir el cabal d'aigua que passa per la zona afectada; per això es fan les actuacions següents:

- + Aprofitant l'existència del canal de l'Aranyó, que transporta aigua des de la resclosa d'aigües amunt fins al pont vell de la Coromina, es deriva tota l'aigua del riu amb la intenció d'eixugar la llera.
- + A la sortida del canal, encara s'hi observa que una part de l'aigua s'infiltra cap enrere, per la qual cosa es construeixen unes barreres amb grava i a la vegada es condueix l'aigua amb unes rases perquè hi pugui fluir més fàcilment.

#### Capítol 4. SÍNTESIS I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS

- + El 16 de març de 1999, la Junta d'Aigües fa uns assaigs amb traçadors i deixa temporalment baixar aigua per la llera del riu. Els resultats són concloents: existeix una estructura de drenatge al massís salí pel qual l'aigua del riu arriba fins a la surgència de l'interior de la mina.
- + Es construeixen dues pantalles a la llera del riu en els extrems de la formació salina per evitar-hi entrades d'aigua. El resultat no és efectiu, ja que és millor la recanalització mitjançant una canonada especial per l'interior del canal de l'Aranyó.
- + El 3 i el 14 de maig de 2000 fan un reconeixement espeleològic Ferran Cardona i altres, entre la rampa de Sant Onofre i el riu. Es visita bàsicament dos pisos a nivells diferents. És important la descripció que fa del pis superior "És molt recte i ample, encara que baix de sostre; tot el terra està recorregut per l'esquerda que ha anat excavant el riu, de manera que la secció transversal té forma de T." És el conducte càrstic principal que funcionava a la subvall nord i que drenava l'aigua dels Fangassos. És el mateix conducte pel qual una vegada alterada la base l'aigua del Cardener ha circulat en sentit contrari i ha erosionat un canal d'aigües dolces i ràpides, per la qual cosa ha format un conducte càrstic estret i profund, tot plegat en forma de T. Segons els càlculs de Cardona, l'extrem de la galeria superior que van visitar va arribar fins a 60 m del riu i a uns 12 m per sota.
- + El dia 10 de juny de 2000, a Cardona (com a tot el Bages) hi plou 200 l/m<sup>2</sup>. Ferran Cardona torna a baixar el 21 de juny de 2000 als conductes càrstics i demostra com han canviat amb motiu dels alts cabals del riu. Arriba a baixar fins a -187 de la part superior de la cova (o sigui que s'hi ha d'afegir -12 des del riu, que resumidament serà la cota).
- + A l'octubre de 2000 es desvia completament el riu Cardener pel túnel construït expressament en el coll del meandre de la Coromina.
- + El dia 19 de novembre de 2000, Ferran Cardona troba la rampa de Sant Onofre plena d'aigua al nivell de -140 de la boca de la mina. La galeria s'inunda a raó de 3 cm/h.

2000

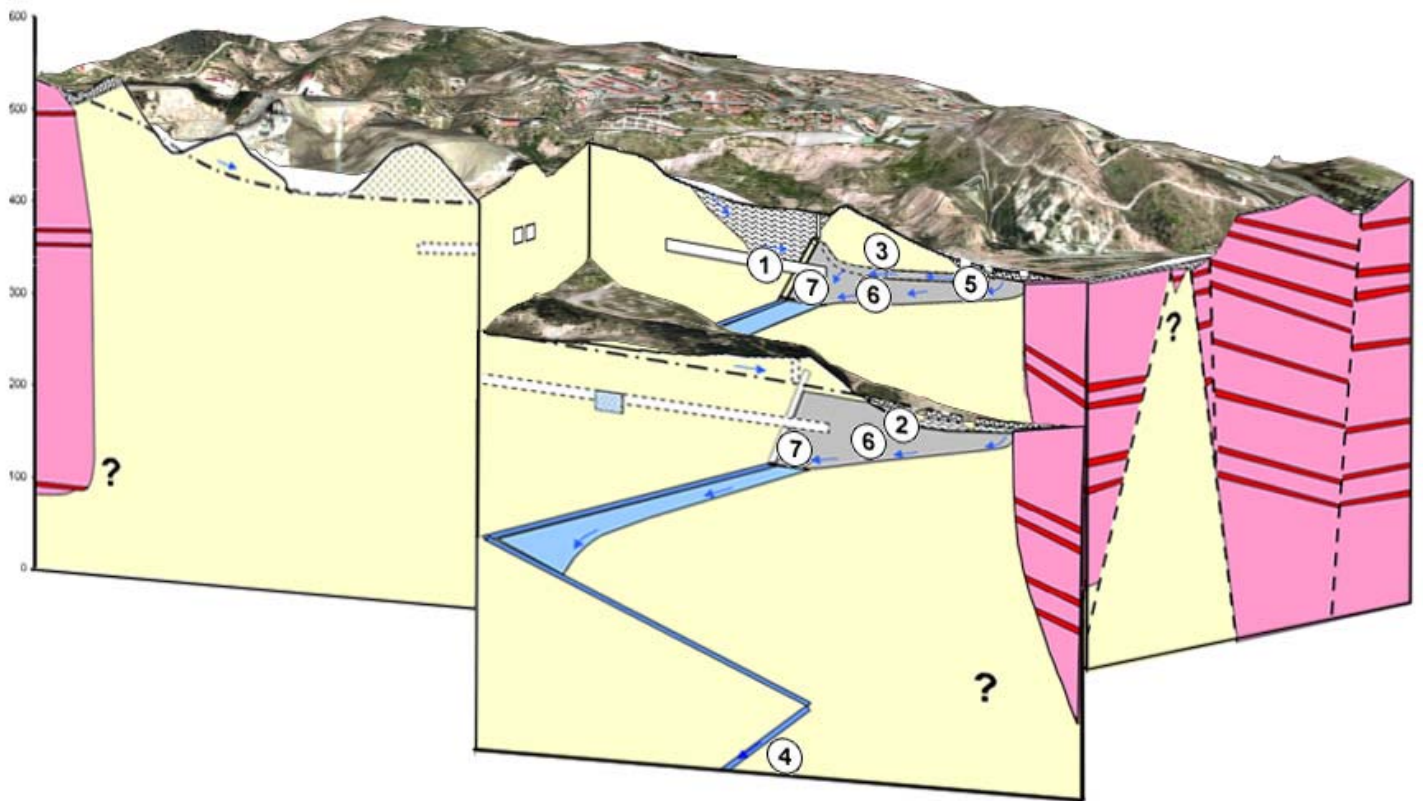


Figura núm. 151.- La vall Salada en l'any 2000

Llegenda

1. A partir de l'11 de gener de 1999 el cabal d'entrada a la mina va augmentar de manera continuada fins a arribar a uns 100 m<sup>3</sup>/h.
2. Comencen esfondraments a la llera del riu, i a la carretera.
3. S'inverteix el gradient hidrogeològic. S'ha dissolt la base del conducte càrstic que servia per evacuar les aigües de sota els Fangassos cap al riu, ha canviat la geometria i és el riu que circula cap a la zona dels Fangassos.
4. Per primera vegada a la Vall Salada, el nivell de base hidrogeològic passa de ser el riu Cardener a estar a l'interior de la mina a 1.100 m de profunditat.
5. Apareixen bòdies, i cada vegada són més grans.
6. S'inspecciona una xarxa important de conductes càrstics entre la mina Las Salinas i el riu Cardener.
7. El dia 19 de novembre de 2000, la mina Nieves i la rampa de Sant Onofre ja estan plenes d'aigua.

#### **4.7. El darrer estat l'any 2004**

L'empresa Salinera de Cardona, SL, a fi de poder extreure la sal al pis -50 m i al de -80 m (aquest darrer obert el 2000), col·loca una bomba d'extracció a la cota 300. El cabal que s'extreu i que s'introdueix al col·lector de salmorres, oscil·la entre 5 i 20 l/s. És un cabal que sembla té relació amb les pluges que hi ha a Cardona, encara que es considera que hi ha una certa tendència que augmenti.

Després de 4 anys, el cabal que s'extreu de la rampa de Sant Onofre no ha desaparegut ni ha minvat, ben al contrari: dintre de les considerables oscil·lacions climatològiques, hi ha un augment progressiu del cabal. Els dos torrents de les subvalls queden totalment estroncats; fins i tot al torrent Salat, que sorgia del peu del turó de Sant Onofre, no hi baixa gens d'aigua, ja que també ha estat capturat pel nivell de la rampa de Sant Onofre.

Durant la primavera de 2004 es fan prospeccions geoelectriques de potencial artificial en indrets estratègics, mitjançant les quals s'indueix una tendència de més afinitat elèctrica entre el nivell de l'aigua de la rampa de Sant Onofre i la de la llera del Cardener aigües amunt de la derivació cap el túnel, que a la mateixa derivació, que està més a prop. Atesa aquesta observació geofísica més la reconsideració de falles importants que comuniquen banda i banda del Cardener per la zona de la caseta de la Creu Roja, més la presència de diferents estrats de gresos rogencs de la Formació Súria, que estan situats a cada banda del diapir, els quals estant interceptats per la mateixa Formació Salina, es considera probable que hi hagi aportacions importants d'aigua mitjançant una xarxa càrstica en forma de ventall, la qual va a parar al punt més baix, que és la cota 300 de la rampa de Sant Onofre.

A l'octubre de 2004 es fan una sèrie de pous a la llera seca del Cardener, en els materials suprasalins; se'n mesura el nivell i s'hi fan proves de capacitat de cabals. És important la relació que hi ha en els cabals captats en aquests pous i el descens molt igual del cabal a la rampa de Sant Onofre, ja que alguns dels pous arriben a donar 2 l/s, xifra que es correspon amb la reducció del cabal de l'aigua que s'extreu de la rampa.

Durant aquest darrer període es creu que hi ha dues actuacions preferencials en el subsòl de la Vall Salada i la llera seca del Cardener.

1. Gairebé a tota la vall, que actualment drena cap a la rampa de Sant Onofre, els materials salins de base tenen una dissolució generalitzada i preferentment en forma de ventall mitjançant conductes càrstics, que porten l'aigua de precipitacions, de les fonts circumdants i d'altres que desemboquen a la vall, cap a l'interior de la rampa de Sant Onofre.
2. D'altra banda, existeix un mínim de dos col·lectors laterals, sota la llera seca del riu i en la mateixa Formació Salina. Aquests col·lectors, disposats en forma de Y, recullen l'aigua que ve de les falles segurament connectades amb el Cardener aigües amunt de la derivació al túnel del riu, més les aigües dels aquífers que formen els estrats de gresos fracturats, paral·lels al diapir. Aquests col·lectors càrstics a la vegada es van erosionant i condueixen aquestes aigües fins al nivell 300 de la rampa de Sant Onofre. Pel que fa a la qualitat química d'aquestes aigües, comencen essent aigües dolces quan estan a les falles i als gresos, i se saturen ràpidament quan entren en els materials salins.



2004

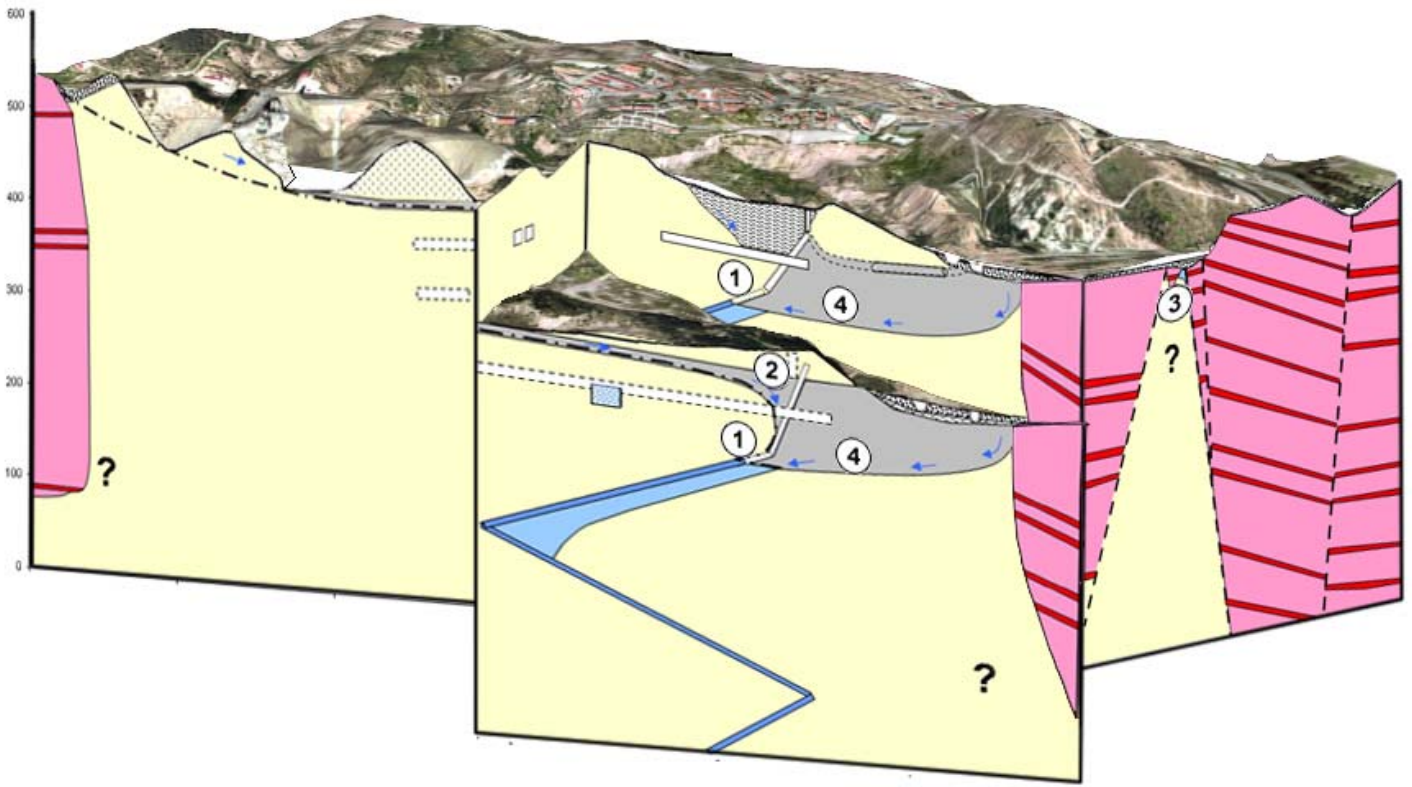


Figura núm. 152.- La vall Salada en l'any 2004

**Llegenda**

1. A la cota 300 de la mina, a fi de poder extreure la sal al pis -50 m i al pis -80 m (aquest darrer nivell, obert l'any 2000), s'hi instal·la una bomba d'extracció.
2. Al torrent Salat, que sorgia del peu del turó de Sant Onofre, no hi baixa gens d'aigua, la qual també ha estat capturada pel nivell de la rampa de Sant Onofre.
3. Es dedueix i posteriorment es comprova una aportació d'aigua cap a l'interior de la mina, que prové dels laterals del diapir, de petits estrats de gresos aquífers i fins i tot del mateix Cardener a través de falles.
4. Mentrestant, l'aigua dolça dels laterals va dissolvent i portant cap a zones més profundes els materials salins a través de conductes càrstics, des de l'origen fins al nivell de la bomba, a 300 metres.

#### **4.8. El futur de l'aigua a la mina**

L'evolució de la vall Salada en el temps es difícil concretar (Horseman), però si que està estretament relacionada amb el nivell de l'aigua de l'interior de la mina. Així, en un futur pròxim, en què es creu que l'empresa Salinera de Cardona, SL mantindrà el nivell per sota de les seves explotacions, es preveu que tant el sistema de dissolució difusa com el sistema en forma de ventall faran que hi hagi uns pendents en els materials salins que tendiran primerament cap a la verticalitat i posteriorment cap a l'horitzontalitat. Els límits d'aquestes dissolucions tendiran a estar per sota dels contactes dels materials no salins.

Més a llarg termini, possiblement quan no hi hagi cap bomba d'extracció, conseqüentment el nivell de la cota 300 de la rampa de Sant Onofre pujarà fins a la cota del riu i tornarà a drenar de manera natural aigües avall del Cardener. Hi haurà una altra inversió de gradient, que retornarà al primitiu nivell de base del Cardener.

Des d'un punt hidrogeoquímic, les aigües dolces que entrin a la Formació Salina en dissoldran principalment els extrems i les parts més superficials. S'ha de considerar que les aigües més salades tendiran a estar a les parts profundes i als indrets amb menys moviment o "culs de sac". Així mateix, hi podrà haver un bescanvi iònic entre els materials dels llots acumulats a les cambres de la mina Las Salinas i l'aigua saturada que ascendirà per la rampa.

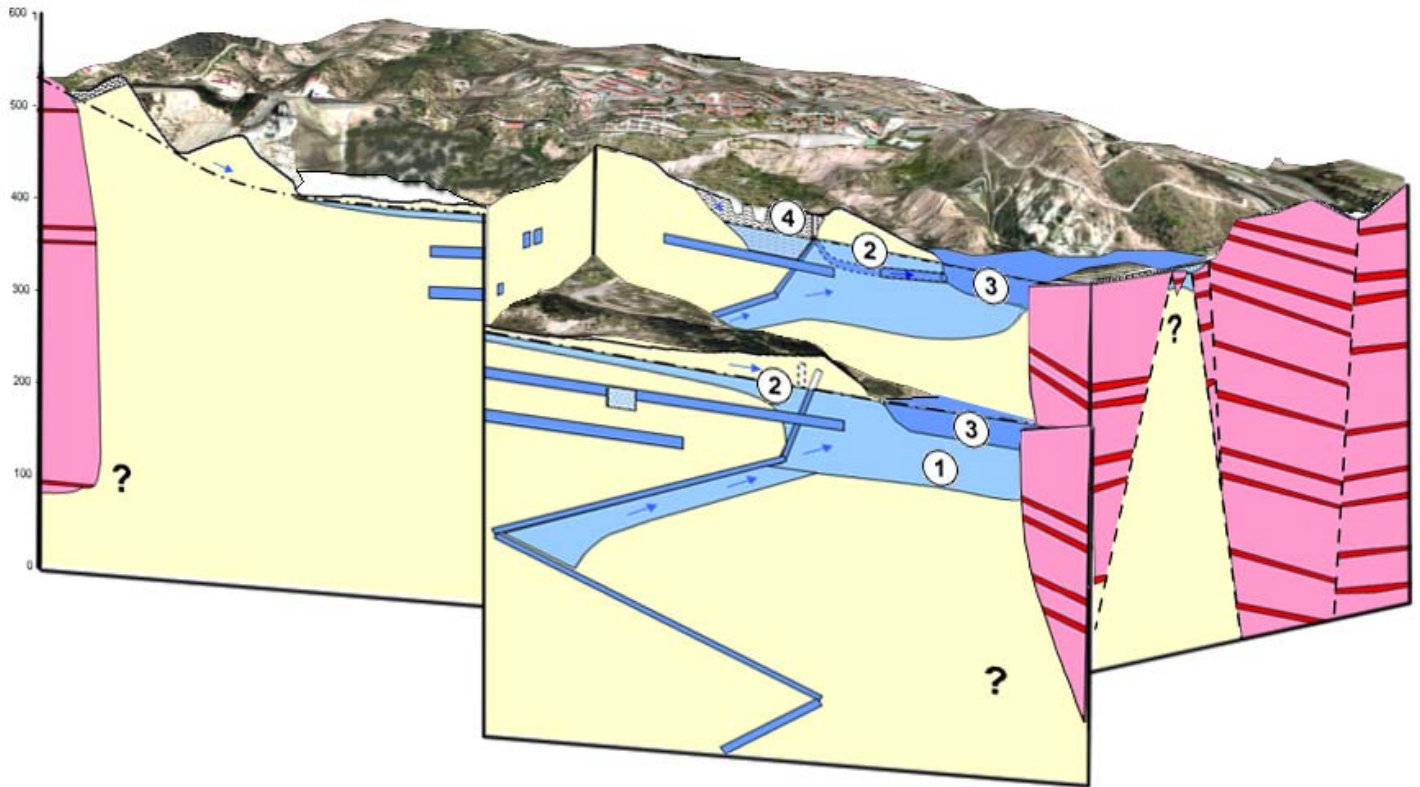
Per tot això, es preveu que hi haurà dos fluxos o entrades d'aigua i una sortida per la llera del Cardener amb un component subterrani. Aquests fluxos són els següents:

- Flux saturat de clorurs sòdics i potàssics de l'interior de la mina Nieves, que sorgirà per la rampa de Sant Onofre. Procedirà de l'aigua que entra a través dels dos pous, l'Alberto i el Maria Teresa, la qual principalment és la que abans s'extreia per la Minilla i darrerament havia dissolt la cova del riu. Aquesta aigua saturada, fruit de traspasar la mina Nieves, s'introduirà pels conductes càrstics que es van fer a partir de 1998, fins a arribar a la base que el Cardener havia tingut sempre, es dissoldrà amb altres aigües, passarà per sota del Pont Vell i superarà la pantalla que es va fer l'any 2000.
- Un altre flux d'aigua dolça provindrà de les dues falles, la paral·lela i l'obliqua a l'antiga llera del Cardener a sota del Castell, més la que vindrà dels estrats de gresos vermells d'aquells indrets. Aquest flux, que arribarà pel flanc nord-est del diapir, tindrà un poder més gran de dissolució i tendirà a erosionar els materials salins de la zona de la llera del riu que va des de la parada de l'autobús fins gairebé la zona que hi ha sota la cinta transportadora. Aquesta flux es barrejarà amb l'altre flux de la rampa de Sant Onofre i sobreixirà per la barrera de sota el Pont Vell. També es preveu que una part dels dos fluxos anteriors fluirà subterràniament per sota la llera del Cardener a la zona dels dos ponts, ja que seguirà el pas del flanc sud que s'ha detectat amb la construcció dels pous del 2004.
- L'altre flux, de característiques hidroquímiques similars a l'anterior, serà el que vindrà dels materials fracturats del flanc sud, esmentats en el paràgraf anterior. Però aquest flux d'aigua dolça tindrà un recorregut invers al que s'ha detectat l'any 2004. Actualment, pel fet que el nivell de base a l'interior de la mina està a la cota 300, el gradient actual és cap a l'interior de la mina, la qual cosa s'invertirà quan el nivell sigui el del riu Cardener. Segurament aquest mateix flux serà el que es va deduir que l'any 1997 va fer una aportació salada que de manera subterrània va fer augmentar la salinitat del Cardener a la zona dels dos ponts.

#### Capítol 4. SÍNTESIS I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS

Les aigües dolces que fluiran del flanc nord ajudaran a diluir el flux de l'interior de la mina, fet pel qual es creu que es podrà formar un llac que començarà a la zona on hi havia la caseta de l'autobús i progressarà cap a la zona de sota la cinta transportadora (Font 1998). Fins i tot les margues grises que cobreixen en aquella zona els materials salins, es preveu que podran ser alterades per les bòfies que es formin (com ja va passar els anys 1999 i 2000). Per tot plegat, és previsible que a la zona del llac que es pensa que es formarà a la confluència de la Vall Salada amb el llit antic del Cardener, hi hagi esllavissades considerables i perilloses.

**FUTUR**



**Figura núm. 153.- La vall Salada en el futur**

Llegenda

1. Mitjançant el bombejament continuat de l'aigua a la cota 300, els conductes càrstics tendiran amb el temps a tenir límits verticals i bases horitzontals.
2. Més a llarg termini, possiblement quan no hi hagi cap bomba d'extracció, el nivell pujarà fins al primitiu nivell del riu Cardener, fet pel qual hi haurà una altra inversió del gradient, que retornarà a la base original del Cardener.
3. Els tres fluxos principals que es creu que hi ha en l'actualitat, permetran que es formi un llac d'aigües salades a la confluència de la Vall Salada amb el Cardener.
4. Es preveu que en algunes zones com la dels Fangassos es recuperarà el sistema que hi va haver, de tal manera que l'aigua dolça de les precipitacions o de les surgències laterals se situaran a la part superior dels materials porosos i tornaran a aparèixer de tant en tant bòfies de dissolució. Aquestes bòfies a llarg termini podrien connectar-se amb el llac anterior.

## Capítol 4. SÍNTESIS I EVOLUCIÓ EN EL TEMPS