

Preliminary analysis of the diffusion of arsenic in Piedmont

F. Bianco, A. Fiorucci, S. Menegatti and B. Vigna

Abstract: The objective of this study was to obtain an overview of the presence of arsenic in the drinkable water and in groundwater in Piedmont. The introduction of directive 98/83/EC (Drinking Water Directive, DWD) has had a considerable impact on the distribution of drinkable water in Italy. Significantly reduced threshold values have been introduced, compared to the previous water quality standards. For example, the threshold value for arsenic, for which the Maximum Admissible Concentration (MAC) had been established as $50 \mu\text{gL}^{-1}$, according to directive 80/778/EC, was reduced to $10 \mu\text{gL}^{-1}$ in the subsequent directive, that is, directive 98/83/EC. After the introduction of directive 98/83/EC, Italy is the country that has issued the most dispensations, above all in relation to the parameters of natural and geological origin: the original situation, at the time of the first dispensation, concerned 10 parameters and involved 13 regions, with a total of 56 dispensation proceedings.

The decision of the European Commission, pertaining to the dispensation requested by Italy on the basis of directive 98/83/EC concerning the quality of drinkable water, only dates back to 28 October 2010. The European Commission granted dispensations until

31/12/2011, but only for concentrations of arsenic close to $20 \mu\text{gL}^{-1}$, since values of 30, 40 and $50 \mu\text{gL}^{-1}$ could determine higher health risks, and in particular some forms of cancer.

Riassunto: L'obiettivo di questo studio è quello di fornire un panorama sulla presenza dell'arsenico nelle acque destinate al consumo umano e negli acquiferi sotterranei in Piemonte. L'introduzione della direttiva 98/83/CE (Drinking Water Directive, DWD) ha avuto un considerevole impatto sulla distribuzione di acque potabili in Italia. Sono stati introdotti valori limite significativamente ridotti rispetto ai precedenti standard di qualità delle acque, come ad esempio per l'arsenico la cui CMA (Concentrazione Massima Ammissibile) stabilita in $50 \mu\text{g/l}$ dalla direttiva 80/778/CE, è stata ridotta a $10 \mu\text{g/l}$ dalla successiva direttiva 98/83/CE. A seguito del recepimento della dir 98/83/CE, l'Italia, tra tutti gli Stati Membri, ha emanato il maggior numero di deroghe, soprattutto in relazione a parametri di origine naturale e geologica: la situazione originale al tempo della prima deroga riguardava, infatti, 10 parametri, e coinvolgeva 13 regioni, con 56 atti di deroga.

Risale solo al 28 ottobre 2010 la decisione da parte della Commissione Europea sulla deroga richiesta dall'Italia ai sensi della direttiva 98/83/CE del Consiglio concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano. La Commissione Europea ha concesso deroghe fino al 31/12/2011 solo per concentrazioni di arsenico prossime a $20 \mu\text{g/l}$, mentre valori di 30, 40 e $50 \mu\text{g/l}$ determinerebbero rischi sanitari superiori, in particolare talune forme di cancro.

Keywords: Arsenic, Groundwater, Piedmont

F. BIANCO

A. FIORUCCI 

S. MENEGATTI

B. VIGNA

DIATI-Politecnico di Torino

C.so Duca Degli Abruzzi, 24

10129 Torino, Italy

A. FIORUCCI 

adriano.fiorucci@polito.it

Introduction

Arsenic is a chemical element that is widely diffused and extensively distributed in nature; the mean natural abundance in the earth's crust is 1.8 ppm (Taylor, 1964) and 3 ppb in sea water (Goldberg, 1963, 1965). On the basis of Goldschmidt's classification, arsenic has been classified as belonging to the calcicolic family of elements, and it is present in more than 200 minerals, the most common of which is Arsenopyrite FeAsS . However, arsenic sulphurs, above all Realgar (AsS) and Orpiment (As_2S_3), and arsenides or arsenide sulphur, such as Loellingite (FeAs_2) and Smalt (Ni,Co,FeAs_2) are also very common. Most of the environmental problems connected to the presence of arsenic are connected to its natural mobilisation. However, human activities have also contributed to the increase in arsenic pollution of the ground and of water.

The level of arsenic in the ground, when agricultural and industrial contamination is not involved, normally varies between 0.2 and 40 mg kg^{-1} (Wedepohl K.H., 1969). Mineral quarrying, the melting of non ferrous metals, the industrial production of glass and cotton, the burning of waste material and of combustible fossil materials, such as carbon and petroleum, are the industrial processes that contribute

Received: 24 may 2012 / Accepted: 15 june 2012

Published online: 30 june 2012

© Associazione Acque Sotterranee 2012

the most to human arsenic pollution of the air, water and earth.

In the past, the use of pesticides, insecticides, fungicides and herbicides based on this non-metal lead to extensive contamination of agricultural ground. In the United States, it is considered a source of environmental contamination, above all at a domestic level. The use of products for the preservation of timber for external use is also considered a source of contamination, so much so that the sale of these products has been prohibited since 31/12/2003. The impact on the environment, caused above all by the extensive use of these products in the past, will persist in future years (Smedley P.L. and Kinniburgh D.G., 2002)

In Italy, most of the water supply, destined for drinkable water (more than 80%), comes from groundwater.

A bibliographic research that has been conducted has made it possible to point out different cases in which arsenic has been identified in groundwater in several municipalities, for example in Emilia Romagna and in Lombardy (Zavatti et al., 1995), in the municipalities around the middle part of the Brenta (Veneto) (Baldantoni and Ferronato, 1996), in the groundwater of some municipalities in the province of Mantua, in the water of springs and lakes in the northern part of Lazio, and in the groundwater of the Campi Flegrei volcanic group (Naples) (Dall'Aglia, 1996).

Among the most polluted areas, mention should be made of Piana di Scarlino (Tuscany), where a combination of both natural and human factors has determined an accumulation of arsenic in the earth, with concentrations as high as 1000 μgkg^{-1} . The presence of this toxic element has also been ascertained in Sardinia, in the Furtei mining area. A gold mine is still operating in this area, and it makes use of sulphuric mineralisation, above all Pyrite and Enargite, both of which are rich in arsenic. The water that outcrops inside the excavations has shown arsenic concentrations of above 5 μgkg^{-1} .

Materials and methods

The diffusion of arsenic throughout the Piedmont territory has been verified through a series of samplings of the water from deep and surface aquifers located in the various hydrogeological complexes of the regional territory. Data made available by the Regione Piemonte, concerning the monitoring of aquifers on the plain (both surface and deep aquifers), which are checked on a six-monthly basis (PRISMAS project), were also utilised in this study. Almost 400 water points were examined, and this was considered a rather representative sample of the situation in the Piedmont territory. The temperature, the specific electric conductivity, the pH and Eh were all measured in situ for each water point, while 47 parameters, including the principle elements and metals, were analysed at the Hydrogeological research laboratory at the Department of Engineering of the Environment, of the Territory and of Infrastructures (DIATI) at the Politecnico di Torino.

The following parameters were analysed in particular:

- Ammonium, Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Bromate, Bromide, Chlorite, Chloride, Fluoride, Phosphate, Hydrogen-carbonate, Nitrite, Nitrate and Sulphur ions.
- Ag, Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Rb, Se, Sb, Sn, Sr, U, V and Zn.

The methodologies used to determine the previous parameters were defined in Legislative Decree 31/01 APAT IRSA-CNR, in manual 29/2003.

The PROUCL 4.0 software programme, which is distributed directly by EPA and recognised by the European Community, and AQUACHEM 5.1, which is an upgraded version of the USGS PHRE-EQC programme, were used to interpret the data.

Hydrogeological complexes in Piedmont

A series of complexes that constitute the basis of the hydrogeological cartography relative to the examined territory were identified from a reconstruction of the geological-structural layout of Piedmont. The various complexes are characterised by the presence of one or several aquifers and these show particular hydrodynamic and geochemical characteristics, according to the complex they belong to.

Principal alluvial complex (Quaternary)

All the deposits relative to the alluvial Quaternary succession have been grouped in this complex, which includes successions from the *Antique Gravels* from the high terraces relative to the fluvial-glacial successions of the Mid Pleistocene deposits, to the *Alluvial Unit of the bottom layer of the plain* in which there are complexes of both fluvial-glacial and fluvial Riss sediments, as well as recent and current sediments in the main and secondary rivers. These deposits are usually made up of gravel, and are sometimes quite coarse. They have abundant silty matrices in the oldest sediments that are instead completely absent in the more recent deposits, which are spaced with sandy horizons. The alluvial deposits generally show a well developed soil with thicknesses that vary according to the age of the deposits. The pedological covering in the oldest deposits can reach as much as 2 m, while the covering is rather reduced in correspondence to the most recent deposits.

The thickness of the complex varies a great deal and goes from a thickness of more than 100 m, in the zone at the foot of the mountains, to 5-6 m in the more distal sectors close to the hilly reliefs of the Langhe, Roero, Turin and Monferrato. The value of the permeability is generally elevated, however there are areas in which the sediments are rather cemented or have abundant silty matrices and, as a consequence, a decrease in permeability. The complex houses various aquifers that are for the most part unconfined and which are supplied by both rainfall and by extensive losses from the main rivers that flow from the Alpine bed towards the plain. The water from these aquifers is heavily exploited for both irrigation and drinkable purposes.

Morainic complex (Quaternary)

The Morainic Complex, pertaining to the Wurm to Mindel glacial deposits, is made up of loose gravelly deposits with large blocks, abundant silty-clayey matrices and thick layers of clayey alternations at a local level. The overall permeability varies from medium to poor, in function of the presence of fine fractions. Unconfined and multi-level aquifers can be encountered in the Morainic Complex.

Alternation Complex (Pliocene)

The Alternation Complex refers to marine-marginal and continental deposits from Villafranchian sediments that outcrop in the Asti, Roero, Alessandria and Biella sector. They are found at a certain depth, below the Quaternary alluvial layer. The complex reaches thicknesses of some hundreds of metres, in correspondence to the synclinal structures that have been buried in the deposit-centres of the Pliocene basin (Cuneo, Turin and Alessandria plain), and reduces considerably on the edges of the basin, or in correspondence to the anticlinal structures. It is difficult to recognise the border between the Quaternary gravels and the Pliocene gravels in many areas of Piedmont because of their lithological uniformity. Only more detailed stratigraphies are able to indicate the presence of the clasts

with lower granulometry and alternances of sand and clay that characterise the Pliocene succession. A series of aquifers under pressure is present in the complex. These aquifers are in part supplied by the overflows from the unconfined Quaternary aquifer, and in part by local recharging where the deposits outcrop.

Clayey-sandy complex (Upper Messinian - Middle Pliocene)

This complex refers to the Formation of the Cassano Spinola Conglomerates (Upper Messinian), to the formation of the Lugagnano Clays and to the Asti Sand deposits (Lower - Middle Pliocene) which have outcropped above all in the hilly sector of Asti and Roero. This complex has also been associated with deep marine sediments, again with reference to the Pliocene succession, covered by the Quaternary Alluvial succession in some sectors of the Novara, Vercelli and northern Turin plain. The complex is made up of thick clayey-silty successions, separated by sandy and gravelly bodies that reach thicknesses of more than 20 m, or by amalgamated banks of sand with various contents of silty material. Although the aforementioned formations are clearly distinguishable on the surface, it is difficult to distinguish them at a depth on the basis of the stratigraphic data presently available: for this reason, and because of their remarkable lithological homogeneity (but not of the sedimentation environment), they have been grouped together in a single hydrogeological complex.

The sands and gravels, separated by horizons prevalently constituted by fine materials, appear loose and with very few fine matrices, and therefore result to be relatively permeable. The complex houses a series of aquifers that are locally under pressure and are sometimes artesian, which are in part supplied by overflows from the aquifers above (Principle Alluvial Complex and Alternation Complex) and in part by zenith recharging.

Terrigenous-evaporitic complex (Miocene)

The Terrigenous-evaporitic complex is made up of clays and clayey-gypsum-like marl with gypsum lenses and subordinate intercalations of limestone, sand and sandstone. The overall permeability of the complex is poor, or non existing. Limited water bodies are present in the evaporitic horizons, which show a relative karsification.

Sandstone-marl complex (Miocene)

Numerous sub-complexes have been associated to this complex. These sub-complexes belong to the different sandstone-marl units that constitute the thick Oligo-Miocene turbid succession of the Piedmont Tertiary Basin, and they outcrop in the hilly zones of the Langhe, Turin and Monferrato. The overall permeability of the different sub-units that have been recognised is rather different and it depends on the percentage of sandstone-marl that is present, on the different degrees of cementation and on the fracturing state of the sandstone bodies. It is possible to identify the presence of aquifers under pressure in the more permeable horizons. These aquifers have a medium to low productivity and are exploited by wells, some of which are very deep and reach depths of 400 m from the ground level. A rather fractured and altered horizon is present in a diffused manner in the more superficial part of these sub-units. This horizon is connected to a series of deformation processes that are typical of the slopes that are found throughout the entire hilly territory of the Langhe, Monferrato and Turin. This horizon is characterised by a thickness that roughly ranges between 2 and 20 m, and it houses a relatively productive aquifer, which, in the past, was used for both drinkable water and for irrigation purposes. The water was obtained by means of the sinking of rather shallow wells (5-15 m) or by the tapping of small springs, located in correspondence to the permeability borders between fractured horizons and the compact substratum.

Flyschoid complex (Jurassic - Cretaceous)

The Flyschoid complex is made up of clays, clayey-schists, marls, calcareous marls, marly and arenaceous limestones, flint limestones, brecciated limestones, and a dominant calcareous flysch. The overall permeability ranges from poor to non existing, because of embedded and minute fracturing. The aquifer systems are rather limited and only of local importance.

Carbonate Complex (Triassic - Cretaceous)

The Carbonate complex is composed of three sub-complexes: the sub-Calcareous Complex, the sub-Dolomitic Complex and the sub-Evaporitic Complex, which outcrop above all in the Alpine sector in the South of Piedmont.

The sub-Calcareous Complex is made up of pure limestones, marly limestones, arenaceous limestones, dolomitic limestones, calcareous dolomites, limestones with flints, marble, and dolomitic marble which appear either massive or stratified in banks. The overall permeability ranges from high to medium, because of the fracturing and karsification. The aquifers are important at a regional level and supply springs with elevated flows.

The sub-Dolomitic Complex is constituted by dolomites, calcareous dolomites and dolomitic limestones. The overall permeability goes from medium to high, because of the fracturing and subordinate karsification. On some occasions the aquifer systems supply important springs with relevant flows, for example, the Beinette Spring close to Cuneo.

The sub-Evaporitic Complex is generally made up of not very thick horizons of *carniole*, anhydrites, gypsum and tectonic rubble. The overall permeability ranges from medium to high, because of the fracturing and karsification.

Magmatic-Metamorphic Complex (Pre - Tertiary)

The Magmatic-Metamorphic Complex outcrops in correspondence to the mountain reliefs, and it is made up of numerous sub-complexes pertaining to the different structural units of the Alpine area. The Magmatic sub-complex is composed of andesites, andesitic tuffs, granites and granitoids which are sometimes altered with thick layers of arkosic sand pertaining to the magmatic sequence. The sub-complex of the schist and green stones is composed of calcareous schists, mica-schists, minute gneiss, argillaceous schists, amphibolites, serpentines and prasinites with local calcareous intercalations, which are present above all in the calcareous schists. The permeability can be relatively higher in the carbonate horizons, because of karsification phenomena.

The basal schist complex is made up of mica-schists and phyllitic schists, gneiss, basic granulites, amphibolites and meta-gabbros. The permeability of the complex is generally very low or even non existing, with the exception of some portions that are characterised by medium to low values, because of a relative fracturing or cracking of the rock mass.

The massive basal complex is composed of granitoid gneiss and massive granites, quartzites and arenaceous quartzites, lherzolites and peridotites, porphyry and porphyroids, and it has a permeability that ranges from non existing to poor, depending on the degree of fracturing.

These complexes constitute the simplified cartography of the Piedmont region, which is described in more detail in the schematic hydrogeological map of Piedmont at a 1:250000 scale (Civita M. et al., 1995, 1998, 1999 and 2000).

On the basis of the previously described hydrogeological layout, and other information relative to the specific mineralization present throughout the Alpine area, a series of zones has been identified in

which a certain concentration of arsenic has been presumed in the spring water, or in the wells that intercept the various aquifers.

Figures 1 and 2 show the hydrogeological map of the region and the location of the points where the water was sampled.

Forty five springs, located in correspondence to the Carbonate Complex and the Magmatic-Metamorphic Complex, were examined: 72 deep wells that intercept the Sandstone-marl complex, the clayey-sandy complex and the alternation complex. One hundred

and fifty six surface wells that intercept the unconfined aquifer of the main Alluvial Complex were sampled as were 12 sources of water encountered in the mining excavations of the Magmatic-metamorphic Complex.

Tables 1 and 2 show the chemical-physical characteristics and metal concentrations of the 152 water samples that were analysed at the DIATI laboratory.

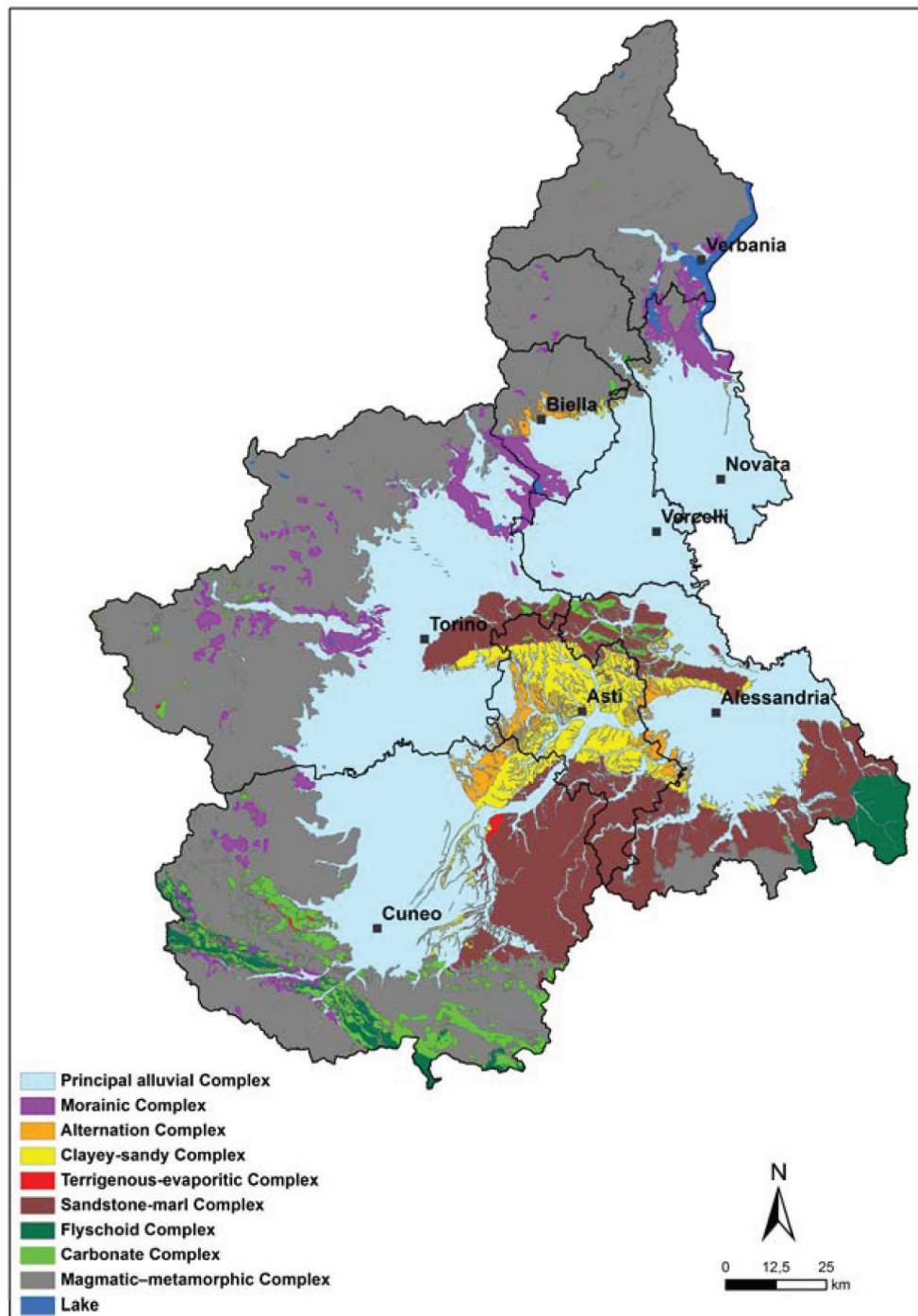


Fig. 1 - *Simplified hydrogeological map of Regione Piemonte*

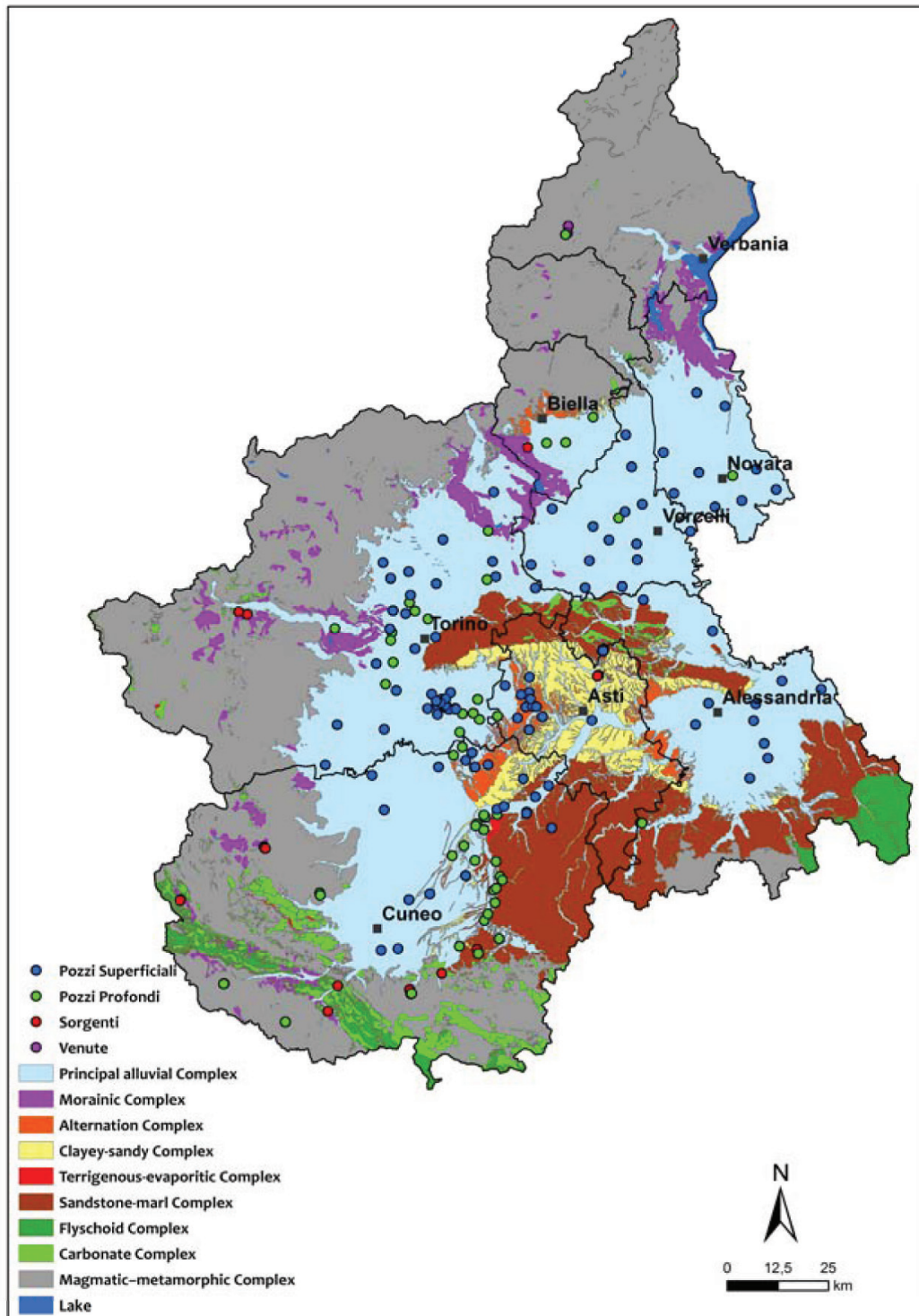


Fig. 2 - Location of water points sampled

Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]*Principal Alluvial Complex*

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
AP1	13,89	630	7,01	-116	10,17	0,03	1,28	104,55	13,29	0,11
AP2	14,42	1009	7,08	-74	19,95	0,56	1,41	159,64	23,44	0,12
AP3	14,29	301	7,24	124	8,47	0,01	0,48	39,67	9,28	0,16
AP4	14,53	571	7,15	-120	13,81	0,14	1,37	88,05	11,92	0,12
AP5	14,63	872	7,03	106	12,16	0,04	2,16	127,86	13,03	0,11
AP6	14,48	749	7,14	-36	12,03	<0,01	1,85	146,41	14,17	0,13
AP7	14,93	782	7,16	147	15,31	0,03	1,84	126,00	13,97	0,11
AP8	14,88	829	7,29	22	14,09	0,01	2,83	141,87	15,11	0,08
AP9	13,74	606	7,17	-33	12,30	0,20	2,04	93,63	12,86	0,14
AP10	14,19	770	7,11	-80	9,71	0,05	1,52	131,75	15,78	0,10
AP11	13,50	799	7,07	-112	10,08	0,17	1,54	129,84	17,07	0,08
AP12	14,75	619	6,94	-50	14,55	0,01	1,88	96,09	13,41	0,11
AP13	14,30	938	7,26	205	9,10	<0,01	1,18	123,56	28,32	0,08
AP14	15,19	569	7,54	-100	9,96	0,02	1,40	80,63	18,54	0,06
AP15	13,66	826	7,13	114	10,64	<0,01	1,55	137,67	16,16	0,08
AP16	13,01	857	7,09	n.r.	16,80	0,03	1,47	139,11	19,97	0,13
AP17	13,45	782	7,44	-72	13,54	0,49	3,56	125,93	13,36	0,11
AP18	14,69	765	7,52	-162	30,39	0,31	2,76	103,69	19,37	0,17
AP19	14,00	424	6,87	-87	9,24	0,01	0,75	62,31	14,99	0,15
AP20	15,05	919	6,36	-331	11,44	<0,01	1,73	160,61	19,57	0,18
AP21	19,92	858	6,53	-118	19,93	0,70	5,03	159,85	23,51	0,13
AP22	14,63	777	6,77	-79	10,76	0,01	1,83	120,48	13,44	0,14
AP23	16,49	1010	6,51	-26	12,62	0,01	1,74	178,26	25,87	0,30
AP24	16,1	900	7,11	-	11,11	0,090	14,45	138,77	22,06	0,23
AP25	11,2	903	7,24	-	11,57	0,03	3,07	149,95	25,69	0,22
AP26	16,2	1063	7,02	-	18,30	0,03	13,57	162,98	33,03	0,32
AP27	14,4	977	7,10	-	22,97	0,01	9,324	147,20	24,38	0,25
AP28	16,4	968	6,82	-	7,43	0,02	10,77	175,44	19,40	0,14
AP29	14,3	1023	6,94	-	23,80	<0,01	2,79	155,78	33,63	0,36
AP30	14,9	924	7,11	-	24,27	<0,01	5,39	145,80	28,60	0,28

Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]*Principal Alluvial Complex*

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
AP1	<0,01	<0,005	18,26	0,03	<0,01	0,01	<0,01	90,88	275,20	n.r.
AP2	<0,01	<0,005	32,92	0,03	<0,01	0,01	<0,01	140,86	430,53	n.r.
AP3	<0,01	<0,005	8,65	0,01	<0,01	10,80	<0,01	10,65	147,97	n.r.
AP4	<0,01	<0,005	20,26	0,03	<0,01	0,02	<0,01	55,93	263,01	n.r.
AP5	<0,01	<0,005	23,83	0,07	<0,01	15,37	<0,01	99,73	323,01	n.r.
AP6	<0,01	<0,005	29,72	0,04	0,02	51,67	<0,01	79,86	364,11	n.r.
AP7	<0,01	<0,005	25,67	0,04	<0,01	40,90	<0,01	75,94	323,02	n.r.
AP8	<0,01	<0,005	27,58	0,02	0,06	9,67	<0,01	109,53	361,77	n.r.
AP9	<0,01	<0,005	21,47	0,10	0,02	17,72	<0,01	60,46	266,28	n.r.
AP10	<0,01	<0,005	21,69	0,03	<0,01	0,04	<0,01	120,65	323,89	n.r.
AP11	<0,01	<0,005	20,98	0,03	<0,01	0,02	<0,01	120,91	324,03	n.r.
AP12	<0,01	<0,005	21,48	0,02	<0,01	0,02	<0,01	67,39	287,97	n.r.
AP13	<0,01	<0,005	17,75	0,01	0,04	16,49	<0,01	107,13	375,53	n.r.
AP14	<0,01	<0,005	23,96	0,05	0,02	2,71	<0,01	66,89	240,14	n.r.
AP15	<0,01	<0,005	45,48	0,03	0,06	21,69	<0,01	99,27	315,18	n.r.
AP16	<0,01	<0,005	23,12	0,09	0,05	14,14	<0,01	93,46	406,19	n.r.
AP17	<0,01	<0,005	31,96	0,15	0,06	0,08	<0,01	101,89	319,60	n.r.
AP18	<0,01	<0,005	29,87	0,04	0,01	0,01	<0,01	41,73	393,10	n.r.
AP19	<0,01	<0,005	13,17	0,01	0,01	11,81	<0,01	35,90	208,55	n.r.
AP20	<0,01	<0,005	30,77	0,21	<0,01	23,09	0,01	136,28	368,47	n.r.
AP21	<0,01	<0,005	33,98	0,14	<0,01	0,69	0,02	128,20	444,39	n.r.
AP22	<0,01	<0,005	29,90	0,21	0,03	54,20	0,01	62,49	269,69	n.r.
AP23	<0,01	<0,005	46,05	0,24	0,23	17,82	<0,01	152,38	429,21	n.r.
AP24	<0,01	<0,005	25,97	0,44	<0,01	77,86	<0,01	94,88	345,56	<0,01
AP25	<0,01	<0,005	14,34	0,11	<0,01	35,04	<0,01	82,44	454,66	<0,01
AP26	<0,01	<0,005	45,25	0,06	<0,01	39,70	<0,01	122,16	461,75	<0,01
AP27	<0,01	<0,005	45,29	<0,01	0,058	38,75	<0,01	78,91	425,07	<0,01
AP28	<0,01	<0,005	22,58	0,13	0,03	52,65	<0,01	104,92	448,23	<0,01
AP29	<0,01	<0,005	23,36	0,07	<0,01	57,37	<0,01	100,63	487,14	<0,01
AP30	<0,01	<0,005	23,22	0,01	0,01	8,48	<0,01	92,78	496,76	<0,01

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Principal Alluvial Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
AP30	14,9	924	7,11	-	24,27	<0,01	5,39	145,80	28,60	0,28
AP31	13,1	1021	7,04	-	15,56	<0,01	3,81	151,99	41,15	0,31
AP32	13,5	1007	7,26	-	25,45	0,01	11,92	136,90	37,97	0,24
AP33	15,8	947	7,46	-	13,83	<0,01	19,75	100,29	44,64	0,24
AP34	14,5	914	7,29	-	20,44	<0,01	6,14	109,24	41,10	0,28
AP35	12,7	945	7,07	-	17,87	0,02	6,09	153,59	22,17	0,25
AP36	14,6	1108	7,03	-	16,29	<0,01	13,88	172,58	26,85	0,24
AP37	14,1	1270	7,16	-	21,86	0,07	14,60	184,97	24,68	0,31
AP38	13,5	952	7,16	-	14,85	<0,01	5,43	150,40	27,61	0,34
AP39	12,0	985	7,27	-	21,35	0,09	8,55	153,17	25,84	0,23
AP40	15,4	961	7,14	-	14,13	0,010	5,54	165,89	16,22	0,20
AP41	13,8	873	7,33	-	11,89	<0,01	0,88	157,99	15,90	0,19
AP42	13,1	1035	7,28	-	21,98	0,13	13,79	156,43	25,95	0,33
AP43	13,0	1027	7,32	-	23,84	0,06	8,54	135,44	38,48	0,28
AP44	12,9	1094	7,15	-	24,91	0,05	15,10	159,96	29,69	0,30
AP45	13,2	976	7,23	-	19,12	0,01	7,44	143,42	27,00	0,15
AP46	11,2	1159	7,22	-	30,03	0,05	6,82	153,17	46,55	0,41
AP47	13,5	1227	7,02	-	31,90	0,47	22,71	175,89	30,79	0,34
AP48	14,7	1216	7,23	-	47,48	0,12	10,65	132,89	44,26	0,26
AP49	13,1	881	7,28	157	10,63	<0,01	2,33	143,54	27,78	0,16
AP50	16,0	441	7,56	135	10,38	0,03	1,41	65,58	12,77	0,16
AP51	14,8	383	7,51	114	18,81	0,03	1,44	52,81	8,68	0,16
AP52	12,8	597	7,2	252	8,02	0,01	3,47	67,87	12,89	0,12
AP53	15,4	365	6,8	243	6,11	<0,0	4,84	46,07	14,97	0,15
AP54	15,4	342	7,56	119	14,72	0,02	1,35	47,05	9,23	0,18
AP55	16,3	327	7,62	111	13,60	0,03	1,25	44,26	9,05	0,17
AP56	15,1	451	7,53	225	9,96	0,01	1,50	67,03	13,21	0,15
AP57	17,1	373	7,8	332	6,25	<0,01	5,24	46,28	16,06	0,14
AP58	9,3	436	7,57	157	19,48	<0,01	13,59	53,67	11,90	0,22
AP59	10,5	354	-	-	9,09	0,01	5,32	11,10	0,70	1,18
AP60	9,8	245	-	-	8,49	<0,01	8,24	13,63	2,36	2,85

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Principal Alluvial Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
AP30	<0,01	<0,005	23,22	0,01	0,01	8,48	<0,01	92,78	496,76	<0,01
AP31	<0,01	<0,005	23,31	0,11	0,05	24,35	<0,01	81,39	556,16	<0,01
AP32	<0,01	<0,005	32,85	0,04	0,03	22,62	<0,01	84,20	498,76	<0,01
AP33	<0,01	<0,005	42,19	0,05	0,03	54,43	<0,01	87,57	360,08	<0,01
AP34	<0,01	<0,005	41,48	0,01	<0,01	26,71	<0,01	114,56	362,47	<0,01
AP35	<0,01	<0,005	24,98	<0,01	0,04	24,24	<0,01	94,04	450,07	<0,01
AP36	<0,01	<0,005	35,09	<0,01	0,04	31,61	<0,01	110,25	490,97	<0,01
AP37	<0,01	<0,005	53,38	0,08	0,09	57,44	<0,01	146,67	425,30	<0,01
AP38	<0,01	<0,005	28,25	0,06	0,07	51,73	<0,01	81,64	439,94	<0,01
AP39	<0,01	<0,005	52,30	0,07	<0,01	26,74	<0,01	61,49	451,40	<0,01
AP40	<0,01	<0,005	19,47	0,30	<0,01	76,82	<0,01	73,08	425,23	<0,01
AP41	<0,01	<0,005	14,06	0,02	0,06	57,97	<0,01	61,04	435,71	<0,01
AP42	<0,01	<0,005	64,84	0,12	<0,01	55,79	<0,01	74,60	419,60	<0,01
AP43	<0,01	<0,005	48,99	0,07	<0,01	76,19	<0,01	87,33	404,70	<0,01
AP44	<0,01	<0,005	44,13	0,11	<0,01	41,25	<0,01	108,98	460,52	<0,01
AP45	<0,01	<0,005	29,31	0,07	<0,01	27,88	<0,01	86,36	436,24	<0,01
AP46	<0,01	<0,005	29,23	0,10	<0,01	20,60	<0,01	146,68	527,74	<0,01
AP47	<0,01	<0,005	53,45	0,06	<0,01	87,66	<0,01	144,24	446,44	<0,01
AP48	<0,01	<0,005	134,55	0,07	<0,01	39,27	<0,01	81,88	373,64	<0,01
AP49	<0,01	<0,005	16,26	0,01	<0,01	0,03	<0,010	73,893	485,26	n.r.
AP50	<0,01	<0,005	1,96	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	9,038	277,89	n.r.
AP51	<0,01	<0,005	1,59	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	13,75	231,68	n.r.
AP52	<0,01	<0,005	5,29	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	10,25	276,64	n.r.
AP53	<0,01	<0,005	7,35	0,01	<0,01	0,020	<0,010	24,33	195,55	n.r.
AP54	<0,01	<0,005	1,24	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	6,36	214,64	n.r.
AP55	<0,01	<0,005	1,27	<0,01	<0,01	<0,01	<0,010	7,89	203,01	n.r.
AP56	<0,01	<0,005	2,36	0,01	<0,01	<0,01	<0,010	7,33	285,23	n.r.
AP57	<0,01	<0,005	7,53	0,01	<0,01	0,04	<0,010	24,34	196,63	n.r.
AP58	<0,01	<0,005	2,80	0,09	<0,01	1,97	0,35	16,87	255,72	n.r.
AP59	<0,01	<0,005	3,62	<0,02	<0,01	0,57	<0,01	1,68	62,35	n.r.
AP60	<0,01	<0,005	6,03	0,01	<0,01	0,31	<0,01	4,89	66,87	n.r.

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Morainic Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
M1	11,78	127	8,57	141	2,64	<0,01	0,53	13,05	6,30	0,09
M2	9,62	251	7,63	98	6,97	<0,01	0,66	114,22	20,51	0,17
M3	12,54	163	7,89	124	4,00	<0,01	2,11	58,89	11,15	0,50
M4	12,14	135	7,92	79	1,150	0,01	0,70	18,97	7,109	0,03
M5	11,45	98	8,65	65	1,310	0,01	0,31	7,48	1,78	0,03
M6	10,99	38	8,24	44	1,719	<0,01	0,52	5,84	1,20	0,03
M7	14,3	335	7,28	132	9,87	0,04	10,12	37,19	8,72	0,17
M8	14,7	382	7,17	62	10,12	0,11	4,96	50,36	8,80	0,17
M9	14,3	481	7,19	56	9,0	0,11	7,47	64,02	13,80	0,13
M10	14,3	366	7,25	130	9,91	0,02	10,39	47,70	8,98	0,15
M11	14,6	558	7,16	86	12,60	0,02	13,27	77,17	17,31	0,19
M12	14,6	422	7,17	102	10,13	0,05	20,77	57,33	9,21	0,11
M13	16,8	573	7,17	128	20,13	0,02	4,23	61,00	27,77	0,37

Alternation Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
T1	13,28	3280	6,95	-295	192,44	1,03	8,33	675,94	78,33	<0,01
T2	13,59	8140	6,98	-370	1220,00	0,56	20,49	704,67	173,83	1,13
T3	13,3	2700	6,66	115	42,83	0,02	3,82	649,41	38,97	0,63
T4	13,3	2800	6,84	-72	41,19	1,09	4,30	466,16	34,32	0,67
T5	13,7	3180	6,77	-196	94,04	0,08	3,97	612,86	65,23	1,72
T6	13,6	2840	7,27	-156	19,09	0,01	3,34	625,59	55,20	0,86
T7	13,7	3190	6,99	-232	177,16	<0,01	3,84	633,74	60,64	0,83
T8	14,0	2610	7,24	156	195,30	0,16	4,11	654,92	54,00	0,55

Terrigenous - evaporitic Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
T1	13,28	3280	6,95	-295	192,44	1,03	8,33	675,94	78,33	<0,01
T2	13,59	8140	6,98	-370	1220,00	0,56	20,49	704,67	173,83	1,13
T3	13,3	2700	6,66	115	42,83	0,02	3,82	649,41	38,97	0,63
T4	13,3	2800	6,84	-72	41,19	1,09	4,30	466,16	34,32	0,67
T5	13,7	3180	6,77	-196	94,04	0,08	3,97	612,86	65,23	1,72
T6	13,6	2840	7,27	-156	19,09	0,01	3,34	625,59	55,20	0,86
T7	13,7	3190	6,99	-232	177,16	<0,01	3,84	633,74	60,64	0,83
T8	14,0	2610	7,24	156	195,30	0,16	4,11	654,92	54,00	0,55

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Morainic Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
M1	<0,01	<0,005	2,109	<0,02	<0,01	3,63	<0,01	2,66	73,720	<0,010
M2	<0,01	<0,005	12,40	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	7,41	428,19	n.r.
M3	<0,01	<0,005	1,34	<0,02	<0,01	0,87	<0,01	26,09	213,84	n.r.
M4	<0,01	<0,005	0,37	0,02	<0,010	3,144	<0,010	10,976	79,425	n.r.
M5	<0,01	<0,005	0,32	<0,02	<0,010	1,886	0,015	4,042	28,696	n.r.
M6	<0,01	<0,005	0,61	0,02	<0,010	3,837	0,008	3,31	18,872	n.r.
M7	<0,01	0,01	13,32	<0,01	<0,01	18,952	0,004	13,854	127,658	n.r.
M8	<0,01	<0,005	18,15	<0,01	<0,010	12,106	<0,010	10,389	184,842	n.r.
M9	<0,01	<0,005	17,01	<0,01	0,06	1,552	0,004	11,427	266,701	n.r.
M10	<0,01	<0,005	21,58	<0,01	<0,010	10,031	0,008	10,109	182,926	n.r.
M11	<0,01	<0,005	29,31	0,05	<0,010	13,526	<0,010	30,998	270,728	n.r.
M12	<0,01	<0,005	28,10	<0,01	0,03	9,519	0,003	6,368	217,156	n.r.
M13	<0,01	<0,005	20,62	<0,01	<0,01	11,995	0,014	24,127	312,298	n.r.

Alternation Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
T1	<0,01	<0,01	339,70	0,20	1,37	0,65	<0,01	1601,92	347,00	n.r.
T2	<0,01	<0,01	1945,50	0,38	7,33	0,42	<0,01	2267,70	265,05	n.r.
T3	<0,01	<0,005	60,40	0,07	0,19	13,34	<0,01	1586,42	370,79	n.r.
T4	<0,01	<0,005	50,00	3,22	<0,01	19,65	<0,01	1066,50	464,66	n.r.
T5	<0,01	<0,005	146,00	0,67	<0,01	0,37	<0,01	1688,52	375,01	n.r.
T6	<0,01	<0,005	21,75	<0,02	<0,01	52,54	<0,01	1620,80	308,15	n.r.
T7	<0,01	<0,005	257,07	0,07	1,11	23,81	<0,01	1702,70	304,39	n.r.
T8	<0,01	<0,005	392,05	0,14	<0,01	0,86	<0,01	1837,17	351,47	n.r.

Terrigenous - evaporitic Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
T1	<0,01	<0,01	339,70	0,20	1,37	0,65	<0,01	1601,92	347,00	n.r.
T2	<0,01	<0,01	1945,50	0,38	7,33	0,42	<0,01	2267,70	265,05	n.r.
T3	<0,01	<0,005	60,40	0,07	0,19	13,34	<0,01	1586,42	370,79	n.r.
T4	<0,01	<0,005	50,00	3,22	<0,01	19,65	<0,01	1066,50	464,66	n.r.
T5	<0,01	<0,005	146,00	0,67	<0,01	0,37	<0,01	1688,52	375,01	n.r.
T6	<0,01	<0,005	21,75	<0,02	<0,01	52,54	<0,01	1620,80	308,15	n.r.
T7	<0,01	<0,005	257,07	0,07	1,11	23,81	<0,01	1702,70	304,39	n.r.
T8	<0,01	<0,005	392,05	0,14	<0,01	0,86	<0,01	1837,17	351,47	n.r.

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Sandstone - marl Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
AM1	14,60	1259	7,80	-38	37,80	1,06	9,33	144,38	71,74	0,23
AM2	21,10	702	7,53	137	23,38	<0,01	14,62	109,38	11,06	0,19
AM3	16,20	1494	8,25	-131	173,50	0,55	2,58	100,39	27,50	0,91
AM4	16,00	1817	8,10	-165	137,60	1,02	3,54	185,37	65,53	0,50
AM5	15,50	421	8,65	-61	15,33	0,26	1,33	49,19	14,06	0,11
AM6	13,60	909	7,50	168	49,73	<0,01	3,97	99,25	29,91	0,31
AM7	15,90	2560	8,33	25	42,38	0,62	2,96	573,95	65,70	0,52
AM8	15,50	1138	9,36	63	216,64	0,05	1,71	1,88	1,24	2,70
AM9	16,90	854	9,84	-72	178,53	0,57	1,39	1,98	1,28	1,37
AM10	16,70	1352	7,83	-192	256,52	2,38	4,50	11,49	9,41	1,30
AM11	14,90	456	9,22	-25	6,94	<0,01	1,88	51,38	11,69	0,07
AM12	18,70	732	9,44	-88	156,27	0,35	15,01	1,06	0,68	0,55
AM14	18,40	1977	9,00	-95	389,72	0,07	4,85	3,99	2,70	2,70
AM15	13,25	484	9,02	-36	19,25	0,07	11,73	60,56	12,99	0,14
AM16	17,30	558	8,41	-7	60,20	0,30	2,72	31,16	17,37	<0,01
AM17	16,60	312	9,30	-140	46,94	0,20	1,17	14,70	10,56	0,19
AM18	16,40	497	8,02	140	43,93	0,01	2,22	26,11	23,56	0,21
AM19	15,80	469	8,15	-77	2,42	0,02	1,21	51,49	27,36	0,05
AM20	19,40	582	9,25	-40	124,73	0,35	2,54	3,32	3,03	0,75
AM21	18,60	1017	9,38	-8	224,73	0,45	1,38	3,60	1,68	3,14
AM22	15,80	1430	9,22	-132	332,75	0,96	2,10	2,21	1,24	6,40
AM23	19,70	5940	8,78	-66	1119,00	4,76	5,65	7,22	5,50	0,41
AM24	12,70	804	7,88	114	17,92	<0,01	14,23	107,10	20,88	0,13
AM25	12,60	1393	7,59	219	17,62	0,02	13,21	193,48	68,28	0,31

Carbonate Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
CE1	6,40	671	7,77	141	4,71	0,01	1,02	101,34	25,51	0,23
CE2	8,00	673	8,30	93	4,62	0,01	0,96	101,14	25,22	0,23
CE3	7,7	140	-	-	0,72	<0,01	0,24	20,99	1,64	0,04
CE4	11,1	254	-	-	1,90	<0,01	0,61	40,33	4,15	0,15
CE5	8,4	215	-	-	0,51	0,01	0,66	10,10	2,23	<0,01
CE6	8,4	241	-	-	0,57	0,01	0,81	33,14	7,19	0,02
CE7	7,9	77	-	-	0,55	0,01	0,70	37,75	6,66	0,02
CE8	7,1	230	-	-	0,48	0,06	0,69	39,47	7,36	0,02
CE9	5,9	18	-	-	1,56	0,00	0,54	1,92	0,62	0,07
CE10	9,1	356	-	-	0,47	0,00	0,53	52,55	16,58	0,02
CE11	7,4	244	-	-	0,48	0,01	0,33	36,79	8,33	0,02
CE12	4,2	304	-	-	0,66	0,00	0,45	47,75	9,72	0,01
CE13	4,4	32	-	-	2,51	0,06	1,17	1,22	1,60	0,13
CE14	3,0	26	-	-	2,50	<0,01	0,65	1,83	0,57	0,22

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Sandstone - marl Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
AM1	<0,01	<0,005	7,98	0,02	0,010	0,07	<0,01	364,34	478,63	n.r.
AM2	<0,01	<0,005	41,62	0,04	0,110	24,62	<0,01	54,24	308,22	n.r.
AM3	<0,01	<0,005	56,69	0,04	0,310	0,04	<0,01	440,77	307,93	n.r.
AM4	<0,01	<0,005	30,80	0,04	0,220	0,06	<0,01	667,17	397,92	n.r.
AM5	<0,01	<0,005	2,52	0,02	<0,01	<0,01	<0,010	33,78	223,11	n.r.
AM6	<0,01	<0,005	21,79	0,03	<0,01	7,33	<0,01	79,80	453,08	n.r.
AM7	<0,01	<0,005	4,14	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	1555,38	167,31	n.r.
AM8	<0,01	<0,005	8,33	0,02	0,02	0,37	0,01	51,07	475,50	12,77
AM9	<0,01	<0,005	26,59	0,03	0,17	0,07	<0,01	16,73	386,49	14,90
AM10	<0,01	<0,005	57,14	0,04	0,31	<0,01	<0,01	318,40	342,35	n.r.
AM11	<0,01	<0,005	1,51	0,07	0,02	<0,01	<0,01	8,69	232,21	n.r.
AM12	<0,01	<0,005	14,33	0,02	0,01	0,04	<0,01	32,99	331,11	21,43
AM14	<0,01	<0,005	258,90	<0,01	1,13	<0,01	<0,01	46,77	529,92	9,88
AM15	<0,01	<0,005	13,35	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	44,87	257,56	n.r.
AM16	<0,01	<0,005	3,26	0,08	<0,01	0,24	<0,01	36,15	311,14	n.r.
AM17	<0,01	<0,005	2,27	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	22,87	174,07	n.r.
AM18	<0,01	<0,005	4,74	0,39	<0,01	0,45	<0,01	49,08	252,01	n.r.
AM19	<0,01	<0,005	1,24	0,10	0,03	<0,01	<0,01	24,87	281,37	n.r.
AM20	<0,01	<0,005	3,47	0,11	0,03	0,15	<0,01	27,38	318,08	n.r.
AM21	<0,01	<0,005	10,40	0,17	0,02	0,08	<0,01	47,99	488,57	19,98
AM22	<0,01	<0,005	18,34	0,20	0,02	0,09	<0,01	35,97	753,82	24,30
AM23	<0,01	<0,005	160,00	<0,01	1,19	0,11	<0,01	86,82	409,98	9,77
AM24	<0,01	<0,005	29,70	0,03	0,02	7,95	<0,01	41,57	382,41	n.r.
AM25	<0,01	<0,005	39,29	0,02	0,03	15,66	<0,01	319,45	508,47	n.r.

Carbonate Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
CE1	<0,01	<0,005	4,97	0,01	<0,01	0,84	<0,01	235,00	152,02	n.r.
CE2	<0,01	<0,005	4,60	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	230,40	153,15	n.r.
CE3	<0,01	<0,005	0,21	0,07	<0,01	1,50	<0,01	13,16	65,63	n.r.
CE4	<0,01	<0,005	1,63	0,01	<0,01	2,33	<0,01	34,08	99,86	n.r.
CE5	<0,01	<0,005	0,46	<0,01	<0,01	4,86	<0,01	13,66	19,39	n.r.
CE6	<0,01	<0,005	0,50	<0,01	<0,01	1,83	<0,01	26,14	96,85	n.r.
CE7	<0,01	<0,005	0,49	<0,01	<0,01	2,56	<0,01	25,66	110,42	n.r.
CE8	<0,01	<0,005	0,58	<0,01	<0,01	1,98	<0,01	3,29	147,56	n.r.
CE9	<0,01	<0,005	0,55	<0,01	<0,01	0,42	<0,01	1,35	6,99	n.r.
CE10	<0,01	<0,005	0,76	<0,01	<0,01	2,65	<0,01	6,66	235,76	n.r.
CE11	<0,01	<0,005	0,32	<0,01	<0,01	9,67	<0,01	5,73	138,26	n.r.
CE12	<0,01	<0,005	0,64	0,01	<0,01	4,61	<0,01	22,44	149,89	n.r.
CE13	<0,01	<0,005	0,86	<0,01	<0,01	1,25	<0,01	4,75	0,84	n.r.
CE14	<0,01	<0,005	1,33	<0,01	<0,01	4,25	<0,01	6,61	245,99	n.r.

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Magmatic - metamorphic Complex

ID	T [°C]	C.E. [mS/ cm]	pH	Eh [mV]	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻
MM1	7,6	33	-	-	3,28	0,02	0,73	2,06	0,79	0,15
MM2	9,8	117	-	-	4,63	0,01	0,61	11,82	5,40	0,09
MM3	9,6	59	-	-	1,80	<0,01	0,63	7,77	1,38	0,09
MM4	9,2	47	-	-	2,01	<0,01	0,43	4,40	1,67	0,10
MM5	12,	92	-	-	5,10	<0,01	0,60	8,57	2,28	0,08
MM6	10,4	106	-	-	7,77	0,013	2,87	7,71	1,88	0,43
MM7	7,5	127	-	-	5,66	0,02	1,32	2,45	1,19	0,16
MM8	9,	26	-	-	0,86	0,01	0,38	2,16	1,16	0,01
MM9	7,7	26	-	-	1,68	0,02	0,60	2,70	0,45	0,18
MM10	9,1	28	-	-	1,89	0,02	0,53	2,52	0,96	0,60
MM11	8,6	372	-	-	0,35	0,05	4,76	44,18	21,99	<0,01
MM12	7,1	34	-	-	1,53	0,01	0,53	3,44	0,82	0,03
MM13	7,3	28	-	-	1,49	<0,01	0,52	2,08	0,82	0,55
MM14	5,1	56	-	-	1,98	0,01	0,56	6,42	1,31	0,09
MM15	6,3	26	-	-	2,78	<0,01	0,49	6,29	1,65	0,09
MM16	3,3	58	-	-	2,25	<0,01	0,45	0,92	5,21	0,07
MM17	15,69	177	7,05	118	5,27	<0,01	0,68	7,61	0,85	1,05
MM18	12,06	96	6,54	123	2,57	<0,01	1,10	5,21	1,09	0,10
MM19	12,52	132	6,96	110	4,25	<0,01	0,76	4,29	0,65	0,52
MM20	12,22	84	5,98	171	3,53	<0,01	1,20	2,34	0,86	0,05
MM21	10,11	107	7,90	91	1,46	<0,01	0,23	19,52	1,35	0,04
MM22	10,52	210	7,53	202	5,68	< 0,01	2,05	27,14	2,95	0,40
MM23	10,86	39	7,85	216	2,46	< 0,01	0,62	3,95	1,05	0,12
MM24	10,87	35	7,70	220	1,67	< 0,01	0,60	3,51	0,79	0,10
MM25	9,36	2175	2,79	591	4,58	< 0,01	0,20	164,38	106,12	3,280
MM26	8,86	2583	2,63	632	3,84	< 0,01	17,65	126,02	52,74	1,86
MM27	10,25	53	6,34	270	1,22	< 0,01	1,31	9,34	1,01	0,34
MM28	14,54	3304	2,77	486	7,70	<0,01	1,85	88,05	<0,01	3,02
MM29	11,2	893	2,96	580	2,81	<0,01	1,04	22,70	11,18	0,47
MM30	14,29	841	3,34	507	5,52	<0,01	2,28	123,95	106,21	1,27
MM31	13,57	1262	3,05	585	4,36	<0,01	29,11	46,96	21,04	0,61
MM32	13,83	3060	7,57	313	4,48	<0,01	1,34	40,26	7,655	0,15
MM33	15,15	3014	2,6	529	5,48	<0,01	2,42	53,43	30,67	1,06
MM34	13,45	1298	7,21	22	8,73	0,05	2,75	180,57	69,53	0,61
MM35	17,9	1409	2,71	574	5,18	<0,01	1,72	85,77	59,32	0,48
MM36	19,71	1280	2,84	542	4,89	<0,01	1,70	100,62	41,05	0,22

follow.....Tab. 1 - Chemical analyzes of water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Magmatic - metamorphic Complex

ID	ClO_2^-	BrO_3^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^-
MM1	<0,01	<0,005	1,05	<0,01	<0,01	2,40	<0,01	4,87	3,313	n.r.
MM2	<0,01	<0,005	0,93	<0,01	<0,01	1,12	<0,01	6,44	63,57	n.r.
MM3	<0,01	<0,005	0,39	<0,01	<0,01	3,22	<0,01	3,53	27,65	n.r.
MM4	<0,01	<0,005	1,18	0,01	<0,01	3,22	<0,01	7,26	14,05	n.r.
MM5	<0,01	<0,005	1,71	<0,01	<0,01	1,38	<0,01	13,66	27,12	n.r.
MM6	<0,01	<0,005	7,15	<0,01	<0,01	5,62	<0,01	8,47	29,28	n.r.
MM7	<0,01	<0,005	4,78	<0,01	<0,01	0,97	<0,01	4,97	16,76	n.r.
MM8	<0,01	<0,005	0,44	<0,01	<0,01	4,45	<0,01	0,62	5,02	n.r.
MM9	<0,01	<0,005	0,35	<0,01	<0,01	1,64	<0,01	3,83	5,76	n.r.
MM10	<0,01	<0,005	0,48	<0,01	<0,01	1,41	<0,01	3,68	5,24	n.r.
MM11	<0,01	<0,005	0,52	<0,01	<0,01	3,06	<0,01	4,49	239,48	n.r.
MM12	<0,01	<0,005	0,49	<0,01	<0,01	0,72	<0,01	4,75	10,25	n.r.
MM13	<0,01	<0,005	0,44	<0,01	<0,01	1,74	<0,01	3,18	9,27	n.r.
MM14	<0,01	<0,005	0,52	<0,01	<0,01	2,49	<0,01	5,30	26,98	n.r.
MM15	<0,01	<0,005	1,39	<0,01	<0,01	3,63	0,04	3,14	23,20	n.r.
MM16	<0,01	<0,005	0,70	<0,01	<0,01	2,07	0,02	7,75	19,06	n.r.
MM17	<0,01	<0,005	0,35	<0,01	<0,01	0,66	0,20	3,59	35,23	n.r.
MM18	<0,01	<0,005	0,60	<0,01	<0,01	0,98	<0,01	4,53	22,25	n.r.
MM19	<0,01	<0,005	0,51	<0,01	<0,01	0,79	0,06	3,31	21,80	n.r.
MM20	<0,01	<0,005	0,96	<0,01	<0,01	2,04	<0,01	4,95	6,12	n.r.
MM21	<0,01	<0,01	1,34	<0,01	<0,01	1,02	<0,01	2,30	2,93	28,84
MM22	< 0,01	<0,005	7,18	0,03	< 0,01	0,96	< 0,01	51,86	36,93	n.r.
MM23	< 0,01	<0,005	1,50	<0,02	< 0,01	1,58	< 0,01	5,66	7,78	n.r.
MM24	< 0,01	<0,005	1,31	<0,02	< 0,01	1,55	< 0,01	5,05	7,11	n.r.
MM25	< 0,01	<0,005	0,62	1,20	0,180	0,26	< 0,01	2825,95	< 0,01	n.r.
MM26	< 0,01	<0,005	15,16	1,26	< 0,01	1,08	< 0,01	561,72	0,00	n.r.
MM27	< 0,01	<0,005	0,20	0,01	< 0,01	2,65	< 0,01	3,782	19,70	n.r.
MM28	<0,01	<0,005	2,93	0,16	<0,01	1,92	<0,01	1899,40	0,06	n.r.
MM29	<0,01	<0,005	0,75	0,02	<0,01	4,51	<0,01	248,89	0,06	n.r.
MM30	<0,01	<0,005	2,43	<0,01	<0,01	5,59	<0,01	866,30	0,06	n.r.
MM31	<0,01	<0,005	24,19	0,01	<0,01	11,49	<0,01	359,49	0,06	n.r.
MM32	<0,01	<0,005	1,88	0,03	<0,01	2,64	<0,01	64,29	89,24	n.r.
MM33	<0,01	<0,005	3,13	0,18	<0,01	5,03	<0,01	1719,00	0,06	n.r.
MM34	<0,01	<0,005	4,54	0,12	<0,01	0,32	<0,01	705,57	89,88	n.r.
MM35	<0,01	<0,005	3,74	0,20	<0,01	2,64	<0,01	581,89	0,06	n.r.
MM36	<0,01	<0,005	3,77	1,16	<0,01	3,22	<0,01	612,02	0,06	n.r.

Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]*Principal Alluvial Complex*

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
AP1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	765,7	9019,8	<0,01	3,2	3,2	13,5
AP2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2349,8	8470,8	0,5	2,2	0,6	7,2
AP3	<d.l.	<d.l.	6,8	5,4	9,1	0,2	0,8	2,1	6,6
AP4	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1781,3	9594,6	0,3	1,5	2,7	16,9
AP5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	50,7	497,9	0,1	1,2	0,5	13,9
AP6	<d.l.	0,1	0,1	10,5	13,7	0,1	1,2	2,1	38,5
AP7	<d.l.	<d.l.	<d.l.	86,5	3,3	0,3	1,4	1,4	175,0
AP8	<d.l.	<d.l.	<d.l.	371,9	853,1	0,1	1,1	1,4	90,0
AP9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	325,6	1227,1	0,2	0,8	0,6	1322,0
AP10	<d.l.	<d.l.	<d.l.	56,6	3216,7	<d.l.	0,6	0,2	108,4
AP11	<d.l.	<d.l.	<d.l.	461,8	12866,8	0,1	0,6	0,7	22,9
AP12	2,9	<d.l.	<d.l.	385,9	2155,5	0,3	1,1	1,5	303,7
AP13	<d.l.	<d.l.	<d.l.	5,9	9,4	0,1	10,2	12,1	163,7
AP14	<d.l.	0,1	<d.l.	28,9	193,5	0,1	8,9	2,3	115,1
AP15	<d.l.	<d.l.	0,3	996,9	14,0	0,1	11,8	5,0	16,1
AP16	<d.l.	<d.l.	0,5	981,0	17,6	0,1	13,7	3,3	8,5
AP17	3,4	<d.l.	<d.l.	598,5	4224,0	0,2	4,5	0,6	6,9
AP18	<d.l.	<d.l.	<d.l.	450,8	4353,0	0,1	3,6	0,7	15,3
AP19	<d.l.	<d.l.	3,1	0,2	4,6	<d.l.	0,4	1,4	5,9
AP20	<d.l.	<d.l.	0,7	1,1	13,0	0,1	1,3	0,5	5,8
AP21	2,4	0,1	0,0	157,9	877,4	0,6	8,5	15,1	115,9
AP22	<d.l.	<d.l.	1,6	1,0	8,7	0,1	0,4	0,7	5,8
AP23	3,2	<d.l.	0,0	1,8	3645,0	0,5	3,7	4,7	279,9
AP24	<d.l.	0,3	1,5	32,3	520,5	0,5	5,5	275,9	5447,0
AP25	<d.l.	0,1	2,9	311,5	14970,0	3,3	2,4	2,4	770,6
AP26	<d.l.	1,8	10,6	2,8	103,3	0,1	2,1	12,7	103,2
AP27	<d.l.	<d.l.	10,4	1,1	83,6	0,1	2,6	1,9	96,8
AP28	<d.l.	4,9	25,3	8,1	14,2	0,1	5,2	82,0	1541,0
AP29	<d.l.	<d.l.	24,0	0,8	3,3	0,1	4,9	14,3	166,8
AP30	<d.l.	<d.l.	10,2	1,4	<d.l.	0,1	2,4	2,1	65,1

Tab. 2 - *Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [µgL⁻¹]**Principal Alluvial Complex*

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
AP1	7,7	0,2	75,2	<d.l.	0,3	<d.l.	<d.l.	47,8	0,3	0,3
AP2	26,5	0,2	236,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	117,6	<d.l.	0,2
AP3	0,3	0,3	110,6	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	18,6	<d.l.	0,1
AP4	3,9	0,3	107,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	100,3	0,1	0,1
AP5	0,7	0,3	285,4	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	81,6	<d.l.	1,1
AP6	1,3	0,3	350,1	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	82,5	0,1	2,3
AP7	5,2	0,1	303,3	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	119,6	0,4	0,8
AP8	0,5	0,3	191,4	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	44,5	0,1	1,5
AP9	2,3	0,2	171,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	26,3	<d.l.	0,4
AP10	0,5	0,1	205,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	41,0	<d.l.	1,1
AP11	4,6	0,1	235,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	74,2	<d.l.	<d.l.
AP12	0,9	0,2	184,9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	62,6	<d.l.	0,6
AP13	0,8	0,3	910,9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	80,8	0,4	2,1
AP14	0,4	0,3	526,8	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	27,8	0,1	0,5
AP15	0,6	0,8	506,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	54,9	0,1	1,5
AP16	0,3	0,5	319,3	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	51,6	0,2	3,7
AP17	1,2	0,5	265,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	57,1	<d.l.	7,6
AP18	9,0	0,1	305,9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	89,5	<d.l.	0,1
AP19	0,5	0,2	155,2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	30,5	0,2	1,0
AP20	0,4	0,3	311,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	38,4	0,1	5,3
AP21	1,4	0,5	517,8	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	158,8	1,8	1,5
AP22	0,8	0,3	300,8	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	39,1	0,1	0,8
AP23	1,5	0,4	616,8	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	65,2	0,6	2,9
AP24	0,8	1,0	752,1	<d.l.	0,2	<d.l.	<d.l.	87,1	20,9	1,2
AP25	0,2	1,0	734,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	67,0	0,7	2,0
AP26	1,1	2,2	123,2	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	102,5	0,9	2,2
AP27	1,7	0,2	842,6	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	93,0	1,1	1,7
AP28	0,8	2,5	755,9	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	68,9	3,0	1,9
AP29	0,2	0,5	969,8	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	72,8	0,7	2,0
AP30	0,4	0,7	880,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	123,9	0,1	2,9

follow.....Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Principal Alluvial Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
AP31	<d.l.	<d.l.	16,9	6,6	27,5	0,6	15,1	2,7	9483,0
AP32	16,8	1,5	12,8	10,9	72,4	1,8	7,0	17,0	104,4
AP33	<d.l.	<d.l.	9,8	8,1	200,4	0,2	6,2	10,8	663,2
AP34	17,2	0,1	14,8	6,7	30,9	0,3	5,0	12,8	95,3
AP35	39,6	0,3	11,4	4,4	35,0	0,4	5,2	8,4	28,4
AP36	<d.l.	<d.l.	12,6	0,5	12,5	0,1	3,0	2,9	7,5
AP37	<d.l.	1,7	26,6	0,4	75,7	0,1	4,4	31,3	79,1
AP38	<d.l.	<d.l.	19,6	2,2	14,9	0,1	2,6	19,6	31,3
AP39	<d.l.	<d.l.	15,6	0,3	<d.l.	0,1	2,6	6,8	11,8
AP40	<d.l.	0,3	30,6	0,8	1,5	0,1	3,0	2,4	13,4
AP41	<d.l.	<d.l.	7,4	17,8	2,9	0,2	3,1	7,2	532,0
AP42	<d.l.	0,9	6,4	0,8	26,2	0,1	10,1	5,2	118,6
AP43	<d.l.	0,9	31,0	0,9	1,3	0,1	2,5	2,7	7,7
AP44	<d.l.	<d.l.	12,2	0,2	<d.l.	0,1	3,1	0,4	1,1
AP45	<d.l.	<d.l.	9,4	0,9	7,2	0,1	2,8	5,0	490,5
AP46	<d.l.	<d.l.	3,8	9,3	33,6	0,2	3,7	7,6	109,6
AP47	<d.l.	<d.l.	17,3	1,9	90,3	0,2	5,3	18,6	1133,0
AP48	<d.l.	0,5	10,2	6,6	39,5	0,2	5,4	11,2	4607,0
AP49	<d.l.	0,0	2,2	1252,0	<0,01	0,3	1,9	1,1	7,6
AP50	5,8	0,0	0,6	194,4	134,7	0,0	0,1	0,2	2,0
AP51	<d.l.	0,0	0,6	120,4	107,7	0,1	0,1	0,5	2,4
AP52	9,6	0,0	0,3	15,8	205,7	0,1	8,1	33,8	2087,0
AP53	<d.l.	0,0	0,8	0,8	23,8	0,5	3,5	4,8	21,4
AP54	6,6	0,0	0,1	122,9	133,2	0,4	0,3	0,9	2,8
AP55	9,1	0,0	0,5	103,1	83,4	0,1	1,5	1,3	3,8
AP56	<d.l.	0,0	1,0	198,6	190,8	0,1	0,2	0,6	4,0
AP57	1,7	0,0	0,1	5,0	11,8	0,0	5,1	10,1	1465,0
AP58	0,9	0,6	1,0	4,4	<d.l.	0,1	0,5	2,0	7,5
AP59	<d.l.	0,1	0,2	0,6	3,0	0,0	0,2	0,3	2,7
AP60	<d.l.	0,2	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	0,1	<d.l.	1,7

follow..... Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Principal Alluvial Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
AP31	1,2	0,5	617,1	<d.l.	1,3	<d.l.	<d.l.	127,3	3,8	0,3
AP32	0,5	22,0	598,7	<d.l.	0,0	<d.l.	0,1	83,9	1,0	1,0
AP33	0,4	1,2	609,0	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	105,6	0,3	1,3
AP34	0,4	0,4	720,3	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	160,0	0,5	2,5
AP35	0,3	0,4	780,1	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	99,6	0,6	2,3
AP36	1,0	0,5	10650,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	136,1	0,2	2,8
AP37	1,5	1,1	881,5	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	72,0	1,0	2,0
AP38	0,6	0,2	882,8	0,0	0,0	<d.l.	<d.l.	91,3	0,6	2,1
AP39	0,6	0,5	825,9	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	105,2	0,2	2,1
AP40	0,2	0,4	772,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	102,1	0,0	1,8
AP41	0,3	0,5	762,1	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	87,1	0,3	0,7
AP42	0,5	0,3	1048,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	85,2	0,6	2,3
AP43	1,2	0,7	689,2	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	85,1	0,3	1,4
AP44	0,5	1,1	935,4	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	106,8	<d.l.	2,5
AP45	1,0	0,8	845,7	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	87,3	0,9	1,9
AP46	1,0	1,2	1227,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	75,2	0,0	1,4
AP47	0,2	0,2	1283,0	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	171,7	3,6	2,8
AP48	0,3	0,7	812,7	<d.l.	0,2	<d.l.	<d.l.	100,4	1,9	1,9
AP49	0,1	1,0	500,4	n.r.	0,0	34,6	0,0	2,5	<0,01	1,0
AP50	0,1	0,8	263,7	n.r.	0,0	1,6	0,0	22,4	0,2	0,8
AP51	<d.l.	0,7	249,2	n.r.	0,0	1,6	<d.l.	26,5	0,2	0,7
AP52	0,8	0,6	236,0	n.r.	0,1	60,8	0,0	18,4	6,2	0,6
AP53	0,4	0,8	227,2	n.r.	0,0	11,6	<d.l.	1,5	1,6	0,8
AP54	0,0	0,7	195,5	n.r.	0,0	9,6	<d.l.	27,7	0,4	0,7
AP55	0,0	0,7	219,4	n.r.	0,0	17,3	0,0	26,0	0,4	0,7
AP56	0,7	0,6	253,8	n.r.	0,0	8,3	<d.l.	40,6	0,4	0,6
AP57	0,7	0,9	232,4	n.r.	0,1	12,9	0,0	2,8	5,6	0,9
AP58	1,6	0,8	259,4	n.r.	0,0	219,2	<d.l.	40,8	0,3	0,8
AP59	7,2	0,6	64,7	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	6,9	0,1	2,5
AP60	23,5	0,6	38,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	1,7	0,0	24,5

follow.....Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Morainic Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
M1	<d.l.	1,4	6,5	29,2	<d.l.	<d.l.	2,1	12,1	13,7
M2	28,1	<d.l.	0,2	731,7	3107,0	0,4	2,2	0,7	3,7
M3	<d.l.	<d.l.	1,0	33,0	13,9	<d.l.	0,7	0,8	<d.l.
M4	<d.l.	<d.l.	<d.l.	20,6	<d.l.	<d.l.	0,3	1,2	4,8
M5	<d.l.	0,8	1,1	19,1	<d.l.	<d.l.	0,5	0,3	1,2
M6	<d.l.	0,2	0,2	18,9	<d.l.	0,1	0,2	0,8	3,9

Alternation Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
A1	<d.l.	<d.l.	7,6	1,7	35,8	0,0	2,1	3,0	28,4
A2	<d.l.	<d.l.	0,5	38,0	200,2	0,1	1,3	2,5	17,5
A3	<d.l.	0,1	0,1	5,7	15,6	0,0	2,0	2,1	129,7
A4	4,2	0,1	1,3	1,0	8,8	0,0	3,0	3,6	34,9
A5	<d.l.	<d.l.	2,0	63,3	9,1	0,1	6,2	5,0	45,4
A6	0,9	<d.l.	3,6	1,5	8,0	0,0	2,2	3,0	300,8
A7	<d.l.	<d.l.	2,7	33,8	4,9	0,0	1,5	3,1	37,0

Terrigenous - evaporitic Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
T1	< d.l.	< d.l.	0,0	50,5	114,6	0,1	0,8	0,2	1,0
T2	8,2	< d.l.	0,2	48,6	20,7	0,2	0,9	0,8	3,1
T3	194,2	0,7	0,6	71,8	656,6	0,7	14,0	10,6	13,1
T4	161,2	0,7	0,3	108,8	215,2	0,9	5,2	7,1	114,4
T5	210,8	<d.l.	0,1	183,7	400,8	0,1	0,2	1,8	23,4
T6	503,2	1,7	2,6	337,4	1393,0	3,1	11,5	5,3	51,8
T7	191,6	0,1	0,7	23,5	15,7	0,1	2,9	0,7	3,5
T8	165,0	0,3	1,3	111,5	48,5	0,1	5,4	0,9	4,6

follow..... Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Morainic Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
M1	5,3	44,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,2	<d.l.	<d.l.	0,5	<d.l.
M2	3,9	0,3	664,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	14,5	<d.l.	<d.l.	0,1
M3	2,4	0,5	271,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	5,9	<d.l.	<d.l.	0,7
M4	2,1	<d.l.	0,3	0,7	99,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	25,2	<d.l.
M5	0,1	<d.l.	<d.l.	0,2	65,3	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
M6	0,7	<d.l.	0,4	0,3	28,1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.

Alternation Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
A1	1,1	0,5	113,3	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	23,7	0,2	0,1
A2	0,4	0,4	151,5	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	42,8	0,1	0,3
A3	2,7	0,4	217,5	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	37,0	0,0	2,7
A4	1,5	0,7	186,4	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	29,6	0,3	0,5
A5	2,8	1,2	293,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	74,9	0,2	0,9
A6	0,8	0,5	169,8	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	30,2	0,1	0,4
A7	2,7	0,6	441,5	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	132,5	0,1	1,2

Terrigenous - evaporitic Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
T1	10,9	4,3	14610,0	<d.l.	< d.l.	0,0	0,0	5,9	< d.l.	2,7
T2	58,9	9,2	13170,0	0,3	< d.l.	0,1	0,1	4,2	< d.l.	0,7
T3	9,4	3,2	15120,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	7,5	0,5	5,1
T4	3,3	2,0	3167,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	56,9	2,0	4,2
T5	9,7	3,2	14230,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	8,3	0,6	2,1
T6	3,4	3,6	14640,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,1	7,4	2,2	5,1
T7	7,2	3,2	14530,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	4,4	0,1	3,7
T8	10,4	3,8	15920,0	<d.l.	1,0	<d.l.	0,1	7,8	0,1	4,4

follow.....Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Sandstone - marl Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
AM1	194,2	0,8	0,6	71,8	656,6	0,7	14,0	10,6	13,1
AM2	161,2	0,8	0,3	108,8	215,2	0,9	5,2	7,1	114,4
AM3	210,8	<d.l.	0,1	183,7	400,8	0,1	0,2	1,8	23,4
AM4	503,2	1,8	2,7	337,4	1393,0	3,1	11,5	5,3	51,8
AM5	191,6	0,1	0,7	23,6	15,7	0,1	2,9	0,7	3,5
AM6	165,0	0,3	1,4	111,5	48,5	0,1	5,4	0,9	4,6
AM7	<d.l.	<d.l.	0,0	22,9	457,0	0,0	0,2	0,3	6,6
AM8	<d.l.	0,4	0,2	2,7	11,6	0,2	10,7	68,3	190,3
AM9	<d.l.	<d.l.	0,0	15,8	103,5	0,0	1,5	0,5	4,5
AM10	<d.l.	<d.l.	0,0	20,8	57,5	0,0	0,3	0,4	2,2
AM11	<d.l.	0,0	0,0	110,0	163,0	0,0	0,4	1,6	6,1
AM12	<d.l.	<d.l.	1,8	0,4	2,9	0,0	0,6	1,2	8,7
AM14	<d.l.	0,1	0,0	39,6	192,3	0,1	0,8	1,9	8,1
AM15	<d.l.	<d.l.	0,0	0,8	2,4	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,7
AM16	<d.l.	0,2	0,0	2,0	0,2	0,0	0,5	2,5	11,1
AM17	<d.l.	<d.l.	<d.l.	2,9	10,2	<d.l.	0,1	<d.l.	1,1
AM18	<d.l.	<d.l.	<d.l.	54,5	69,1	<d.l.	0,4	0,3	13,4
AM19	6,6	<d.l.	<d.l.	0,4	2,6	<d.l.	<d.l.	0,2	3,6
AM20	<d.l.	<d.l.	0,0	0,5	4,3	<d.l.	0,1	0,3	1,5
AM21	<d.l.	0,0	0,0	77,8	258,0	0,0	1,0	3,8	12,6
AM22	<d.l.	0,0	0,1	3,2	48,6	0,1	0,8	4,1	63,1
AM23	<d.l.	<d.l.	<d.l.	37,7	61,1	0,0	0,3	0,6	5,0
AM24	7,2	0,1	0,2	5,2	40,9	0,1	0,3	2,3	36,0
AM25	<d.l.	<d.l.	0,1	12,3	570,4	0,1	0,7	0,5	292,8
A55	<d.l.	0,1	0,0	1,0	2,9	0,0	0,2	1,8	12,4
A56	<d.l.	<d.l.	0,0	1,3	0,7	0,0	0,3	1,4	4,3
A57	<d.l.	<d.l.	0,1	0,8	4,0	0,0	0,3	1,2	3,0
A58	<d.l.	<d.l.	0,1	2,3	73,1	<d.l.	0,1	1,8	2,6

follow..... Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Sandstone - marl Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
AM1	9,5	3,2	15120,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	7,5	0,5	5,1
AM2	3,3	2,0	3167,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	56,9	2,0	4,2
AM3	9,8	3,3	14230,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	8,3	0,6	2,1
AM4	3,4	3,6	14640,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,1	7,4	2,2	5,1
AM5	7,3	3,3	14530,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	4,4	0,1	3,7
AM6	10,4	3,9	15920,0	<d.l.	1,0	<d.l.	0,1	7,8	0,1	4,4
AM7	0,2	1,9	2771,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	21,0	0,4	0,0
AM8	2,4	0,3	535,4	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	39,9	0,7	1,3
AM9	1,3	2,2	2600,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	11,7	0,1	<d.l.
AM10	1,0	3,2	5585,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	13,3	0,1	<d.l.
AM11	0,0	1,2	558,8	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	18,7	0,1	0,0
AM12	0,7	1,9	1113,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	99,8	0,1	3,3
AM14	2,1	1,9	11600,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	4,6	0,2	0,1
AM15	0,9	0,6	46,3	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	10,4	0,0	0,0
AM16	0,8	1,0	77,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	17,3	0,1	<d.l.
AM17	1,7	1,4	1034,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	13,7	0,1	0,0
AM18	0,7	0,8	204,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	67,2	0,1	0,1
AM19	<d.l.	0,7	26,2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	6,4	0,0	0,1
AM20	7,2	2,0	191,9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	58,8	0,0	0,0
AM21	0,7	1,4	519,2	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	48,2	0,2	0,0
AM22	0,1	1,9	977,2	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	159,5	1,0	0,0
AM23	0,1	1,1	310,8	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	20,1	0,0	<d.l.
AM24	0,1	2,4	700,1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	58,7	0,7	0,0
AM25	0,8	2,0	84,9	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	67,8	2,1	0,7
A55	<d.l.	1,4	154,4	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	33,1	0,2	0,0
A56	0,4	0,9	48,3	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	10,8	0,1	0,0
A57	0,8	1,1	57,1	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	22,4	0,1	0,0
A58	40,3	2,8	534,2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,1	25,7	0,2	<d.l.

follow.....Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Carbonate Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
CE1	<d.l.	0,9	2,1	1,3	4,6	0,0	1,1	1,5	15,0
CE2	0,3	0,5	3,1	2,6	7,4	0,3	1,7	1,0	4,2
CE3	5,0	0,1	0,1	0,2	2,8	0,0	0,3	0,8	3,0
CE4	<d.l.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	1,2
CE5	0,7	0,1	0,1	0,3	3,8	0,0	0,0	0,3	2,0
CE6	0,6	0,3	0,1	0,2	2,6	0,0	0,1	0,4	2,4
CE7	8,8	<d.l.	0,4	0,9	11,5	0,0	2,3	11,4	30,1
CE8	6,3	0,1	0,3	0,6	16,0	0,0	1,8	10,2	34,4
CE9	<d.l.	0,1	0,2	0,4	3,5	0,0	1,8	7,9	27,0
CE10	2,5	0,2	0,3	1,3	5,7	0,0	1,3	5,9	14,4
CE11	31,3	<d.l.	0,2	2,2	43,3	0,1	1,5	7,6	22,3
CE12	3,3	0,1	0,1	0,6	5,5	0,0	0,7	14,7	50,6
CE13	1,6	<d.l.	0,8	1,2	4,2	0,0	1,3	5,1	175,7
CE14	10,4	<d.l.	0,7	2,1	14,8	0,1	1,2	9,0	19,1

follow..... Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [μgL^{-1}]

Carbonate Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
CE1	1,0	1,4	392,4	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	71,2	0,1	1,9
CE2	0,2	1,2	1908,0	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	90,2	<d.l.	6,1
CE3	5,5	3,0	1768,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,5	20,1	<d.l.	2,1
CE4	5,1	0,3	1759,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1,5	20,4	<d.l.	2,1
CE5	1,5	0,6	<d.l.	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	8,8	0,1	1,0
CE6	1,0	1,2	<d.l.	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	29,2	0,2	1,2
CE7	0,4	1,0	83,9	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	250,3	0,9	0,1
CE8	0,6	1,1	321,1	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	159,7	1,3	0,6
CE9	0,4	0,9	283,4	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	190,7	0,7	0,5
CE10	0,6	0,6	183,7	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.	193,0	0,7	0,4
CE11	0,9	1,0	10,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	7,9	0,6	0,1
CE12	0,4	0,5	119,4	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	15,1	1,6	1,0
CE13	0,3	0,6	114,5	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	1,2	1,2	0,4
CE14	4,2	0,7	306,5	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	5,2	0,8	0,6

follow.....Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Magmatic - metamorphic Complex

ID	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
MM1	204,8	0,1	0,5	5,2	90,7	0,1	9,7	21,3	78,6
MM2	21,5	0,7	0,5	1,7	24,1	0,1	7,1	14,2	104,5
MM3	42,4	0,5	0,4	1,2	29,0	0,0	6,3	11,1	71,2
MM4	96,2	0,1	0,7	2,5	72,4	0,1	16,4	29,1	66,7
MM5	16,9	0,2	0,2	52,1	3303,0	0,9	16,0	11,3	3586,0
MM6	34,4	0,1	0,4	2,3	18,5	0,1	6,3	30,3	134,3
MM7	11,9	0,1	0,1	1,6	20,7	0,1	4,4	9,0	46,2
MM8	9,8	0,1	0,3	2,2	17,1	0,1	2,3	11,7	35,6
MM9	11,6	0,2	0,3	1,0	12,9	0,1	3,2	18,8	116,4
MM10	28,5	0,1	0,3	1,5	29,6	0,1	1,7	7,9	36,6
MM11	11,3	0,2	0,3	2,2	12,8	0,1	2,3	9,4	38,8
MM12	22,8	0,0	0,2	4,7	15,9	0,1	4,4	13,2	46,7
MM13	80,5	0,1	0,3	0,9	10,8	0,1	3,8	17,6	52,5
MM14	15,2	0,4	0,2	1,9	27,3	0,1	3,5	7,7	17,0
MM15	10,0	0,3	0,3	1,1	13,2	0,0	2,1	14,2	26,7
MM16	8,0	0,2	0,4	3,3	82,4	0,1	3,5	9,5	24,2
MM17	3,6	0,4	0,4	9,7	<d.l.	0,4	0,7	7,5	18,2
MM18	2,1	0,2	0,2	10,0	<d.l.	0,1	0,1	0,8	4,6
MM19	0,3	<d.l.	0,0	11,6	<d.l.	0,0	0,2	1,0	5,6
MM20	12,6	0,2	0,0	14,5	5,5	0,0	0,7	2,3	4,1
MM21	<0,01	<0,01	0,2	31,5	<0,01	<0,01	<0,01	1,0	7,3
MM22	149,2	< d.l.	0,3	9,2	20,7	0,1	2,3	5,3	11,2
MM23	20,9	< d.l.	0,1	0,8	11,6	0,1	1,8	2,9	12,4
MM24	12,9	< d.l.	0,1	0,8	8,9	0,1	0,8	1,1	2,7
MM25	84025,0	4,0	105,5	13924,0	449860,0	407,4	638,5	5327,5	24640,0
MM26	44705,0	3,2	82,1	7387,0	210665,0	266,5	505,8	3829,0	15095,0
MM27	559,5	0,2	0,8	67,6	1179,0	3,0	36,8	34,2	175,0
MM28	36,1	3,0	21,9	9716,0	223405,0	907,0	171,5	1877,5	496,4
MM29	7303,5	0,3	5,0	2784,9	25372,0	89,1	132,3	292,3	163,5
MM30	10905,0	<d.l.	4,9	813,6	14945,0	27,2	154,3	31,2	94,3
MM31	10235,0	0,0	4,5	2,7	23236,0	42,3	986,1	21,0	92,7
MM32	52,2	0,2	<d.l.	41,9	37,8	0,2	36,6	1,8	70,8
MM33	13335,0	0,0	15,7	6995,0	243685,0	122,8	115,9	291,8	421,2
MM34	102,9	0,3	<d.l.	873,4	2774,0	2,6	19,7	3,7	123,2
MM35	5969,0	0,0	4,3	1783,4	26005,0	15,3	23,5	30,1	78,0
MM36	3600,5	0,0	1,9	1142,7	33900,0	21,3	37,3	63,8	69,9

follow..... Tab. 2 - Metals in water samples sampled in different hydrogeological complexes [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Magmatic - metamorphic Complex

ID	As	Rb	Sr	Ag	Cd	Sn	Cs	Ba	Pb	U
MM1	0,9	1,6	20,0	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	12,5	29,1	0,2
MM2	0,7	0,6	26,0	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	4,9	2,9	0,1
MM3	5,8	0,5	16,9	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	2,9	2,4	0,5
MM4	0,8	1,4	12,8	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	10,0	4,6	0,0
MM5	0,8	0,5	24,7	<d.l.	0,2	<d.l.	<d.l.	2,5	5,4	0,0
MM6	4,9	4,6	26,2	<d.l.	0,1	<d.l.	0,0	8,4	1,5	0,5
MM7	1,6	1,8	10,3	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	3,8	1,5	0,4
MM8	0,3	0,6	13,4	<d.l.	0,1	<d.l.	<d.l.	7,0	0,9	0,0
MM9	0,9	1,7	6,6	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	2,9	1,1	0,1
MM10	1,5	1,7	1,4	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	1,1	0,5	1,3
MM11	0,5	0,4	117,3	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	11,9	1,2	1,1
MM12	0,5	0,6	9,7	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	2,0	1,2	0,1
MM13	2,4	2,0	6,4	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	1,3	0,8	1,9
MM14	6,0	0,5	15,7	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	1,6	0,6	0,3
MM15	3,6	0,9	19,2	<d.l.	0,0	<d.l.	0,0	2,5	56,1	<d.l.
MM16	2,0	0,7	15,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0,0	27,0	31,4	<d.l.
MM17	3,3	2,6	26,4	<d.l.	0,4	0,3	0,0	10,0	0,5	3,2
MM18	1,9	1,3	15,5	<d.l.	0,1	0,1	<d.l.	0,6	<d.l.	<d.l.
MM19	2,0	1,8	14,1	<d.l.	0,1	0,0	<d.l.	4,9	<d.l.	2,2
MM20	0,6	2,6	6,6	<d.l.	0,0	<d.l.	<d.l.	2,2	0,1	0,6
MM21	3,8	0,3	32,9	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,7	<0,01	<0,01
MM22	434,8	5,1	144,1	< d.l.	0,1	< d.l.	0,3	3,5	0,7	0,4
MM23	22,2	2,1	13,4	< d.l.	0,0	< d.l.	0,1	1,4	0,1	0,3
MM24	12,6	2,0	10,6	< d.l.	<d.l.	< d.l.	0,1	1,3	0,0	0,3
MM25	24885,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	284,9	2,6	<d.l.	<d.l.	<d.l.	<d.l.
MM26	10210,0	<d.l.	<d.l.	<d.l.	146,0	0,3	<d.l.	<d.l.	<d.l.	10,2
MM27	89,1	0,3	11,5	<d.l.	1,7	<d.l.	0,1	1,7	<d.l.	0,6
MM28	39,6	18,0	353,1	<d.l.	2,1	0,1	4,2	<d.l.	22,9	10,8
MM29	6,6	4,9	53,4	<d.l.	2,0	0,0	0,7	3,0	7,2	3,0
MM30	<d.l.	6,6	358,2	<d.l.	0,4	0,0	0,7	63,8	5,1	5,2
MM31	1,3	3,4	105,1	<d.l.	0,1	0,0	0,0	57,0	9,3	3,5
MM32	14,7	1,5	145,6	<d.l.	0,2	<d.l.	0,1	10,4	0,3	0,3
MM33	26,8	1,7	403,5	<d.l.	2,3	0,1	<d.l.	<d.l.	22,7	6,3
MM34	1,0	3,7	1259,5	<d.l.	0,4	<d.l.	0,3	15,6	0,5	3,1
MM35	<d.l.	3,1	260,9	<d.l.	<d.l.	0,0	0,1	46,7	10,3	1,7
MM36	1,3	3,0	289,5	<d.l.	<d.l.	0,0	0,3	5,6	7,3	2,0

Results and conclusions

From the study of the distribution of arsenic in the Piedmont Region water it is possible to infer that most of the analysed water samples have arsenic concentrations that are lower than or close to $10 \mu\text{gL}^{-1}$.

When the principle hydrogeological complexes in Piedmont are analysed one at a time, it is possible to identify the aquifers that are characterised by a relative concentration of arsenic.

The chemical facies that characterises the water in the principle Alluvial Complex (Fig. 3) is calcium bicarbonate. The concentration of arsenic is almost non existing in most of the water samples that were analysed. The water samples drawn from wells located in the municipalities of Alba and Bistagno showed traces of arsenic, while it was only in the municipality of Villastellone that higher concentrations of arsenic, of up to $27 \mu\text{gL}^{-1}$, were found.

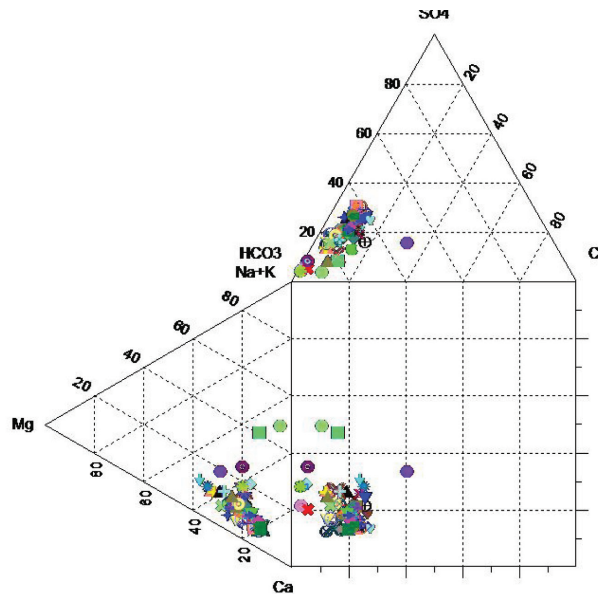
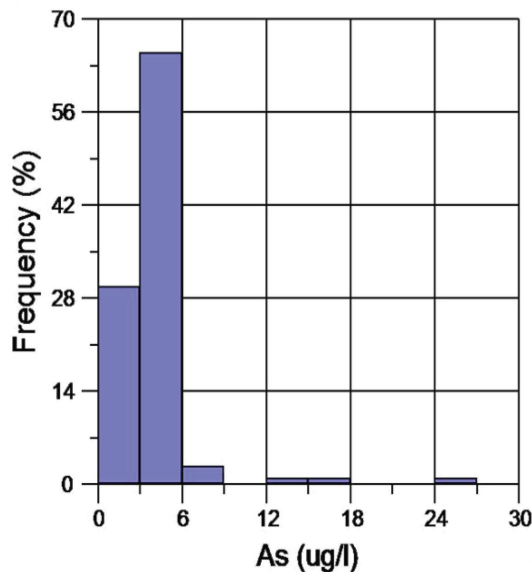


Fig.3 - concentration of arsenic in the waters of Principal alluvial Complex and chart of Durov

Three different chemical facies were identified in the Morainic Complex (Fig. 4): Bicarbonate-Calcium-Magnesium, Bicarbonate-

Calcium and Bicarbonate-Sulphate-Calcium. The concentration of arsenic in the Morainic Complex resulted to be rather low, with maximum concentrations of about $6.8 \mu\text{gL}^{-1}$.

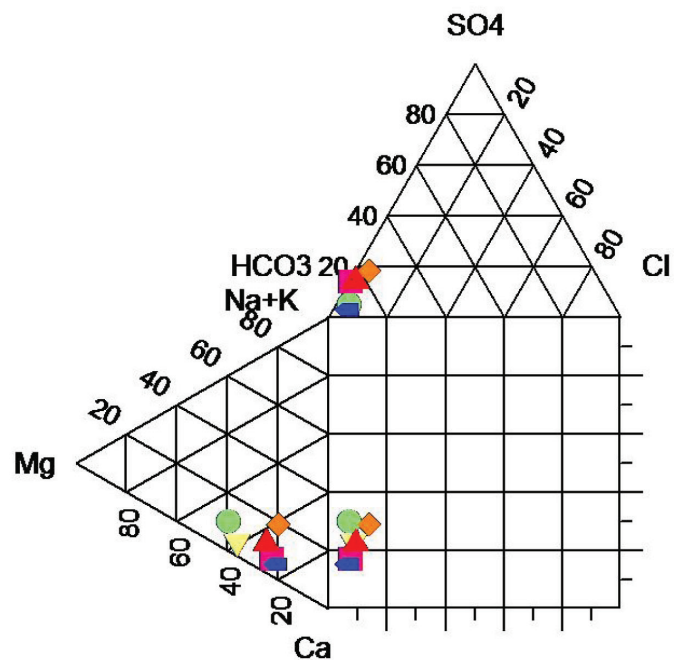
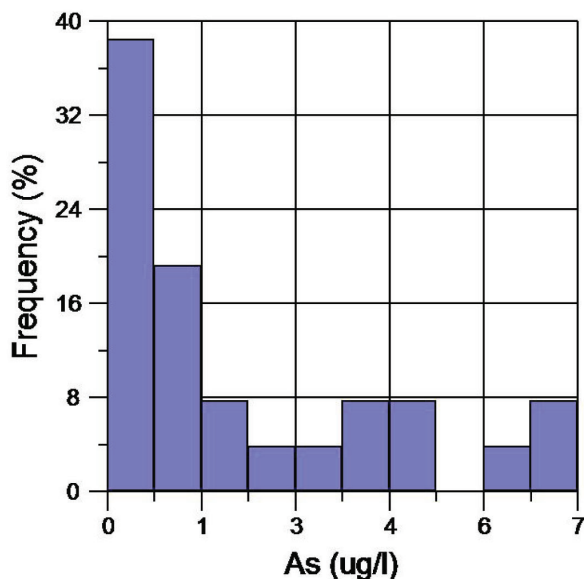


Fig.4 - concentration of arsenic in the waters of Morainic Complex and chart of Durov

The water in the Alternation Complex (Fig. 5) is characterised by a Bicarbonate-Calcium facies, and it always shows a concentration of arsenic that varies between 3 $\mu\text{g/L}^{-1}$ and 6 $\mu\text{g/L}^{-1}$.

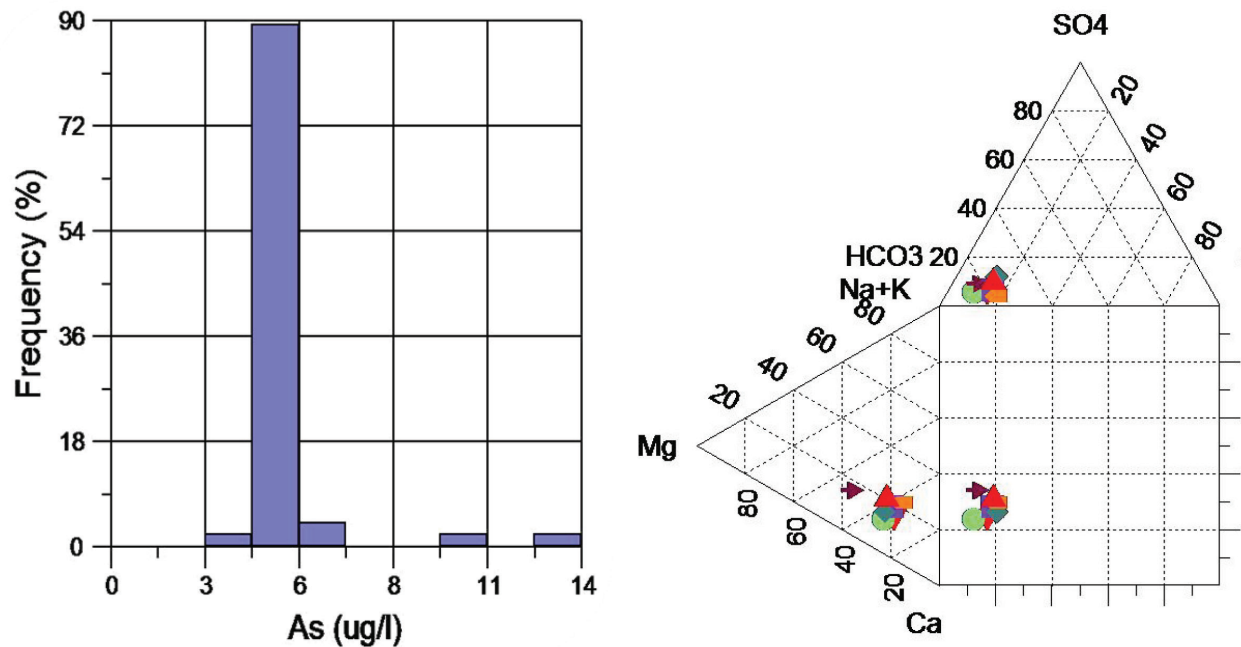


Fig. 5 - concentration of arsenic in the waters of Alternation Complex and chart of Durov

The water in the Terrigenous-evaporitic Complex (Fig.6) was sampled in some zones adjacent to a gypsum quarry. The chemical facies characterising this water is of a Sulphate-Calcium type. The highest concentration of arsenic encountered in Piedmont was

measured in this hydrogeological complex (with the exception of the zones characterised by the presence of arsenic mineralisation), and it reached values of up to 58.9 $\mu\text{g/L}^{-1}$.

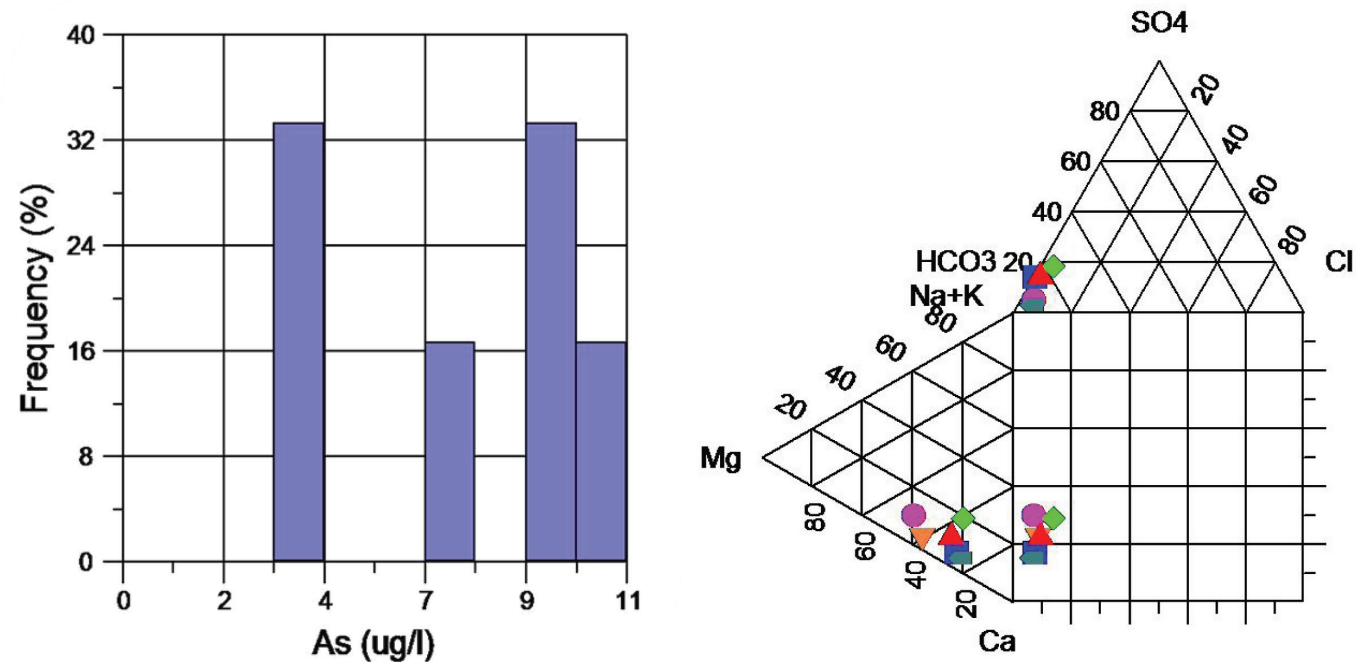


Fig. 6 - concentration of arsenic in the waters of Terrigenous-evaporitic Complex and chart of Durov

The water of the Sandstone-marl Complex (Fig. 7) had a maximum concentration of arsenic of about $10 \mu\text{g/L}^{-1}$, with a peak of $44 \mu\text{g/L}^{-1}$. The water sampled in this hydrogeological complex was

characterised by different chemical facies (Bicarbonate-Calcium, Sulphate-Calcium, Bicarbonate-Alkaline and Bicarbonate-Alkaline-Magnesium).

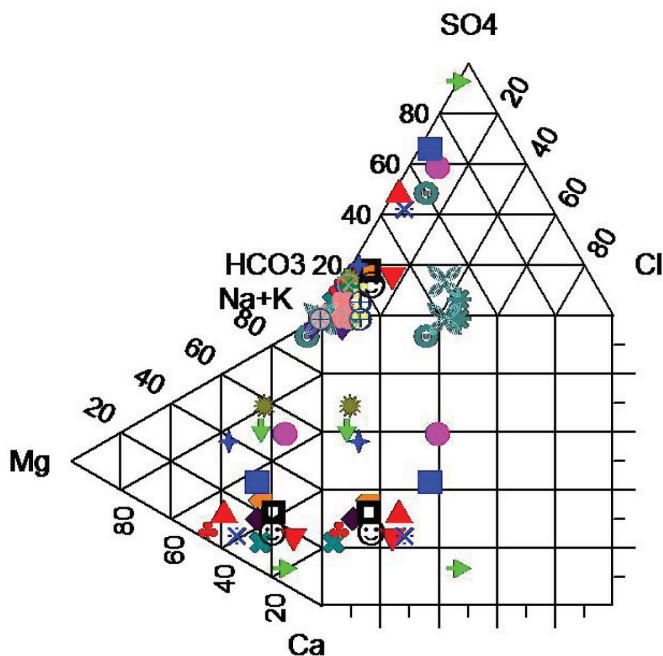
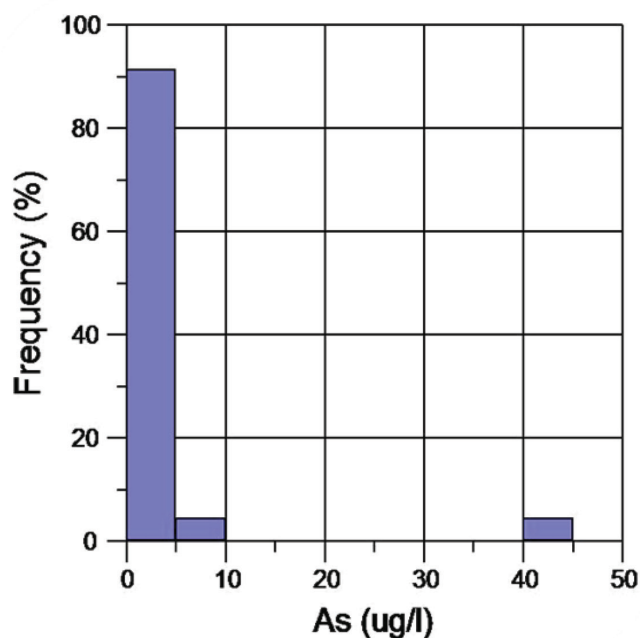


Fig. 7 - concentration of arsenic in the waters of Sandstone-marl Complex and chart of Durov

The water of the Carbonate-evaporitic Complex (Fig. 8) generally presents a rather reduced arsenic concentration, or it is even totally absent. Only the Maira spring had a arsenic concentration

of about $5 \mu\text{g/L}^{-1}$. This spring, which has a Sulphate-Bicarbonate-Calcium-Magnesium facies, pointed out a certain contribution from the evaporitic triassic levels.

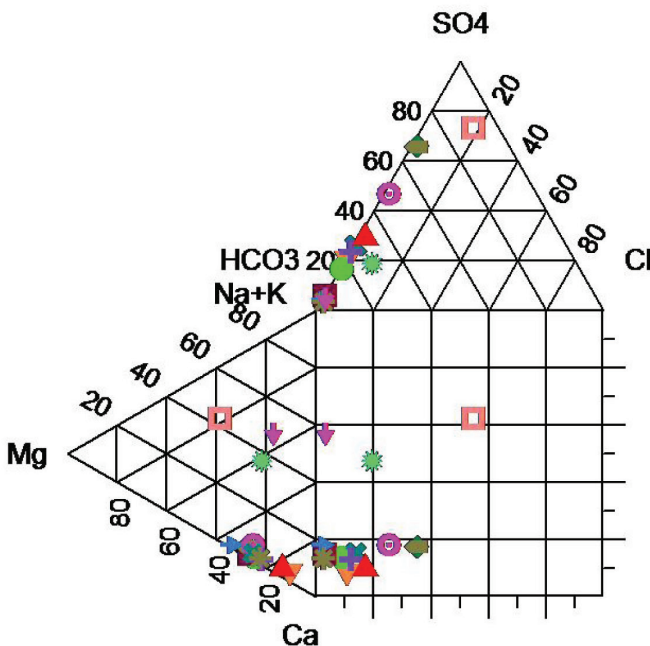
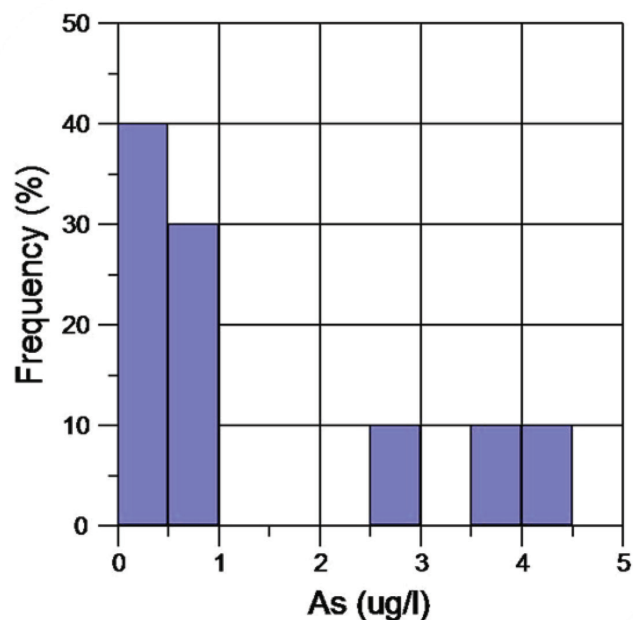


Fig. 7 - concentration of arsenic in the waters of Carbonate Complex and chart of Durov

The water of the Magmatic-metamorphic Complex (Fig. 9) in general showed a very low concentration of arsenic. Only a few exceptions were encountered and these were connected to the presence

of the Arsenopyrite mineralization in the examined complex, such those at the entrance to the Maira Valley (Monte 1 well), in which the concentration of arsenic was above $6 \mu\text{g/L}^{-1}$.

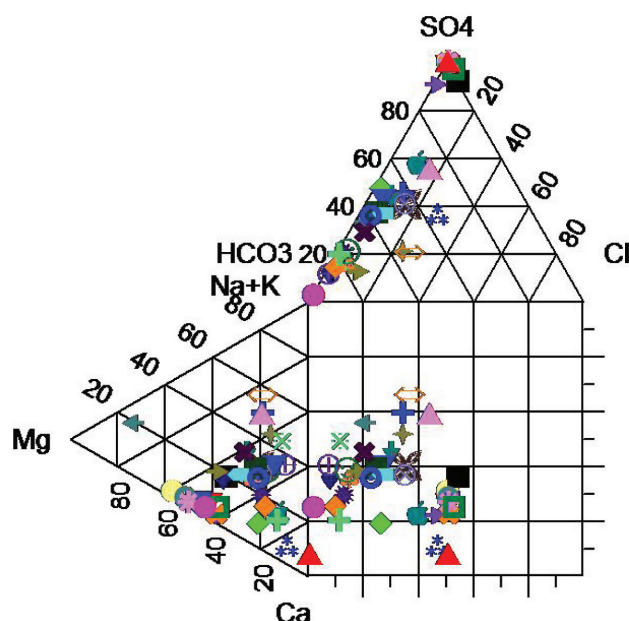
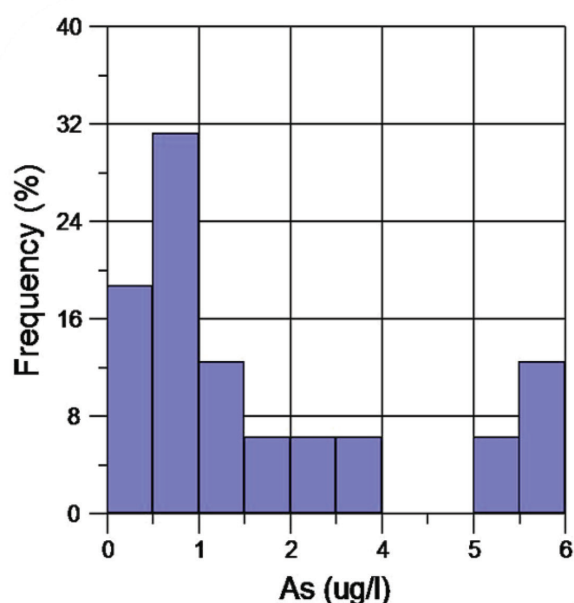


Fig. 9 - Concentration of arsenic in the waters of Magmatic-metamorphic Complex (excluding the waters of mine) and chart of Durov

The water sample in the mining tunnels, which in the past exploited gold, in the Magmatic-metamorphic Complex and in the rivers on the surface close to the mining area, are generally very rich in arsenic and even reach concentrations of up to $24885 \mu\text{g/L}^{-1}$. The areas that were used the most for this type of mining are located in the high Anzasca Valley (the Cani and Pestarena mines), where the highest concentration of arsenic was found, and in the Chiusella Valley (Brosso Mine) where the arsenic concentrations were a little below those of the previous mines.

On the basis of the data that have been collected, it emerges that the aquifers with the greatest concentrations of arsenic are those within the Terrigenous-evaporitic Complex, probably because of the particular sedimentation environment (evaporitic and with very narrow basins), which favours the arsenic ion concentration. Aquifers with a non negligible concentration (between $3 \mu\text{g/L}^{-1}$ and $6 \mu\text{g/L}^{-1}$) were also found in the Alternation Complex, and this again was connected to the particular deposition environment (between the continental and marine-marginal) of the sediments that belong to this complex. Unexpected concentrations of arsenic were encountered in the Morainic Complex, even though they were of a very reduced level, of between 3 and $6 \mu\text{g/L}^{-1}$, and these were probably caused by the presence of clasts with particular mineralization.

The greatest concentrations of arsenic found in the Piedmont territory cannot be ascribed to any particular hydrogeological complex, but they occur in some zones of the Magmatic-metamorphic Complex where Arsenopyrite and gold mineralization are present.

Considering that the Maximum Admissible Concentration (MAC) of arsenic is equal to $10 \mu\text{g/L}^{-1}$ for drinkable water (Legislative Decree 31/01), and in view of the results obtained in the present study, it is possible to conclude that most of the groundwater resources in Piedmont do not suffer from particular problems as far as their arsenic content is concerned. Some problems could arise in the future if a decision is made to lower the MAC of arsenic to $5 \mu\text{g/L}^{-1}$.

References

- Baldantoni E. e Ferronato A. (1996). *Presenza di arsenico nelle acque di falda del Mediobrenta: aspetti ambientali e sanitari*. Quaderni di Geologia Applicata Suppl. 2 n.2, Pitagora Editore, Bologna. p. 2261-2300.
- Civita M., Fiorucci A. (1999). *Diagrammi di qualità delle acque sotterranee: aggiornamenti ed discussioni*. Atti del 3° Convegno Nazionale sulla protezione e Gestione delle Acque Sotterranee per il III Millennio, Parma. p. 1207-1215.
- Civita M., Fiorucci A., Olivero G. (1998). *I diagrammi di qualità per l'utilizzazione delle acquedottate destinate al consumo umano e all'agricoltura*. GEAM XXXV, 4. p. 259-266.
- Civita M., Fiorucci A., Olivero G., Vigna B. (2000). *Le risorse idriche sotterranee del territorio cuneese (Piemonte meridionale) Parte 2: il settore di pianura*. GEAM p.225-242.
- Civita M., Manzone L., Olivero G., Vigna B. (1995). *Le sorgenti del Maira: Studio di una risorsa idrica di importanza strategica*. Quaderni di geologia applicata. Pitagora editrice Bologna p. 1.232-1.238.
- Civita M., Olivero G., Vigna B. (2000). *Le risorse idriche sotterranee del territorio cuneese (Piemonte meridionale) Parte 1: settore alpino*. GEAM p.69-83.
- Dall'Aglia M. (1996). *Problemi emergenti di Geochemia Ambientale e Salute in Italia con particolare riferimento all'arsenico*. Quaderni di Geologia Applicata 3.1, n.4, Pitagora Editore, Bologna. p. 4.85-4.95.
- Goldberg E.D. (1963). *The oceans as a chemical system*. In Hill M.N. Editor "The sea", 2,3, Interscience Pub., New York 1963.
- Goldberg E.D. (1965). *Minor elements in sea water*. In Riley J.P. and Skirrow G. "Chemical Oceanography", 1,163, Academic press, London 1965.
- Smedley P.L. e Kinniburgh D.G. (2002). *A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters*. Applied Geochemistry 17, p. 517-568.
- Taylor S.R. (1964). *Abundances of chemical elements in the continental crust: a new table*. Geochim. et Cosmochim. ACTA, 28 p. 1273.
- Wedepohl K.H. (1969). *Handbook of Geochemistry*. C. W. Correns. 33-B-1.
- Zavatti A., Attramini D., Bonazzi A., Boraldi V., Malagò R., Martinelli G., Naldi S., Patrizi G., Pezzera G., Vandini W., Venturini L., Zuppi G.M. (1995). *La presenza di Arsenico nelle acquedottate della Pianura padana: evidenze ambientali e ipotesi geochemiche*. Quaderni di geologia Applicata Suppl 2, n.2. Pitagora Editore, Bologna. p. 1936-1937.