

## CHARACTERIZATION CHEMISTRY OF SURFACE WATERS AND GROUNDWATERS WHICH SUPPLY THE POPULATION OF SANTA CRUZ ISLAND

## CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS QUE ABASTECEN LA POBLACIÓN DE LA ISLA SANTA CRUZ

Nelson Williams Bustamante Loyola\*

[nwbustamante@uce.edu.ec](mailto:nwbustamante@uce.edu.ec)

Sede Galápagos, Universidad Central del Ecuador

Diego Oswaldo Andino Robalino.

[andinodiegor@gmail.com](mailto:andinodiegor@gmail.com)

Sede Galápagos Universidad Central del Ecuador

### RESUMEN

La isla de Santa Cruz del archipiélago de Galapagos, tiene una alta demanda por recurso hídrico, debido las necesidades de agua para el abastecimiento humano, actividades agrarias, ganaderas y otras. El potencial hidráulico está constituido por la infiltración del agua de lluvias en los terrenos altamente permeables, que van a alimentar los mantos acuíferos. Toda la escorrentía subterránea se descarga hacia el mar a lo largo de las costas en general de forma difusa, invisible y no medible.

Por lo tanto, considerando los argumentos anteriores se realizó el presente estudio preliminar con el propósito de caracterizar las especies químicas que contienen las aguas superficiales y subterráneas, que sirven de abastecimiento para el consumo humano en la Isla de Santa Cruz.

Los resultados más interesantes se presentan a continuación:

Respecto a las aguas superficiales (de origen de la lluvia) proveniente de la fuente "La Vertiente" se identificaron valores de concentraciones de Salinidad de 0,06 g/L, Ph de 7,79, Cloruros de 12,25 ppm, Sodio 11 ppm, Alcalinidad de 72,30 ppm, Sólidos Disueltos Totales 75,00 ppm, Coliformes totales de 190 ufc/100mL y Coliformes fecales de 78,00 ufc/100mL.

Los resultados de las fuentes subterráneas de: "Pozo profundo" se identificaron valores de concentraciones de Salinidad de 0,49 g/L, Cloruros de 245,10 ppm, Sodio 150,00 ppm, Alcalinidad de 140,12 ppm, Sólidos Disueltos Totales 584,00 ppm, Coliformes totales de 35 ufc/100mL y Coliformes fecales menor a 10,00 ufc/100mL. Además, en "La Camiseta" se identificaron valores de concentraciones de Salinidad de 1,40 g/L, Cloruros de 801,70 ppm, Sodio 460,00 ppm, Alcalinidad de 135,00 ppm, Sólidos Disueltos Totales 1790,00 ppm, Coliformes totales de 37 ufc/100mL y Coliformes fecales menor a 10,00 ufc/100mL. Finalmente, en la "Grieta de Ingala" se identificaron valores de concentraciones de Salinidad de 1,41 g/L, Cloruro de 662,12 ppm, Sodio 400,00 ppm, Alcalinidad de 149,00 ppm, Sólidos Disueltos Totales 1460,00 ppm, Coliformes totales menor a 10,00 ufc/100mL y Coliformes fecales menor a 10,00 ufc/100mL.

Respecto al análisis de los diagramas hidrológicos las proporciones de las concentraciones de las especies de interés de las aguas subterráneas y superficiales se caracterizan como: bicarbonatadas magnésicas cálcicas el sector "La Vertiente" y cloruradas sódicas el sector "Pozo Profundo", "La Camiseta" y "Grieta Ingala".

En otros resultados de las fuentes subterráneas se detectó plomo sobre los límites permisibles y dos tipos de pesticidas I (delta-hexaclorociclohexano y dieldrin), que no sobrepasan los límites permisibles.

Por lo tanto, considerando toda la información recopilada, el agua de abastecimiento no es apta para

el consumo de la población de la isla de Santa Cruz. Se espera proseguir con los estudios, considerando las otras islas habitadas, para poder definir las características químicas del sistema insular de Galápagos.

**Palabras Claves:** Agua; Galápagos; Caracterización químicas; alteraciones antropogénicas; calidad del agua, especies químicas.

## ABSTRACT

The island of Santa Cruz in the Galapagos archipelago has a high demand for water resources due to water needs for human supplies, agricultural activities, livestock and others. The hydraulic potential is constituted by the infiltration of rainwater into highly permeable soils, which feeds the aquifers. All the underground runoff is discharged into the sea along the coasts in general in a diffuse, invisible and non-measurable form. With consideration of these arguments the present preliminary study was performed with the purpose of characterizing the chemical species contained in both the surface and groundwater which serve as a supply for human consumption on the Island of Santa Cruz. The four study areas were sampled to carry out the pertinent physicochemical, chemical and microbiological analysis of graphic illustrations.

The most interesting results are presented below:

In relation to the surface waters (from the source of rainwater) from the "La Vertiente" source, values of Salinity concentrations of 0.06 g / L, pH 7.79, Chlorides 12.25 ppm, Sodium 11 ppm, Alkalinity of 72.30 ppm, Total Dissolved Solids 75.00 ppm, Total Coliforms of 190 cfu / 100 mL and Fecal Coliforms of 78.00 cfu / 100 mL were identified.

The results of the underground source of "Pozo Profundo" identified values of Salinity concentrations of 0.49 g / L, Chlorides 245.10 ppm, Sodium 150.00 ppm, Alkalinity of 140.12 ppm, Total Dissolved Solids 584.00 ppm, Total Coliforms of 35 cfu / 100mL and Fecal Coliforms less than 10.00 cfu / 100mL. Meanwhile, "La Camiseta" identified values of Salinity concentrations of 1.40 g / L, Chlorides 801.70 ppm, Sodium 460.00 ppm, Alkalinity of 135.00 ppm, Total Dissolved Solids 1790.00 ppm, Total Coliforms of 37 cfu / 100mL and Fecal Coliforms less than 10.00 cfu / 100mL. Finally, in the "Grieta Ingala" values of Salinity concentrations of 1.41 g / L, Chloride of 662.12 ppm, Sodium 400.00 ppm, Alkalinity of 149.00 ppm, Total Dissolved Solids 1460.00 ppm, Total Coliforms less than 10.00 cfu / 100mL and Fecal Coliforms less than 10.00 cfu / 100mL were identified.

With respect to the analysis of the hydrological diagram (Piper) the proportions of the species of interest of the groundwater and surface water can be characterized as: bicarbonated calcium magnesium in the sector "La Vertiente" and sodium chlorides in the sectors of "Pozo Profundo", "La Camiseta" and "Grieta Ingala".

Other results from the underground sources detected a quantity lead over permissible limits and two types of pesticides 1 (delta-hexachlorocyclohexane and dieldrin) which do not exceed permissible limits.

In accordance with the information collected, results show that the water supply is not suitable for consumption of the human population of the island of Santa Cruz. It is hoped that studies will continue and indeed expand to consider the other inhabited islands in order to be able to define the chemical characteristics of the Galapagos island system.

**Keywords:** Water; Galápagos; Chemical characterization; Anthropogenic alterations; Water quality, chemical species.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se sitúa en la Isla de Santa Cruz, se ubica en las coordenadas 0° 45' 0" S, 90° 19' 0" W, es la segunda isla más grande después de isla Isabela del archipiélago de las Galápagos, donde se han hecho algunas importantes investigaciones sobre la calidad del agua, entre ellos están el informe técnico realizado por Re,V (2013) en el cual se determinó algunas fuentes de contaminación en agua y suelo, con el fin de identificar el estado actual de alteración de ciertos sectores de la isla de Santa Cruz (d'Ozouville,2008).

Otro estudio importante es de Liu, J. (2013), donde se utilizaron indicadores bacteriales (*Escherichia coli*), estableciendo una línea base de contaminación bacteriológica del agua de la isla de Santa Cruz. Estos estudios arrojaron resultados de concentraciones elevadas (>600 ufc/100mL, Coliforme totales y fecales) en el sector "Grieta Ingala", por lo que resulta interesante verificar el estado actual del sector.

La problemática más importante de la comunidad de la Isla de Santa Cruz es la mala calidad del agua que se distribuye a la población urbana y rural. Este recurso está constituido por la infiltración del agua de lluvias en los terrenos altamente permeables, que van a alimentar los mantos acuíferos. Toda la escorrentía subterránea se descarga a lo largo de las costas en general de forma difusa, invisible y por lo tanto no medible. Actualmente el abastecimiento que se realiza a la comunidad de la Isla de Santa Cruz proviene de fuentes que están cerca del litoral marino, por tanto, por intrusión marina, se provoca la mezcla de cuerpos de aguas marina con aguas lluvias, dándole características salobres a este sistema.

La Universidad Tecnológica de Michigan (2015) explica que "las fallas geológicas en el régimen del agua subterránea constituyen a las estructuras geológicas más importantes, desde el punto de vista hidrogeológico, estas facilitan el almacenamiento y movimiento de fluido a través de ellas." A pesar de su gran potencial ecológico para la vida humana el recurso hídrico de la Isla de Santa Cruz se ha ido alterando por diferentes circunstancias. El propósito de este estudio es iniciar los primeros estudios, para que sirvan de referencia para investigaciones futuras más específicas.

## METODOLOGÍA

En este estudio se designó como variable dependiente la calidad del agua, debido a que su condición refleja un efecto negativo o positivo en los cuerpos de aguas (superficiales o subterráneas). Otra variable dependiente a nivel general es la salud de la comunidad de Galápagos, la cual se ve afectada por las malas condiciones del agua para consumo humano. Respecto a las variables independientes se plantean los parámetros fisicoquímicos, químicos y microbiológicos, debido a que son determinantes, para la calidad de los cuerpos de agua. Estos parámetros son regulados mediante indicadores (constantes estandarizados) de las normas vigentes TULAS (2012)/ INEN 1108, que arrojan criterios técnicos para el control de las aguas para el consumo humano.

Se siguió el procedimiento que establece la Normativa INEN 2176 y 2169 para el manejo y tratamiento de muestra. Se muestreo las cuatro áreas de estudio y dos recintos particulares, luego se enviaron las muestras al laboratorio (Certificado ISO 17025) pertinente y se realizó los análisis de la calidad del agua requeridos (microbiológicos, fisicoquímicos, inorgánicos (metales pesados, metales alcalinos y sales), y pesticidas (organoclorados y organofosforados). Luego de obtener los resultados, se revisó la calidad de los datos entregados por el laboratorio encargado de los análisis fisicoquímicos, químicos, microbiológicos y toxicológicos. El seguimiento se caracterizó por la aplicación del software SPSS, utilizando sus herramientas ( como graficas de frecuencia, histograma y determinación de los estadísticos ( mediana, moda, cuartiles, percentiles, desviación estándar y varianza)en los diferentes set de datos, que provienen de los muestreos en cuestión, sin embargo este análisis estadístico se complementó con el balance de cargas que se realizara en la especiación química (aplicación de los softwares Phreeqc y Diagrammes( software gratis y de libre acceso

respectivamente). Esta etapa es vital y muy significativo, porque si los resultados de los balances de carga no son acertados, es decir están sobre el 5% de error, los datos del laboratorio se presumen insatisfactorio.

Los resultados de campo y los de análisis de laboratorio se ingresarán como datos al código PHREEQC (Parkhurst, D. 2013), para definir la composición y la caracterización de las especies químicas de los sistemas hídricos de estudio.



Figura n°1: Diseño de investigación

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros de la calidad de las fuentes de agua, para el consumo de la población de Santa Cruz:

Tabla 1: Concentraciones de los principales parámetros de la calidad de agua.

Especies analizadas	Sectores					
	La Vertiente	Pozo Profundo	Grieta la Camiseta	Grieta Ingala	RP1 <sup>II</sup>	RP2 <sup>II</sup>
S(g/L)	0,06	0,49	1,4	1,41	1,45	1,45
Ph	7,79	7,52	7,97	7,86	8,18	8,14
Cl <sup>-</sup> (ppm)	12,25	245,1	801,68	668,92	816,14	801,68
Na <sup>+</sup> (ppm)	11	150	460	400	515	495
Ca <sup>+2</sup> (ppm)	11,22	24,85	51,3	32,87	58,52	48,89
Mg <sup>+2</sup> (ppm)	10,24	15,12	56,1	44,32	49,26	51,22
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)	13,9	98,96	230,94	200,97	227,78	208,85
Alc. (ppm)	72,32	140,12	135,6	149,16	140,12	135,6
CF(ufc/100mL)	78	<10	<10	<10	<10	51
CT(ufc/100mL)	390	35	37	<10	120	70
Pb(ppm)	0,06	0,01	0,04	0,03	0,07	0,01

<i>Dieldrin</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	0,003	<0,002
$\delta$ - <i>HXH</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	<0,002	0,003	0,003	0,004	0,006	<0,002

I: delta-hexaclorociclohexano, II: Recinto particular 1 y 2 (se incluyen para monitorear la calidad de agua que llega a los hogares de la comunidad de la Isla de Santa Cruz).

**Análisis estadísticos con Phreeqc**

En las Tablas del 2 al 4, se observa parámetros indicadores del balance de cargas de aguas superficiales ,que es válido para todas las fuentes de abastecimiento ya que los porcentajes de error de los datos químicos oscilan entre 4.54% y 4,95%(el modelo tiene una tolerancia del 5%).

**Tabla n°2: balances de cargas sector “La Vertiente”**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN "LA VERTIENTE"</b>
<b>Balance eléctrico (eq) = <math>\Sigma</math>ConcentracionesCat-<math>\Sigma</math>ConcentracionesAn</b>
-1,73E-04
<b>Porcentaje de Error= <math>100*(\text{Cat}- \text{An} )/(\text{Cat}+ \text{An} )</math></b>
-4,91%

**Tabla n°3: balances de cargas sector “Pozo Profundo”**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN "POZO PROFUNDO"</b>
<b>Balance eléctrico (eq) = <math>\Sigma</math>ConcentracionesCat-<math>\Sigma</math>ConcentracionesAn</b>
-1,088E-03
<b>Porcentaje de Error= <math>100*(\text{Cat}- \text{An} )/(\text{Cat}+ \text{An} )</math></b>
-4,95%

**Tabla n°4: balances de cargas sector “La Camiseta”**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN "LA CAMISETA"</b>
<b>Balance eléctrico (eq) = <math>\Sigma</math>ConcentracionesCat-<math>\Sigma</math>ConcentracionesAn</b>
-2,56E-03
<b>Porcentaje de Error= <math>100*(\text{Cat}- \text{An} )/(\text{Cat}+ \text{An} )</math></b>
-4,69%

**Tabla n°5: balances de cargas sector “Grieta Ingala”**

<b>DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN "GRIETA INGALA"</b>
<b>Balance eléctrico (eq) = <math>\Sigma</math>ConcentracionesCat-<math>\Sigma</math>ConcentracionesAn</b>
-2,15E-03
<b>Porcentaje de Error= <math>100*(\text{Cat}- \text{An} )/(\text{Cat}+ \text{An} )</math></b>
-4,54%

## DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS

El estudio inicialmente se orientó al análisis de los parámetros de CE y SDT. En la figura n°2 se observa una perfecta correlación lineal

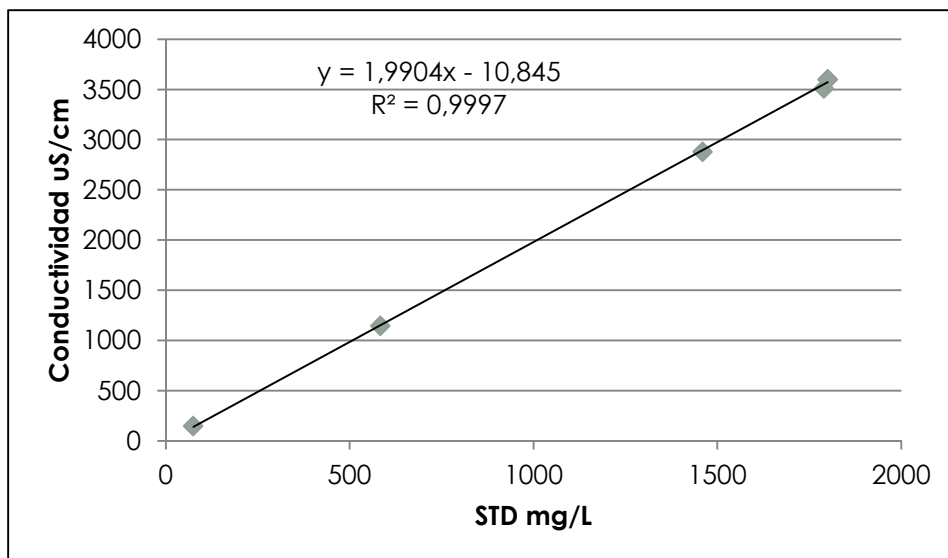


Figura n°2: Correlación lineal de Conductividad eléctrica y Sólidos totales disueltos

Al graficar los parámetros de CE y SDT se obtienen la siguiente gráfica:

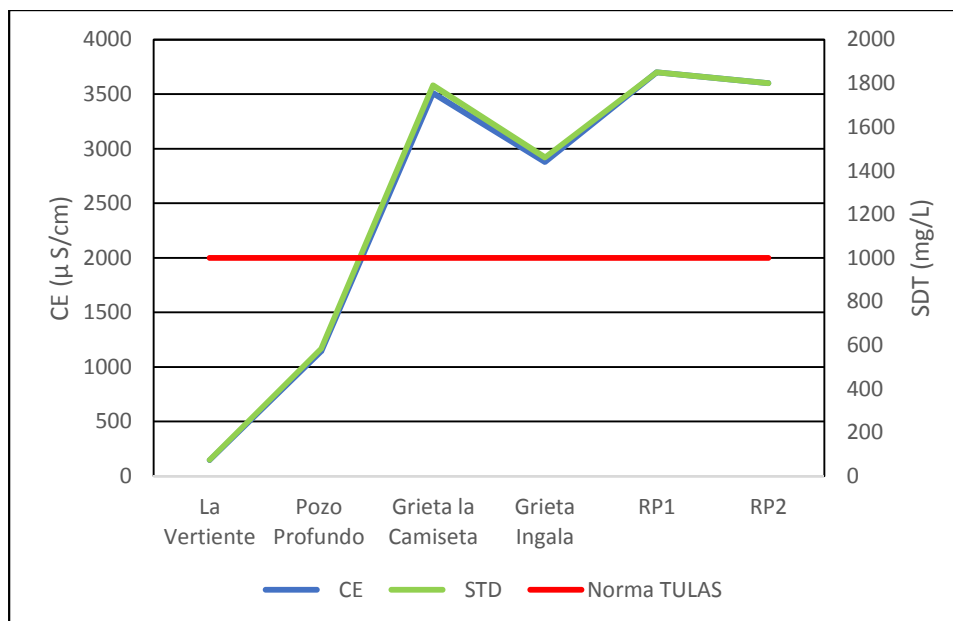


Figura n°3: Relación Conductividad (CE) vs Sólidos totales disueltos (STD) en los sectores de abastecimiento y de consumo de la Isla de Santa Cruz.

En la Figura n°3 los sectores de “La Vertiente” y “Pozo Profundo” se observa, que están bajo la norma TULAS, respecto al máximo permisible de SDT (1000 ppm), sin embargo, las concentraciones de SDT de los puntos “La Camiseta” (1790 ppm) y “Grieta Ingala” (1460 ppm) sobrepasa el límite de la normativa. Además, se ha analizado dos recintos particulares “RP1” y el “RP2”, los cuales tienen valores de 1800 ppm respectivamente, superando la normativa de interés. Lo que indica que la calidad del agua (concentración de SDT), que se distribuye a la comunidad de Santa Cruz es deficiente.

Respecto a las concentraciones de Coliformes fecales y totales, Andino, D. (2015), destaca concentraciones promedias cercana a 300(ufc/100mL) en Coliformes fecales y 450 (ufc/100mL) Coliformes totales, sin embargo, lo que se reportó en este estudio, son magnitudes más bajas como se observa en la Tabla n°1. Considerando la NTE INEN 1108, se observa alteraciones, que sobrepasan los límites permisibles, en el sector “La Vertientes” (78 ufc/100mL Coliformes fecales y 390 ufc/100mL Coliformes totales). Además, en la Tabla n°1 se observa la presencia de niveles traza de pesticidas organoclorados en el sector “Grieta Ingala”, que no superan el límite máximo permisible según la NTE INEN 1108 respecto al dieldrin (0,03 µg/L). El valor máximo encontrado es del orgánico delta-hexaclorociclohexano que llegó a concentraciones de 0,006 µg /L (“RP1”). Por lo tanto, se identificó presencia de órganos clorados, que probablemente es originado por agroquímicos de las actividades agropecuarias del sector rural de la isla de Santa Cruz.

En la Figura n° 4 se observa, que las concentraciones de Plomo superan los límites permisibles según la NTE INEN 1108 en “La Vertiente” (0,06 ppm de Pb), “La Camiseta” (0,04 ppm de Pb), “Grieta Ingala” (0,03 ppm de Pb) y “RP1” (0,07 ppm de Pb). Situación preocupante por las consecuencias que puede traer a la población de la Isla de Santa Cruz.

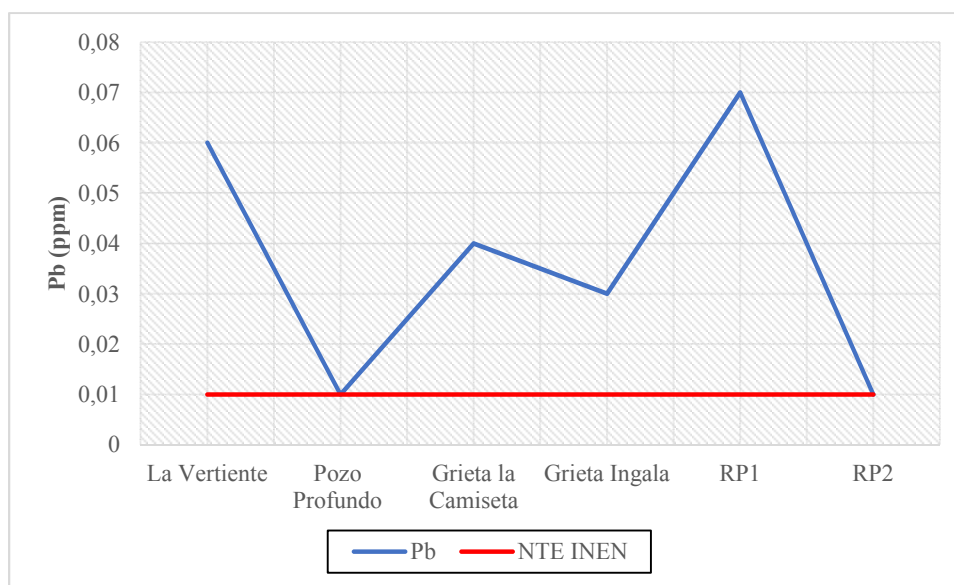


Figura n°4: Concentraciones de Plomo en los sectores de abastecimiento y de consumo de la Isla de Santa Cruz.

En la Figura n°5, se observa la distribución de la composición química que caracteriza a las áreas de estudio (“La Vertiente”, “Pozo Profundo”, “Camiseta” y “Grieta Ingala”). Respecto al sector de estudio “La Vertiente” se observa una caracterización catiónica con tendencias magnésicas. En cuanto a su caracterización aniónica, que indica aguas tipo bicarbonatadas. Por lo tanto, este sistema de aguas se caracteriza como bicarbonatadas cálcicas magnésicas. En cuanto a los puntos “Pozo Profundo”, “La Camiseta” y “Grieta Ingala”, presentan una caracterización catiónica tipo sódica y aniónica tipo



clorurada. Por lo tanto, estos sistemas de aguas se caracterizan como cloruradas sódicas.

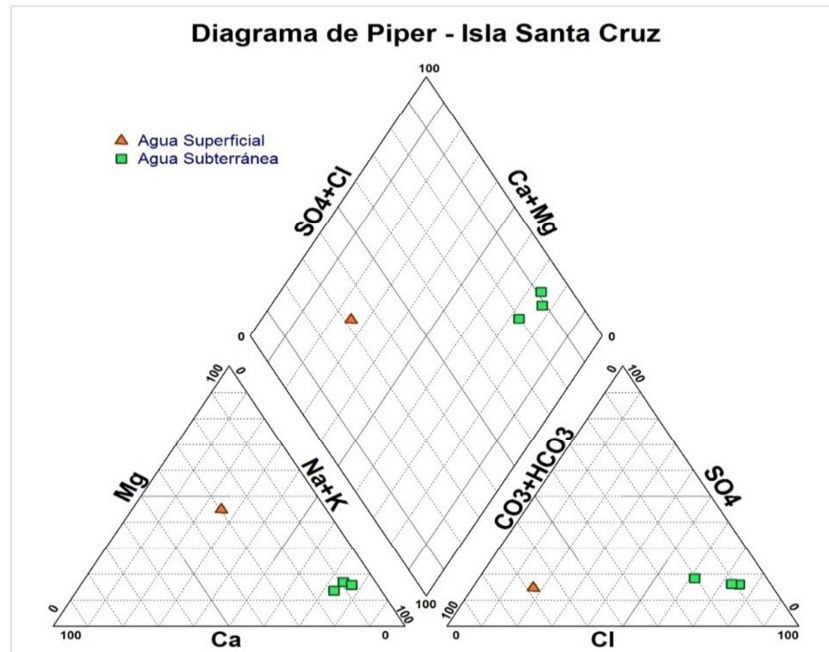


Figura n°5. Diagrama de correlación de parámetros de las fuentes de agua de la Isla Santa Cruz

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los antecedentes recopilado en este estudio se puede concluir que:

De acuerdo a los resultados obtenidos se destaca la proporcionalidad característica entre las concentraciones de los sólidos totales disueltos y la magnitud de la conductividad eléctrica, ya que son de indicadores de la presencia de sales disueltas en los sistemas de abastecimiento de la isla de Santa Cruz. Considerando la afectación antes mencionado, se puede concluir, que los sectores más alterados, son los de almacenamiento de agua subterráneas (“La Camiseta” (1790 mg/L de SDT) y “Grieta Ingala” (1460 mg/L de SDT)) y que además, sobrepasan el límite permisible de la norma TULAS (concentración máxima permisible de SDT= 1000 ppm). Respecto a este último parámetro, no se tiene referencia en la normativa INEN 1108.

Respecto a las concentraciones “Coliformes fecales y totales” (López, J. 2010), se observa que las aguas superficiales, subterránea y sectores residenciales estudiados no superan los límites máximos permisibles del TULAS (coliformes fecales: 600 ufc/100ml; coliformes totales: 3000 ufc/100ml). Esto indicaría, que no hay un aporte microbiano importante antropogénico a los sistemas de aguas de Santa Cruz. Sin embargo, de acuerdo a la normativa INEN 1108 (Coliformes fecales < 1 ufc/100ml y Coliformes totales < 1 ufc/100ml) existe presencia de colonias microbianas en el agua destinada al consumo humano. Por lo tanto, se produce una ambigüedad respecto a las normativas aplicables, pero considerando que se trata de un escenario de conservación se debiera tener una máxima protección, validando esta última referencia. Por lo tanto, se debería realizar seguimiento, controlando



periódicamente los Coliformes fecales, totales y otros de naturaleza microbiológica en los sectores de abastecimiento del recurso hídrico.

Se pudo identificar organoclorados proveniente de las fuentes de captación hídricas de Santa Cruz”, que no superan el límite máximo permisible de la norma TULAS (0,01 mg/L) y el máximo permisible de la NTE INEN 1108. Sin embargo, es preocupante por la presencia de los compuestos Dieldrín y  $\delta$ -HCH, en los sectores de abastecimiento hídricos. Por lo tanto, se debe realizar seguimiento y controlar periódicamente los organoclorados detectados, en los sectores de abastecimiento del recurso hídrico. Puesto que pueden ir aumentando las concentraciones, lo que provocaría grandes estragos a la población de Santa Cruz.

Se debe destacar, que las Concentraciones de Plomo en las fuentes de agua de la Isla Santa Cruz, superan los límites de la norma INEN 1108 (0,01ppm), en los puntos “La Vertiente” (0,06mg/L de Pb), “La Camiseta” (0,04 mg/L de Pb), “Grieta Ingala” (0,03 mg/L de Pb) y “RP1” (0,07 mg/L de Pb). Por lo tanto, estos resultados implican una alerta en la composición del agua superficial y subterránea, atribuida a los efectos antropogénicos. Respecto al origen del Plomo, se puede inferir que la probable presencia es debido a la composición de las cañerías o elementos metálicos que puedan estar interactuando con el recurso hídrico, ya que el agua corroe las conexiones del agua del servicio (tuberías, grifos soldados y latón).

Los sistemas que proveen el agua de consumo humano en Santa Cruz “La Vertiente”, “Pozo Profundo”, “La Camiseta” y “Grieta Ingala” se correlacionaron mediante los diagramas de Piper (Figura n°3), en cuanto a su caracterización composicional química catiónica y aniónica mayoritaria se obtiene lo siguiente:

Del sector “La Vertiente”:El diagrama de Piper definen al agua de “La Vertiente” como bicarbonatada magnésica.

Del sector “Pozo Profundo”, “La Camiseta” y “Grieta Ingala”: El diagrama de Piper caracterizan y definen al agua del “Pozo Profundo” como clorurada sódica. Estas tendencias cloruradas sódicas son originarias de aguas subterráneas profundas con mezclas de aguas marinas.

## AGRADECIMIENTOS

Dirección del Parque Nacional Galapagos. Puerto Ayora. Galapagos. Ecuador

## BIBLIOGRAFIA

Andino, D., Arana, D. & Bustamante, N. (2015). "Monitoring Water Quality of the Capture Sources of the Hidric Resources of Santa Cruz Island". Unpublished manuscript, Central University of Ecuador.

d'Ozouville, N., Auken, E., Sorensen, K., Violette, S., De Marsily, G., Deffontaines, B. & Merlen, G. (2008). "Extensive Hanging Aquifer and the Structural Implications Revealed by 3D Resistivity Mapping in Galapagos Volcanoes." *Earth and Planetary Science Letters*, 269 (3), pp.518-522. Ecuador.

- Liu, J and d'Ozouville, N. (2013). "Water contamination in Puerto Ayora: Interdisciplinary applied research using Escherichia coli as a bacterium indicator." In: Informe Galápagos 2011-2012, DPNG, GREG, FCD and GC, pp.76-83. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.
- López, J. and Rueda, D. (2010). "Water quality monitoring system in Santa Cruz, San Cristóbal and Isabela". In: Report Galápagos 2009-2010. FCD, PNG & CGG, pp.103-107. Puerto Ayora, Galapagos, Ecuador.
- Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 1108 (2014) Water: Requirements for drinking water. Quito, Ecuador.
- Parkhurst, D. and Appelo, C. PHREEQC, (2013) (versión 3.3.3) [Computer Software]. Geological Survey, Denver, United States.
- Re, V., Jiménez, S., Rizzi, J., Tuci, C. & Marcomini, A. (2013) "Tutela della Salute e Prevenzione da Rischi di Antintico Antartica, Santa Cruz Island". (Health Protection and Antintico Antartica, Santa Cruz Island Risk Prevention). Report II Year, Foscari University of Venice, Italy.
- Unified Text of Secondary Environmental Legislation (TULAS) (2012). Libro VI, Annex 1: Environmental Quality Standard, pp. 296. Quito. Ecuador.
- Technical University of Michigan (2015). Hydrogeology of Fractured Aquifers. Retrieved on November 9, 2015 from :[http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/Acuiferos\\_fracturados.pdf](http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/Acuiferos_fracturados.pdf).

## ABREVIATURAS

Alcalinidad:	Alc.	Parte por millones:	ppm
Aniones:	An	Recinto privado 1 (casa particular)	RP1
Cationes:	Cat	Recinto privado 2 (casa particular)	RP2
Conductividad Eléctrica:	CE	Salinidad	S
Coliformes Fecales:	CF	Sólidos Disueltos	
Coliformes Totales	CT	Totales:	SDT
		Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria:	TULAS
Delta-hexaclorociclohexano:	$\delta$ -HCH	Universal Transverse Mercator:	UTM
Norma de La Organización Internacional de Estandarización 17025:	ISO 17025		
Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización:	NTE INEN		