UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

"EVALUACIÓN DEL AGUA EN LA QUEBRADA QUISHUAR Y EL RÍO GRANDE, PARA DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE METALES, PH, CONDUCTIVIDAD Y TURBIDEZ, CAJAMARCA 2018-2019"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autores:
Roseli Yaqueli, Becerra Ortiz
Kevin Enrique, Quiliche Raico
Asesor:
Ing. Víctor Eduardo Álvarez León

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis primeramente a Dios porque ha estado con nosotros en cada paso que hemos dado, cuidándonos y brindándonos fortaleza para continuar, también por guiarnos y mantenernos en el camino correcto.

A nuestros padres, quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo momento en nuestra inteligencia y capacidad. Es por ello que ahora les dedicamos este logro obtenido en nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Esta Tesis es el resultado de nuestro esfuerzo, por eso agradecemos a nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestra vida nos han apoyado y motivado en nuestra formación académica, creyeron en nosotros en todo momento y no dudaron de nuestras habilidades.

Así mismo, expresamos nuestro más profundo agradecimiento y gratitud a nuestro asesor de tesis, Víctor Álvarez, por habernos dedicado su tiempo y brindarnos su aporte técnico para la elaboración de esta.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza que nos incentivaron en la realización de este proyecto.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Tabla de contenido

DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTO 3

ÍNDICE DE TABLAS 5

ÍNDICE DE FIGURAS 15

ÍNDICE DE ECUACIONES 17

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 21

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA 38

CAPÍTULO III: RESULTADOS 43

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 209

REFERENCIAS 219

ANEXOS 221

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación Política del centro poblado Tual..... 21
Tabla 2 Resultados de la concentración de minerales en el caudal del Río grande y la Quebrada Quishuar. . 44
Tabla 3 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1..... 46
Tabla 4 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 46
Tabla 5 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 47
Tabla 6 Resultados de la concentración de antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1..... 48
Tabla 7 Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 48
Tabla 8 Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 49
Tabla 9 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 49
Tabla 10 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 50
Tabla 11 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 51
Tabla 12 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1..... 51
Tabla 13 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 2..... 52
Tabla 14 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 53
Tabla 15 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 53
Tabla 16 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 54
Tabla 17 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 54
Tabla 18 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 55
Tabla 19 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 55
Tabla 20 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 56
Tabla 21 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 57
Tabla 22 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 57
Tabla 23 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 58
Tabla 24 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 59
Tabla 25 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 59
Tabla 26 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 60
Tabla 27 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1..... 61
Tabla 28 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2..... 61
Tabla 29 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3..... 62

Tabla 30 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 63
Tabla 31 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 63
Tabla 32 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 64
Tabla 33 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 65
Tabla 34 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 65
Tabla 35 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 66
Tabla 36 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 67
Tabla 37 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 67
Tabla 38 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 67
Tabla 39 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 68
Tabla 40 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 68
Tabla 41 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 68
Tabla 42 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 69
Tabla 43 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 69
Tabla 44 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 70
Tabla 45 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 71
Tabla 46 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 71
Tabla 47 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 72
Tabla 48 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 73
Tabla 49 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 73
Tabla 50 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 74
Tabla 51 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 75
Tabla 52 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 75
Tabla 53 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 76
Tabla 54 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 77
Tabla 55 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 77
Tabla 56 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 78
Tabla 57 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 79
Tabla 58 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 79

Tabla 59 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 80
Tabla 60 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 80
Tabla 61 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 81
Tabla 62 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 82
Tabla 63 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 82
Tabla 64 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1 83
Tabla 65 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 84
Tabla 66 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 84
Tabla 67 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 85
Tabla 68 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 86
Tabla 69 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 86
Tabla 70 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 87
Tabla 71 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 88
Tabla 72 Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 88
Tabla 73 Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 88
Tabla 74 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 89
Tabla 75 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 89
Tabla 76 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 90
Tabla 77 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 91
Tabla 78 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 91
Tabla 79 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 92
Tabla 80 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 93
Tabla 81Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 93
Tabla 82 Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 94
Tabla 83 Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 95
Tabla 84 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 95
Tabla 85 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 96
Tabla 86 Resultados del segundo análisis de la concentración de minerales en el caudal del Río Grande y la Quebrada Quishuar. 97
Tabla 87 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1. 99

Tabla 88 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 99
Tabla 89Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 100
Tabla 90 Resultados de la concentración de antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1. 100
Tabla 91 Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 101
Tabla 92 Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 102
Tabla 93 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1. 102
Tabla 94 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 102
Tabla 95 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 103
Tabla 96 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1. 104
Tabla 97 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 2. 104
Tabla 98 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 105
Tabla 99 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 105
Tabla 100 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 105
Tabla 101 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 106
Tabla 102 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 107
Tabla 103 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 107
Tabla 104 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 108
Tabla 105 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 109
Tabla 106 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 109
Tabla 107 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 110
Tabla 108 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 111
Tabla 109 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 111
Tabla 110 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 112
Tabla 111 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 113
Tabla 112 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 113
Tabla 113 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 114
Tabla 114 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 114
Tabla 115 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 115
Tabla 116 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 116

Tabla 117 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 116
Tabla 118 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 117
Tabla 119 Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 117
Tabla 120 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 118
Tabla 121 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 118
Tabla 122 Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 118
Tabla 123 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 119
Tabla 124 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 119
Tabla 125 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 119
Tabla 126 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 120
Tabla 127 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 120
Tabla 128 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 121
Tabla 129 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 121
Tabla 130 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 122
Tabla 131 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 122
Tabla 132 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 123
Tabla 133 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 123
Tabla 134 Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 124
Tabla 135 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1. 124
Tabla 136 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2. 125
Tabla 137 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3. 125
Tabla 138 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 126
Tabla 139 Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 126
Tabla 140 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 127
Tabla 141 Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 127
Tabla 142 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 128
Tabla 143 Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 128
Tabla 144 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 128
Tabla 145 Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 129

Tabla 146 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 130
Tabla 147 Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 130
Tabla 148 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 131
Tabla 149 Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 131
Tabla 150 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 132
Tabla 151 Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 132
Tabla 152 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 133
Tabla 153 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 133
Tabla 154 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 134
Tabla 155 Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 134
Tabla 156 Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 134
Tabla 157 Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 135
Tabla 158 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 135
Tabla 159 Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 136
Tabla 160 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 136
Tabla 161 Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 137
Tabla 162 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 137
Tabla 163 Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 138
Tabla 164 Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 138
Tabla 165 Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 139
Tabla 166 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 139
Tabla 167 Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 140
Tabla 168 Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 141
Tabla 169 Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 141
Tabla 170 Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 142
Tabla 171 Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 143
Tabla 172 Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 143
Tabla 173 Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 144
Tabla 174 Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 144

Tabla 175 Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 145
Tabla 176 Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 146
Tabla 177 Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 146
Tabla 178 Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 147
Tabla 179 Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 148
Tabla 180 Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 148
Tabla 181 Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 149
Tabla 182 Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 149
Tabla 183 Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 150
Tabla 184 Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 151
Tabla 185 Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 151
Tabla 186 Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 152
Tabla 187 Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 153
Tabla 188 Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 153
Tabla 189 Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 154
Tabla 190 Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 155
Tabla 191 Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 155
Tabla 192 Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 156
Tabla 193 Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 157
Tabla 194 Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 157
Tabla 195 Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 158
Tabla 196 Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 159
Tabla 197 Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 159
Tabla 198 Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 160
Tabla 199 Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 161
Tabla 200 Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 161
Tabla 201 Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 162
Tabla 202 Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 163
Tabla 203 Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 163

Tabla 204 Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 164
Tabla 205 Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 164
Tabla 206 Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 164
Tabla 207 Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 165
Tabla 208 Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 165
Tabla 209 Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 166
Tabla 210 Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 167
Tabla 211 Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2 167
Tabla 212 Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 168
Tabla 213 Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 169
Tabla 214 Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 169
Tabla 215 Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 170
Tabla 216 Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 171
Tabla 217 Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 171
Tabla 218 Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 172
Tabla 219 Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 173
Tabla 220 Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 173
Tabla 221 Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 174
Tabla 222 Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 175
Tabla 223 Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 175
Tabla 224 Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 176
Tabla 225 Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 176
Tabla 226 Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 177
Tabla 227 Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 178
Tabla 228 Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 178
Tabla 229 Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 179
Tabla 230 Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 180
Tabla 231 Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 180
Tabla 232 Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 181

Tabla 233 Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 182
Tabla 234 Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 182
Tabla 235 Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 183
Tabla 236 Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 184
Tabla 237 Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 184
Tabla 238 Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 184
Tabla 239 Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 185
Tabla 240 Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 185
Tabla 241 Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 186
Tabla 242 Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 187
Tabla 243 Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 187
Tabla 244 Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 188
Tabla 245 Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 189
Tabla 246 Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 189
Tabla 247 Resultados de la concentración de Litio (Li) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 190
Tabla 248 Resultados de la concentración de Litio (Li) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 191
Tabla 249 Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1. 191
Tabla 250 Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2. 192
Tabla 251 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 193
Tabla 252 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 193
Tabla 253 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 194
Tabla 254 Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 195
Tabla 255 Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 195
Tabla 256 Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 196
Tabla 257 Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 196
Tabla 258 Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 197
Tabla 259 Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 197
Tabla 260 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D1. 198
Tabla 261 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D2. 198

Tabla 262 Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D1. 199
Tabla 263 Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D2. 200
Tabla 264 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 201
Tabla 265 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 201
Tabla 266 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 202
Tabla 267 Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 203
Tabla 268 Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 203
Tabla 269 Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 204
Tabla 270 Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 204
Tabla 271 Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2. 205
Tabla 272 Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3. 205
Tabla 273 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1. 206
Tabla 274 Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D2. 206
Tabla 275 Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D1. 207
Tabla 276 Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D2. 208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio 22
Figura 2 Puntos de muestreo 39
Figura 3 Resultados del primer análisis de la concentración de minerales en el caudal del Rio Grande y la Quebrada Quishuar 45
Figura 4 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 46
Figura 5 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 47
Figura 6 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 47
Figura 7 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 48
Figura 8 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A 2 49
Figura 9 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 50
Figura 10 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 50
Figura 11 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 51
Figura 12 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 52
Figura 13 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 52
Figura 14 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 53
Figura 15 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 54
Figura 16 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 54
Figura 17 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 55
Figura 18 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 56
Figura 19 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 56
Figura 20 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 57
Figura 21 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 58
Figura 22 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 58
Figura 23 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 59
Figura 24 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 60
Figura 25 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 60
Figura 26 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 61
Figura 27 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 62
Figura 28 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 62
Figura 29 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 63
Figura 30 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 64
Figura 31 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 64
Figura 32 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 65
Figura 33 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 66
Figura 34 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 66
Figura 35 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 67
Figura 36 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 68
Figura 37 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 69
Figura 38 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2. 70
Figura 39 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 70
Figura 40 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 71
Figura 41 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2. 72
Figura 42 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 72
Figura 43 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 73
Figura 44 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 74
Figura 45 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 74
Figura 46 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 75
Figura 47 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 76
Figura 48 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 76
Figura 49 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1 77
Figura 50 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2 78
Figura 51 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1 78
Figura 52 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2 79
Figura 53 Resultados de Bario (Ba) VS ECA III Subcategoría D1 80
Figura 54 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1 81
Figura 55 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2 81

Figura 56 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D1 82
Figura 57 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D2 83
Figura 58 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1 83
Figura 59 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2. 84
Figura 60 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1. 85
Figura 61 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2. 85
Figura 62 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1. 86
Figura 63 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2. 87
Figura 64 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D2. 87
Figura 65 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2. 88
Figura 66 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D1. 89
Figura 67 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D2. 90
Figura 68 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1. 90
Figura 69 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2. 91
Figura 70 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1. 92
Figura 71 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2. 92
Figura 72 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1. 93
Figura 73 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2. 94
Figura 74 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1. 94
Figura 75 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2. 95
Figura 76 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1. 96
Figura 77 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2. 96
Figura 78 Resultados del primer análisis de la concentración de minerales en el caudal del Rio Grande y la Quebrada Quishuar 98
Figura 79 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 99
Figura 80 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 99
Figura 81 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 100
Figura 82 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 101
Figura 83 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A 2 101
Figura 84 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 102
Figura 85 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 103
Figura 86 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 103
Figura 87 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 104
Figura 88 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 104
Figura 89 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 105
Figura 90 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 106
Figura 91 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 106
Figura 92 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 107
Figura 93 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 108
Figura 94 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 108
Figura 95 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 109
Figura 96 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 110
Figura 97 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 110
Figura 98 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 111
Figura 99 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 112
Figura 100 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 112
Figura 101 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 113
Figura 102 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 113
Figura 103 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 114
Figura 104 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 115
Figura 105 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 115
Figura 106 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 116
Figura 107 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 116
Figura 108 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 117
Figura 109 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 117
Figura 110 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 118
Figura 111 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 119
Figura 112 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 120
Figura 113 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2. 120

Figura 114 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 121
Figura 115 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 121
Figura 116 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2. 122
Figura 117 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3. 122
Figura 118 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1. 123
Figura 119 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 123
Figura 120 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 124
Figura 121 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1 124
Figura 122 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2 125
Figura 123 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3 125
Figura 124 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1 126
Figura 125 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2 126
Figura 126 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1 127
Figura 127 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2 127
Figura 128 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1 128
Figura 129 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1 129
Figura 130 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2 129
Figura 131 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D1 130
Figura 132 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D2 130
Figura 133 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1 131
Figura 134 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2. 131
Figura 135 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1. 132
Figura 136 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2. 132
Figura 137 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1. 133
Figura 138 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2. 133
Figura 139 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D1. 134
Figura 140 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2. 135
Figura 141 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1. 135
Figura 142 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2. 136
Figura 143 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1. 136
Figura 144 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2. 137
Figura 145 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1. 137
Figura 146 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2. 138
Figura 147 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1. 138
Figura 148 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2. 139
Figura 149 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1. 139
Figura 150 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2. 140
Figura 151 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A1 141
Figura 152 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A2 142
Figura 153 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A3 142
Figura 154 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Clase A3 143
Figura 155 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Clase A2. 144
Figura 156 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A1. 145
Figura 157 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A2. 145
Figura 158 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A2. 146
Figura 159 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Clase A1. 147
Figura 160 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Clase A2. 147
Figura 161 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A1. 148
Figura 162 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A2. 149
Figura 163 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A3. 150
Figura 164 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A1. 150
Figura 165 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A2. 151
Figura 166 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A3. 152
Figura 167 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A1 152
Figura 168 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A2 153
Figura 169 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A3 154
Figura 170 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A1. 154
Figura 171 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A2. 155
Figura 172 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A3. 156

Figura 173 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A1. 156
Figura 174 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A2. 157
Figura 175 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A3. 158
Figura 176 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A1. 158
Figura 177 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A2. 159
Figura 178 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A3. 160
Figura 179 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A1. 160
Figura 180 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A2. 161
Figura 181 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A3. 162
Figura 182 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A1. 162
Figura 183 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A2. 163
Figura 184 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A3. 163
Figura 185 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Clase A1 164
Figura 186 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A1 165
Figura 187 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A2 166
Figura 188 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A3 166
Figura 189 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A1 167
Figura 190 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A2 168
Figura 191 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A3 168
Figura 192 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A1 169
Figura 193 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A2 170
Figura 194 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A3 170
Figura 195 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A2 171
Figura 196 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A2 172
Figura 197 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A3 172
Figura 198 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1 173
Figura 199 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2 174
Figura 200 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1 174
Figura 201 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2 175
Figura 202 Resultados de Bario (Ba) VS ECA III Subcategoría D1 176
Figura 203 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1 177
Figura 204 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2 177
Figura 205 Resultados de Boro (Bo) VS ECA III Subcategoría D1 178
Figura 206 Resultados de Boro (Bo) VS ECA III Subcategoría D2 179
Figura 207 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1 179
Figura 208 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2 180
Figura 209 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1 181
Figura 210 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2 181
Figura 211 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1 182
Figura 212 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2 183
Figura 213 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D1 183
Figura 214 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2 184
Figura 215 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D1 185
Figura 216 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D2 186
Figura 217 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1 186
Figura 218 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2 187
Figura 219 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1 188
Figura 220 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2 188
Figura 221 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1 189
Figura 222 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2 190
Figura 223 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1 190
Figura 224 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2 191
Figura 225 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1 192
Figura 226 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2 192
Figura 227 Resultados de pH VS ECA I Clase A1 193
Figura 228 Resultados de pH VS ECA I Clase A2 194
Figura 229 Resultados de pH VS ECA I Clase A3 194
Figura 230 Resultados de Conductividad VS ECA I Clase A1. 195
Figura 231 Resultados de Conductividad VS ECA I Clase A2. 196

Figura 232 Resultados de Turbidez VS ECA I Clase A1. 197
Figura 233 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A2. 197
Figura 234 Resultados de pH VS ECA I Clase D1. 198
Figura 235 Resultados de pH VS ECA III Clase D2. 199
Figura 236 Resultados de Conductividad VS ECA III Clase D1. 199
Figura 237 Resultados de Conductividad VS ECA III Clase D2. 200
Figura 238 Resultados de pH VS ECA I Clase A1. 201
Figura 239 Resultados de pH VS ECA I Clase A2. 202
Figura 240 Resultados de pH VS ECA I Clase A3. 202
Figura 241 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A1 203
Figura 242 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A2. 204
Figura 243 Resultados de conductividad VS ECA I Clase A1. 204
Figura 244 Resultados de conductividad VS ECA I Clase A2. 205
Figura 245 Resultados de pH VS ECA I Clase D1. 206
Figura 246 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D2. 207
Figura 247 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D1. 207
Figura 248 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D2. 208
Figura 249 Resultados químicos de primer análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca. 226
Figura 250 Resultados físicos de primer análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca. 227
Figura 251 Resultados químicos de segundo análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca. 228
Figura 252 Resultados físicos de segundo análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca. 229

RESUMEN

Esta investigación hace referencia a la evaluación de aguas superficiales para determinar la concentración de metales, pH, conductividad y turbidez de acuerdo al análisis físico – químico de la posible existencia de agentes contaminantes en el Río Grande la cual se une con la quebrada Quishuar - San José. Para esto hemos realizado una revisión de los conceptos generales de las propiedades físico – químicas del agua.

Para llevar a cabo el análisis de agua, se procedió a realizar la toma de muestras en cuatro puntos, con una distancia de 1000 m aproximadamente, uno del otro, tenemos a la primera muestra en el Río Grande, la segunda en la quebrada el Quishuar, la tercera en la unión de estas dos y finalmente una muestra en su intersección donde los caudales de ambos se encuentran ya mezclados.

En el informe del análisis de agua se determinaron las propiedades físico – químicas, dentro de las cuales consideramos la turbidez, pH y conductividad; análisis que se logró gracias al Laboratorio Regional del Agua.

Concluyendo que de todos los minerales analizados en época de sequía el aluminio excede en los límites establecidos por el ECA I y ECA III, haciendo que esta agua no sea recomendables para ser potabilizada ni para el riego de vegetales y bebida de animales, y en época de lluvia la concentración de aluminio disminuyo notablemente debido a la dilución por el incremento de agua y esto hace que los valores estén por debajo de los límites establecidos por el ECA y pueda ser recomendable para su potabilización, su uso en riego de vegetales y bebida de animales.

Palabras clave: concentración, análisis físico-químico, caudal, ECA, límites.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad uno de los principales problemas ambientales es la contaminación de las aguas, este problema es causante de conflictos sociales y por ende termina perjudicando la imagen de la minería que no es la culpable. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares (Ahumada-Sempoal & Ruiz-García, 2008). Por ello analizaremos el agua de la quebrada Quishuar y Río Grande que se ubica en el centro Poblado Tual (ver tabla 1). Donde evaluaremos el nivel de contaminación, presencia de metales, pH, conductividad y turbidez del agua presentes en estos, además verificaremos si existe drenaje ácido y contaminación en dicha zona. Esto lo realizaremos haciendo una comparación con los estándares de calidad ambiental (ECA).

Tabla 1

Ubicación Política del centro poblado Tual

DISTRITO :	Cajamarca
PROVINCIA :	Cajamarca
REGIÓN :	Cajamarca
UBIGEO :	60101
LATITUD SUR :	7° 3' 43.7" S (-7.06213665000)
LONGITUD OESTE :	78° 33' 11.6" W (-78.55323364000)
ALTITUD :	3431 msnm

Fuente: Elaboración propia

El centro poblado de Tual se encuentra ubicado a 22 Km de la ciudad de Cajamarca. Aproximadamente a 1h en las mejores condiciones rumbo a la dirección de la carrera hacia Bambamarca. Aproximadamente a 9 Km de la vía principal se ingresa por un desvió que es una trocha, para poder llegar al área de estudio. (Ver figura 1)

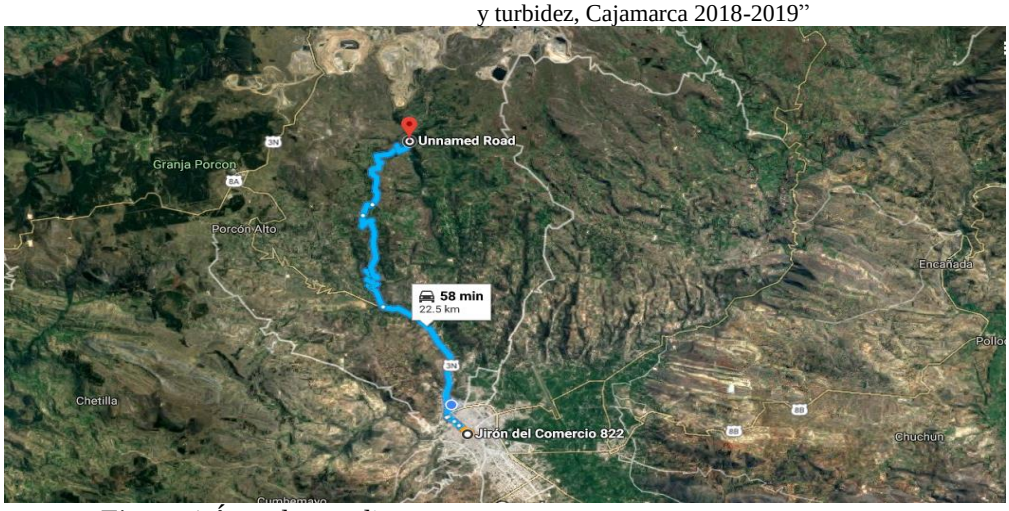

Figura 1 Área de estudio
Fuente: Elaboración Propia

El Río Grande y la Quebrada Quishuar está ubicado en el norte del Perú en la región Cajamarca, provincia de Cajamarca y forma parte de la vertiente del Atlántico. Limita por el norte con la cuenca del río Llaucano, por el sur con la cuenca del río Chusgón, por el sureste con la subcuenca del río San Miguelino, y por el suroeste con la subcuenca del río Chonta.

Este recurso hídrico tiene su origen en el cerro Quilish, entre sus principales tributarios tenemos a los ríos Quilish, Porcón, Ronquillo por la margen derecha, y la quebrada Encajón por la margen izquierda. La longitud del río Grande (Mashcón) es de 30 Km aproximadamente. El caudal promedio anual estimado del río Grande en Mashcón es aproximadamente 2 900 L/s. Así mismo, este curso superficial recorre los distritos Encañada, Baños del Inca y Cajamarca de la provincia de Cajamarca. (DIRESA, 2007)

Álvarez (2016) desarrollo un trabajo de investigación titulado: medición de las propiedades geoquímicas del drenaje de Agua subterránea del nivel 6 y del relave del pasivo Ambiental de la mina paredones y su contaminación en el río San pablo - san Bernardino - marzo 2016": cuyo objetivo fue Medir las propiedades geoquímicas del

drenaje de agua subterránea del nivel 6 y del relave del pasivo ambiental de la Mina Paredones, para determinar el nivel de contaminación en el río San Pablo. Llegando a la conclusión que en tiempo de sequía existe alta concentración de Pb en el agua del Río San Pablo y de As, Fe y Zn dentro de la galería del nivel 6. En tiempo de lluvia sólo existe concentración muy alta de Cu, Fe, Pb y Zn en la escorrentía del depósito de relave. Así mismo, evaluó y analizó la concentración de metales de As, Cu, Fe, Pb, Zn; resultando que en tiempo de sequía y en tiempo de lluvia existe mayor concentración de metales, Sin embargo esta concentración de metales son contaminantes para el agua del Río San Pablo; pero al entrar en contacto con el agua de este río con el caudal se diluye, por ello después de la prueba de hipótesis se concluye que no existe contaminación en el agua del río San Pablo. Al final realizo una comparación con los límites establecidos con el ECA, que no existe contaminación en el río San Pablo, concluyendo que en tiempo de sequía y lluvia no existe contaminación por As, Cu, Fe, Pb, Zn en el río San Pablo.

Hinojosas (2002) Título de investigación es: "Drenaje Ácido de San Quintín: Estudio y Alternativas de Remediación" ciudad Real España: Su objetivo fue estudiar las aguas superficiales en la zona de San Quintín que a contaminación de la minería se refiere, en función a los métodos de campo (determinación del pH), y análisis químicos en el laboratorio (cuantificación de metales pesados: Hg, As, Cd, Cu, Pb, Zn y pH y conductividad). Las muestras para los análisis fueron recogidas de:

- SQ-4: Aguas de las escombreras de San Quintín Este.
- SQ-15: Aguas abajo del anterior, proceden de un vertido de alpechín.
- SQ-35: Arroyo de San Quintín Oeste (SQW), cerca de la desembocadura en el Arroyo de la Mina.

- SQ-41: Arroyo de SQW aguas arriba del anterior, cerca de las escombreras.
- SQ-46: Charcón del centro de la escombrera de San Quintín Oeste.
- SQ-51: Arroyo de la Mina cerca de la desembocadura en el Río Tirteafuera.

En el Anexo N° 1 se muestra los resultados de los Análisis Químicos donde se observa los valores más altos en metales pesados se encontraron en muestras de agua procedentes de las escombreras: SQ-4 y SQ-46, donde se tienen también pH más bajos (2.2 y 2.49 respectivamente), a excepción del Pb que presenta mayor concentración en muestras con pH más altos (SQ-15 con 41.326 ppm de Pb); y los valores más bajos se obtuvieron en muestras de agua de zonas más alejadas de las escombreras (a mayor distancia menor concentración en metales). Con el agua de lluvia las muestras no han sufrido una variación significativa en cuanto al pH, a excepción de las aguas de mayor acidez de San Quintín Oeste que han aumentado. Los valores más bajos de conductividad los presentan las muestras recogidas en el Río Tira afuera y en el Arroyo de la Mina, les siguen las muestras tomadas en San Quintín Oeste, y las de San Quintín Este con los valores más altos. Estos resultados revelan indicios de contaminaciones parcialmente en la zona de escombreras de San Quintín Este y proximidades. Comparando los valores de pH y conductividad, se aprecia que generalmente las aguas más ácidas presentan mayor conductividad y por tanto mayor contenido en sales.

Llegando a los resultados obtenidos del pH. De acuerdo a los puntos de muestreo cuyos valores obtenidos son: Arroyo y zona de San Quintín Este: Al Este de las escombreras de mina presentan aguas del drenaje con un valor de pH de 6.5. Arroyo de San Quintín Oeste: En el área de escombreras el pH desciende hasta valores (2.49 y 2.56) presenta valores de carácter ácido a débilmente ácido, aguas abajo (valores en torno a 4.62). Arroyo de la Mina: Este arroyo en la zona Este presenta valores aceptables de 7.1,

arroyo de San Quintín Oeste desemboca Arroyo de la Mina cuando se aprecian los valores ácidos (los valores de pH oscilan entre 5.20 y 6.05.). Río Tirteafuera: Se detectan valores de contaminación ácida que pueda relacionarse con el efecto de la mina San Quintín (pH próximo a 7.35).

Nieves, (2015) en su investigación: "Evaluación de la calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca, Pampas, Pallasca. Ancash. Perú 2014.", dedujo lo siguiente: En el Anexo N° 2 se muestra los resultados del análisis del agua que se realizó, considerando los ocho puntos de muestreo, los puntos 1 (rio Pelagatos) y 7 (rio Conchucos) muestran un pH de 8.0 siendo el más alto con respecto a los otros puntos, contrariamente el punto 5 (rio Puente Piedra) tiene el pH más bajo con un valor de 6.7. El análisis para aluminio se realizó a los puntos 4 (rio Puente Hondo) y 5 (rio Puente Piedra) de los cuales en el punto 4 tiene 0.16 mg/L sin embargo el punto 5 no presenta este parámetro. Concluyo que los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encentran dentro de los límites establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua, según el DS 002-2008-MINAM.

Minaya, (2017) en su tesis: "Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente-vaciante. Iquitos. Perú. 2016". En el Anexo N° 3 se muestra los valores obtenidos de los parámetros analizados en la zona representativa de la estación de muestreo 1, la cual se encuentra a 200 metros del canal de entrada del río Nanay a la Laguna. Se observa que los parámetros que no cumplen con los ECA para agua son: pH, el cuál oscila entre 5.0 y 5.5, Oxígeno Disuelto (en las dos primeras salidas),

encontrado entre 3.8 y 4.0 mg/L y Sólidos Totales Suspendidos, los cuales se encuentran entre 34.76 y 52.50 mg/L. En el Anexo N° 4 se muestra los valores obtenidos de los parámetros analizados en la zona representativa de la estación de muestreo 2, la cual se encuentra a 200 metros de la desembocadura de la Laguna en el lago Moronillo. Se observa que los parámetros que no cumplen con los ECA para agua son: pH, el cuál oscila entre 5.0 y 5.5, Oxígeno Disuelto, encontrado entre 4.0 y 5.8 mg/L, Sólidos Totales Suspendidos, los cuales se encuentran entre 41.48 y 50.36 mg/L y a diferencia de la Estación 1, en esta Estación también tenemos valores de Coliformes termotolerantes que sobrepasan a los valores del ECA para agua, siendo sus valores de 920 a más de 1600 NMP/100 ml. Se reporta que los niveles de pH no encajan con los niveles de ECA-Agua aprobadas por la normatividad ambiental. Los Estándares de Calidad indican que el valor óptimo de este parámetro se encuentra entre 6.5 y 9.0, en contraste los resultados obtenidos es de 5.2 en ambas estaciones de muestreo, indicando niveles de acidez de moderado a fuerte en la Laguna. De acuerdo a los análisis, se encontró que los Sólidos Suspendidos Totales (TSS) no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, se obtuvieron valores promedio de 45.7 mg/L para la Estación 1 y de 46.51 mg/L para la Estación 2, ambos superan los 25 mg/L, valor considerado óptimo por la normatividad ambiental; este parámetro supera su Estándar en casi 100%. De acuerdo a los parámetros evaluados, se encontró que la Temperatura, Transparencia, Oxígeno Disuelto, Turbidez y Sólidos Totales Disueltos (TSS) mostraron un comportamiento relacionado al nivel de las aguas durante el tiempo de estudio; las variables de Temperatura y Transparencia mostraron valores decrecientes conforme lo hacía el nivel de las aguas de la laguna, las variables restantes mostraron un comportamiento opuesto. Por otra parte, los parámetros: pH, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos (TDS), Nitrato, Amoniaco, DBO5 y

Coliformes Termotolerantes mostraron un comportamiento irregular o no cambiaron sus concentraciones durante la investigación por lo que se puede decir que estas variables son independientes al volumen del agua del cuerpo de agua.

(Corzo, 2015), en su tesis de Maestría "Impacto de los pasivos ambientales mineros en el recurso hídrico de la microcuenca quebrada Párac, distrito de San Mateo de Huanchor, Lima", en la Pontificia Universidad Católica del Perú, indica que los pasivos ambientales mineros constituyen una de las principales fuentes de contaminación del recurso hídrico porque exponen al ambiente los sulfuros y, como resultado, estos producen drenaje ácido de mina. Estas aguas ácidas liberan los metales y metaloides (Pb, Cd, Cu, Mn, Zn y As) los cuales son transportados por los cursos de agua y pueden llegar hasta el hombre por medio de la bioacumulación en la cadena trófica. Este es el caso de los relaves de la antigua Compañía Minera Millotingo ubicados en el cauce del río Aruri en la parte alta de la microcuenca quebrada Párac, distrito de San Mateo de Huanchor, donde, aguas abajo, las comunidades de San José de Párac y San Antonio utilizan este recurso para regar sus cultivos de papa y alfalfa en época de estiaje. Por medio de la evaluación de calidad de agua tanto del río Rímac como del río Aruri, se comprobó que el río Aruri aporta con algunos elementos tóxicos al río Rímac. Del muestreo exploratorio realizado Cd, Fe, Mn y Zn se encuentran en mayor cantidad cerca a los relaves y disminuyen aguas abajo. Todas estas sustancias son aportadas al río Rímac. No obstante, el As mostró un comportamiento diferente y el río Aruri no contribuye con este elemento al río Rímac. De la comparación del análisis químico del agua de los ríos Aruri y Rímac con los diferentes estándares de calidad de agua, se encontró que, para algunos criterios como el de Oregón, Estados Unidos, estas aguas están altamente contaminadas con As, una de las sustancias más

tóxicas y carcinógenas conocidas. Para otros criterios como el de Colombia y Perú estas aguas están no superan el límite de As para el caso del río Aruri, y están ligeramente contaminadas para el caso del río Rímac. Del análisis químico de metales totales y disueltos, se concluye que la mayoría de estos se encuentran en forma disuelta (iónica), lo cual incrementa su movilidad y biodisponibilidad. Estudios sobre la papa y alfalfa afirman que presentan características de hiperacumulación de metales y metaloides, las que dependen de procesos fisicoquímicos y de factores ambientales. Ambos cultivos son obtenidos por las comunidades San José de Párac y San Antonio mediante riego. La alfalfa es utilizada para alimentar al ganado y, con ello, se incrementa la probabilidad de llevar contaminantes a los comuneros por medio de la cadena trófica. No obstante, no se puede afirmar si los comuneros están expuestos a un riesgo alto debido a que no se conoce el patrón de comportamiento de absorción de sustancias tóxicas tanto en la papa como la alfalfa a condiciones ambientales de la microcuenca quebrada Párac.

Armas (2009) realizó una investigación titulada "Caracterización Física, Química y Biológica aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Perú, cuyo objetivo fue caracterizar física, química y biológica el agua de los ríos ya mencionados; en la cual se obtuvieron los siguientes resultados: De la caracterización física, química y biológica del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi se tiene que la turbidez promedio del río Paranapura en época seca supera el valor límite (100 UNT) establecido en los ECAS para la Categoría I, Sub categoría A2,con un valor de 434 UNT y 463.33 UNT, en las estaciones 17 y 18, respectivamente; mientras que, en época lluviosa la concentración promedio de Hierro registrado en el río Huallaga, Paranapura y Shanusi fue de 2.4

mg/L, 2,4 mg/L y 2.613 mg/L y, en época seca fue de 3.14 mg/L, 20.59 mg/L y 6.34 mg/L, superando el valor límite (0.3 mg/l) establecido en la Norma Ecuatoriana. Concluyó que las concentraciones de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) superan los límites máximos permisibles en las dos épocas del año, según lo establecido en la Norma Ecuatoriana y en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aguas (ECAS) de Clase VI y II; además los parámetros temperatura, pH, turbidez, Manganeso y hierro son los que presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año.

Según Yacoub López, C. (2007) en el proyecto que se realizó "el estudio de la situación de vulnerabilidad medioambiental, específicamente del recurso hídrico, causada por la empresa Minera Yanacocha S.R.L (MYSRL)". La empresa minera es origen de conflictos en relación al agua, por su situación (cabecera de cuatro cuencas hidrográficas) y por la contaminación en la cantidad y calidad de sus aguas percibida por la población local. Para conocer los posibles impactos del agua causados por la empresa minera se debe destacar la complejidad causada por la gran extensión de la mina (unos 160 km2) y la diferente localización de cada una de sus actividades, distribución y logística. Una vez distinguidas las actividades llevadas a cabo por la minera, se han detectado las posibles afectaciones al medio ambiente, especialmente al recurso agua, debidas a algún fallo en el sistema o por una situación climatológica desfavorable. Además, se ha estudiado la afectación de la calidad de las aguas a partir de un monitoreo realizado por una consultora durante el período 2002 - 2003 en la zona. Así se determinó la contaminación generada por metales pesados aguas abajo de MYSRL. Esto también sirvió para conocer si existía una contaminación debido a las actividades llevadas a cabo por Minera Yanacocha al comparar datos afectados por la

minería con puntos determinados como blancos ambientales. También se determinó comparar las medidas de seguridad y minimización de impactos utilizadas por MYSRL con la nueva normativa Europea sobre minería, que refleja la experiencia europea sobre minería y sus pasivos ambientales. A partir de este estudio se concluye que Minera Yanacocha tiene cinco aspectos medioambientalmente vulnerables: la pila de lixiviación, los embalses, la gestión de drenaje ácido, la gestión de las aguas naturales, y el uso de las plantas de tratamiento. Al mismo tiempo se identifican diversos aspectos a mejorar por parte de la empresa minera (recogidas en la propuesta de actuación), donde además la implementación de mejoras para las vulnerabilidades detectadas, se propone mejoras relacionadas con la población local: mayor transparencia y comunicación sobre monitoreo del agua, planes de seguridad, de emergencia y de prevención de desastres. Se han detectado cinco zonas de gran vulnerabilidad medioambiental, principalmente hacia el recurso agua, en el distrito minero. El riesgo causado por los drenajes ácidos de mina sigue constituyendo un aspecto de vulnerabilidad a tener en cuenta, aunque existan numerosas medidas al respecto, principalmente por la acidez natural de algunas aguas de la zona y por la climatología local, especialmente en época de lluvias.

OEFA (2014) nos informa que Minera Yanacocha contamina con aguas ácidas a la comunidad de San José y al Río Grande que provee las aguas para el consumo de la ciudad de Cajamarca. El depósito de desmonte San José - Parte Sur, perteneciente a la Unidad Minera Chaupiloma Sur de Minera Yanacocha, hay drenaje de aguas ácidas que exceden en 200% los límites máximos permisibles, el cual discurre sobre el suelo hasta llegar a la quebrada Quishuar San José, cuya agua es captada por el canal San José Río Grande.

Rodríguez (2015). Universidad César Vallejo - Cajamarca. El trabajo de investigación "Parámetros fisicoquímico del agua para consumo humano en el manantial Peña Blanca - Pauca, Paccha - Chota 2015" con el objetivo de establecer los niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua, del manantial Peña Blanca, Pauca - Paccha comparando los resultados de las muestras con los estándares de calidad establecidos en el D.S 002 - 2008 MINAM elaborado por el Ministerio del Ambiente, y analizar si al agua es idónea para el gasto humano. Las propiedades fisicoquímicas medidas fueron: (color, turbidez, pH, conductividad, sulfato, dureza total, sólidos disueltos totales, cianuro total, fosforo, fluoruro, cloruro, nitrito, bromuro, nitrato, cianuro libre, oxígeno disuelto, DBO5, DQO, nitrógeno amoniacal, material flotante). Se logró resultados que fueron comparados con los ECAS, generando el cumplimiento con dicho Decreto, porque están por debajo de los LMP establecido por dicha normativa.

Según Patricia Rojas (2015) en su proyecto de investigación de la "gestión del agua en cuencas en minería", destaca que en la actual Gestión de Recursos Hídricos del Perú (GRH), en las cuencas donde además de las actividades agrarias existen proyectos mineros, presenta restricciones y limitaciones para garantizar la sostenibilidad ambiental del agua y el derecho de las poblaciones para acceder a la misma. A partir de un caso de estudio, se han identificado y analizado estas limitaciones en los componentes que estructuran la GRH (política, estructura organizativa e instrumentos de gestión), y que pueden extrapolarse a otras cuencas con características similares. Así, en la cuenca del Porcón, la minería a gran escala, a cielo abierto, en cabeceras de cuenca y utilizando lixiviación con cianuro, limita la sostenibilidad de la cuenca para

renovar el agua, debido a que las actividades de explotación del mineral alteran la configuración topográfica del suelo, destruye la cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica, deseca las fuentes naturales de agua y altera la calidad y cantidad de agua superficial y subterránea de la zona de recarga hídrica. Todo ello, afecta la calidad, cantidad y disponibilidad del agua que consumen las poblaciones de la cuenca, y junto a otros impactos del tipo social le demandan a la GRH características particulares que la actual gestión no la tiene.

Tirado, (2013) en la Tesis, "Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la calidad de agua que accede a la planta de tratamiento Casigana y estrategias para evitar su contaminación", Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica; en la metodología considera la revisión documental, trabajo experimental y de laboratorio para determinar la calidad del agua. Se analizó 25 parámetros diferentes durante dos etapas: la primera tomada como época lluviosa del mes de mayo a junio y la segunda época seca de agosto a septiembre. Mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Plus, se compararon las diferencias de las características fisicoquímicas y microbiológicas. En cuanto a las conclusiones del estudio se determinó que inicialmente durante la época lluviosa, la mayoría de los factores de estudio sí cumplen con los valores permitidos, con excepción de 3 factores que sobrepasan dichos límites como son amonio, detergentes y coliformes fecales. En la época seca del mes de julio y agosto en donde las lluvias son escasas los valores incrementaron considerablemente, aun así no sobrepasaron los límites. Para la calificación de la calidad del agua del canal Ambato-Huachi-Pelileo de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estudiados a lo largo de la investigación y a los valores asignados en el índice de

calidad del agua, se determinó que la calidad del canal en su origen y trayectoria durante la época lluviosa se presenta "Ligeramente contaminada", mientras que durante la época seca y el aumento de los valores en los resultados de los factores estudiados, el agua se presenta "Mediamente Contaminada".

Gamonal Priscila, (2004) nos dice que el drenaje ácido de mina (DAM) es el agua contaminada originada de la explotación minera, ya sea superficial o profunda, típicamente de alta acidez, rica en sulfato y con niveles elevados de metales pesados, principalmente hierro, manganeso y aluminio. Debido a la alta cantidad de hierro oxidado, el drenaje ácido de la mina es a menudo rojizo coloreado. Las concentraciones medidas del drenaje de la mina de carbón se extienden a partir del 50 a 300 mgFe/L, 20 a 30 mgMn/L, 20 a 2000 mg SO4 2 -/L, y 3,0 a 5,5 unidades estándares del pH.

(Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en la descarga a los cuerpos receptores en el ambiente. El propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental sofisticados y de evaluación detallada.

ECA I: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

   A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

   A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

   A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

B1. Contacto primario

B2. Contacto secundario

ECA II: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras.
b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras.
c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.
d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

ECA III: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales
   a. Agua para riego no restringido
   b. Agua para riego restringido
b) Subcategoría D2: Bebida de animales

ECA IV: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos
b) Subcategoría E2: Ríos
   a. Ríos de la costa y sierra
   b. Ríos de la selva
c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos
   a. Estuarios
   b. Marinos

La minería es la obtención selectiva de los minerales y otros materiales de la corteza terrestre. También se denomina así a la actividad económica primaria relacionada con la extracción de elementos de los cuales se puede obtener un beneficio económico. Dependiendo del tipo de material a extraer la minería se divide en metálica y no metálica. Los métodos de explotación pueden ser a cielo abierto o subterráneo. Ministerio de Energía y Minas (2005).

Las aguas de minas son fuentes potenciales de generación de aguas residuales, sí están acompañadas de: Concentraciones de sólidos suspendidos por encima de la norma

- PH por debajo o por encima de las normas
- Altas concentraciones de metales disueltos tales como plomo, cobre, zinc, hierro, manganeso. Arsénico, mercurio, selenio, níquel, Cadmio y otros.

En cualquiera de estos casos, las aguas de minas necesitarán tratamiento, antes de ser vertidas al ambiente. (BULLÓN, 2012)

El pH es el logaritmo de la reciproca de la concentración de ion hidrogeno en una sustancia o medio. La escala del pH en los sistemas de agua varía de 0 a 14; las soluciones ácidas tienen un pH menor a 7, las soluciones básicas tienen un pH superior a 7 y las neutras uno cercano a 7. La concentración del hidrogeno puede ser medida con un pHmetro o papeles tornasol. (Mihelcic, 2008).

Las propiedades fisicoquímicas son aquellas que se pueden medir sin que se afecte la composición o la identidad de la sustancia. Ejemplo de estas propiedades son la densidad, el punto de fusión, el punto de ebullición, entre otras. (Giraldo, 2015)

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm de diámetro, de esta manera una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias (Metcalf y Eddy, 1995; APHA, 2005) (Marcó et al., 2004).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la concentración de metales, pH, conductividad y turbidez al evaluar el agua de la quebrada Quishuar y Río Grande, realizando el análisis físico – químico del agua?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la concentración de metales, pH, conductividad y turbidez para determinar el nivel de contaminación en las aguas superficiales de la Quebrada Quishuar y Río Grande.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las aguas de la descarga de la empresa minera en estudio en Río Grande y Quebrada Quishuar, su unión y su intersección.
- Comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental según la legislación vigente (DS 004-2017-MINAM).
- Determinar el nivel de contaminación en las aguas superficiales de los 4 puntos de muestreo en estudio.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Realizando un análisis físico – químico del agua se evaluara la concentración de metales, pH, y turbidez para determinar el nivel de contaminación en las aguas superficiales de la quebrada Quishuar y Río Grande.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con el reporte del laboratorio químico se tendrá resultados físico – químicos y se podrá caracterizar las aguas de la descarga de la empresa minera en estudio en los cuatro puntos de muestreo.
- Con la evaluación de los resultados físico – químicos se podrá comparar con los Estándares de Calidad Ambiental según la legislación vigente (DS 004-2017-MINAM).
- Si los resultados físico – químicos son superiores a los límites establecidos por los ECAs, se determinara el nivel de contaminación de las aguas superficiales de los 4 puntos de muestreo en estudio.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es Aplicada. El tipo de investigación es No Experimental, Descriptiva con diseño longitudinal.

Sampieri (2014) menciona que la investigación cumple dos propósitos fundamentales: Una de ellas es producir conocimiento y teorías, es el fundamento de la investigación básica y la otra es resolver problemas, tenemos a la investigación aplicada. La investigación podría definirse como No Experimental, cuando se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. El nivel de investigación es Descriptivo con diseño Longitudinal cuando se recolectan datos sobre una nueva área, conceptos, variables, contextos, comunidades o fenómenos, en dos o más momentos o puntos en el tiempo (época de sequía y época de lluvia), para realizar inferencias acerca del nivel de contaminación.

2.2. Población y muestra

La población en estudio lo constituye las descargas de agua en la quebrada Quishuar y Río Grande para los años 2018 y 2019.

La muestra lo constituye 1 litro de agua, basado en que esta capacidad es lo mínimo de muestra solicitado por el Laboratorio Regional de Cajamarca para los análisis respectivos.

Se realizó un total de 4 tomas de muestras en diferentes puntos estratégicos, de tal manera que la muestra RG1 fue tomada en la corriente del Río Grande, Q1 fue tomada en la corriente de la quebrada Quishuar, U1 en la unión de estas e I1 en la corriente de estas ya mezcladas. Para la segunda toma también se realizaron en los mismos puntos de muestreo.

Figura 2 Puntos de muestreo
Fuente: Elaboración Propia

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

De recolección de datos

Las técnicas empleadas fueron la observación, experimentación y análisis documental.

Con la observación se determinó los puntos de muestreo y que el caudal de agua fue el apropiado para la toma de muestra; también se evaluó que el frasco este rotulado y limpio.

Con la técnica de experimentación se recolecto la muestra de agua y In Situ se trató de medir la temperatura con el equipo multiparametro, no lográndose tener estas lecturas por la alta variación de datos en el equipo. También se colocaron algunas gotas de

ácido nítrico para preservar las muestras y no se segreguen los metales pesados en el fondo del depósito. De igual manera con el frasco para el análisis de pH se tuvo mucho cuidado en la toma de muestras y no cargar lodo para así no alterar su pH.

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son:

- Formato de recolección de datos de concentración de metales en época de sequía y época de lluvia ver Anexo N° 5.
- Formato de recolección de datos de concentración de metales en ambas épocas de sequía y lluvia ver Anexo N° 5.
- Formato de recolección de datos para pH en época de sequía y época de lluvia ver Anexo N° 5.
- Formato de recolección de datos para turbidez en época de sequía y época de lluvia ver Anexo N° 5.
- Formato de recolección de datos para conductividad en época de sequía y época de lluvia ver Anexo N° 5.

De análisis de datos:

Los resultados físico - químicos del informe de ensayo del Laboratorio del Gobierno Regional del Agua, fueron tabulados en Excel, estos fueron procesados en gráficos estadísticos para luego ser analizados e interpretados con la finalidad de determinar los niveles de concentración de los minerales y compararlos con los límites establecidos por el ECA I y ECA III.

2.4. Procedimiento

a) Pre Campo

Al inicio de nuestra investigación lo primero que realizamos fue obtener información acerca de nuestra zona de muestreo para luego realizar una planificación, teniendo en cuenta la facilidad de acceso, las rutas y los materiales que íbamos a utilizar, para esta planificación acordamos visitar nuestros puntos de muestreo en 4 ocasiones: la primera para identificar la zona de muestreo, la segunda ocasión para hacer las primeras tomas de análisis de muestreo en época de sequía, la tercera fuimos con la intención de tomar muestras para el segundo análisis pero observamos que las condiciones eran similares al primer muestreo donde el caudal de agua estaba bajo por lo que decidimos regresar en época de lluvia, la cuarta ocasión fue en época de lluvia donde se realizó la toma de muestra para el segundo análisis.

b) En campo

Lo primero que realizamos fue el reconocimiento del área de estudio donde hicimos el recorrido de la zona y verificamos los accesos al área, además definimos los puntos donde se tomarían las muestras.

Los puntos de muestreo se tomaron de la siguiente manera:

Nombramos a la muestra N°1 RG1 ya que fue tomada en el caudal del Río Grande, a la muestra N°2 Q1 porque fue tomada en el caudal de la Quebrada Quishuar, la muestra N°3 U1 porque fue tomada en donde ambos caudales se unían, y la muestra N°4 I 1 porque fue tomada en el caudal del Río Grande y la Quebrada Quishuar donde ambos están ya mezclados y forman un solo caudal.

Las muestras de agua fueron recogidas, rotuladas en recipientes de color blanco que previamente fueron esterilizadas, estos recipientes fueron proporcionados por el laboratorio de análisis de agua en Cajamarca.

Luego que terminamos de recoger las muestras nos dirigimos hacia el laboratorio regional de Cajamarca para que estas sean analizadas, luego de una semana nos entreguen un informe con el contenido y la concentración de metales pesados.

c) En gabinete

Una vez obtenidos los resultados de las muestras, se procedió a procesar los datos, analizar, elaborar e interpretarlos utilizando el programa excel.

Así mismo, se realizó una comparación con los Estándares de Calidad para luego analizar y sacar las conclusiones.

Se procedió de la misma manera para realizar la segunda toma de muestras.

Luego se procedió a realizar la redacción del informe que contiene los resultados de la investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.3. RESUMEN DE LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

ECA I: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección
A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

B1. Contacto primario
B2. Contacto secundario

ECA II: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras
b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras
c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras
d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

ECA III: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a) Subcategoría D1: Riego de vegetales
    a. Agua para riego no restringido
    b. Agua para riego restringido
b) Subcategoría D2: Bebida de animales

ECA IV: Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos
b) Subcategoría E2: Ríos
    a. Ríos de la costa y sierra
    b. Ríos de la selva
c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos

    a. Estuarios
    b. Marinos

3.4. RESULTADOS DE PRIMER ANÁLISIS

Tabla 2

Resultados de la concentración de minerales en el caudal del Río grande y la Quebrada Quishuar.

METALES TOTALES

Parámetro	RG1	U1	I1	Q1
Plata	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Aluminio	5.883	5.457	5.147	0.269
Arsénico	<LCM	0.005	<LCM	<LCM
Boro	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Bario	0.021	0.022	0.024	0.05
Berilio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Bismuto	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Calcio	223.5	201.4	185.1	25.41
Cadmio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobalto	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cromo	<LCM	<LCM	<LCM	0.003
Cobre	0.048	0.044	0.039	<LCM
Hierro	0.345	0.343	0.343	0.094
Potasio	3.823	4.197	3.778	1.502
Litio	0.014	0.013	0.013	<LCM
Magnesio	4.648	4.666	.4.403	3.195
Manganeso	0.089	0.089	0.073	0.036
Molibdeno	<LCM	0.004	<LCM	<LCM
Sodio	8.345	8.825	9.86	13.06
Niquel	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Fosforo	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Plomo	<LCM	<LCM	0.005	<LCM
Azufre	165.9	173.4	157.7	24.15
Antimonio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Selenio	<LCM	<LCM	0.028	<LCM
Silicio	3.009	3.397	3.83	10.74
Estroncio	0.752	0.735	0.698	0.256
Titanio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Talio	0.01	0.007	0.008	<LCM
Uranio	<LCM	0.007	0.007	0.006
Vanadio	0.026	0.012	0.019	<LCM
Zinc	0.026	0.025	0.027	<LCM

Fuente: Laboratorio regional del agua

- LCM: Límite de cuantificación

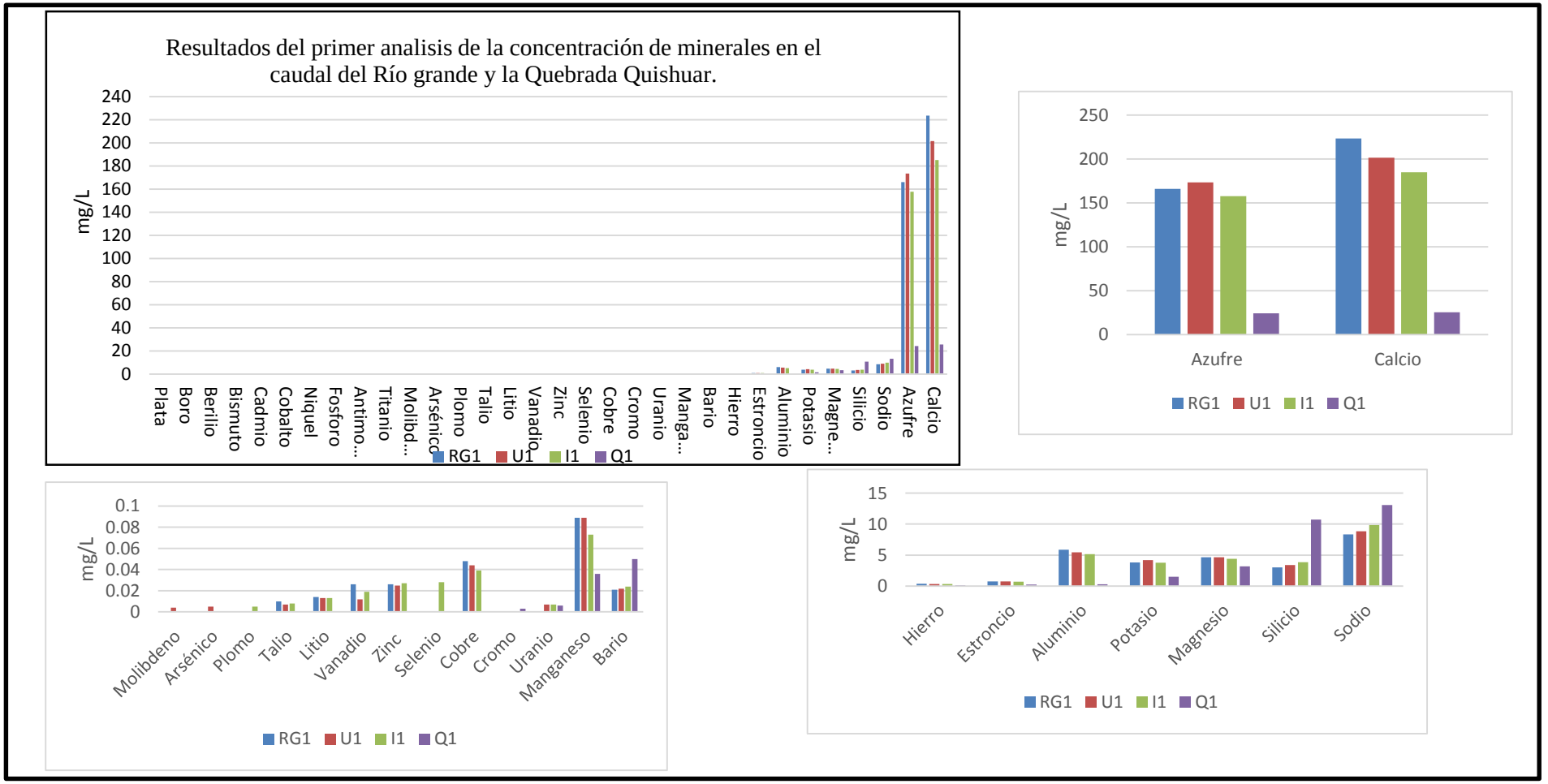

Figura 3 Resultados del primer análisis de la concentración de minerales en el caudal del Rio Grande y la Quebrada Quishuar
Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE PRIMER ANÁLISIS DE RESULTADOS EN TIEMPO DE SEQUÍA CON EL ECA I (Poblacional y Recreacional)

3.5. Resultados de la concentración del Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 3

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: Elaboración Propia

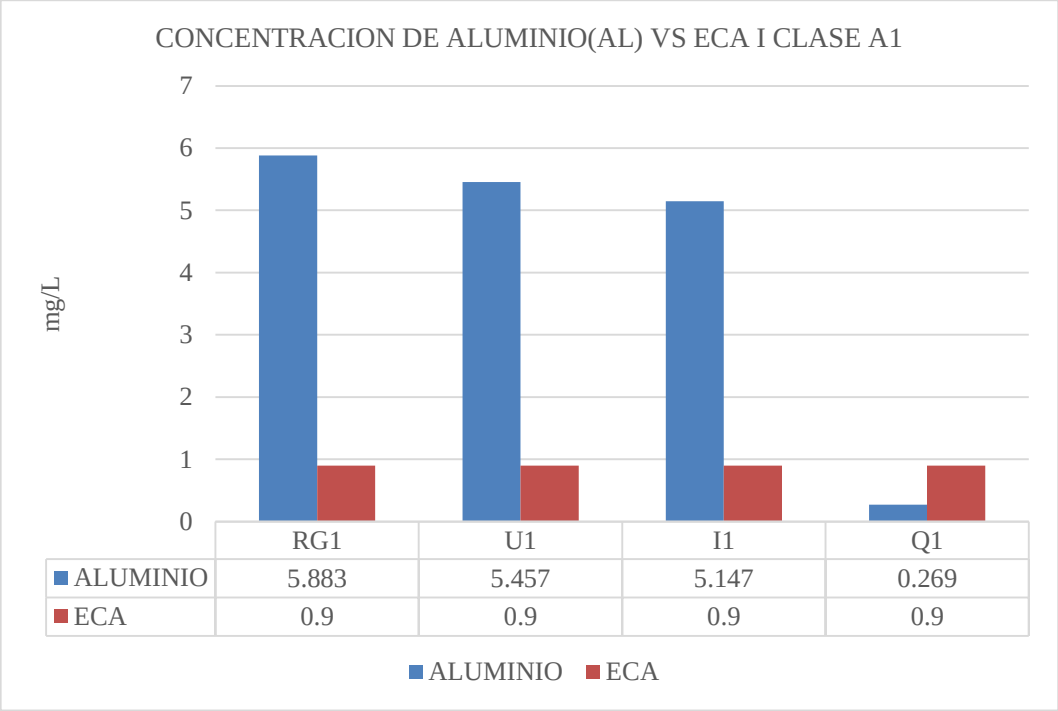

Figura 4 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

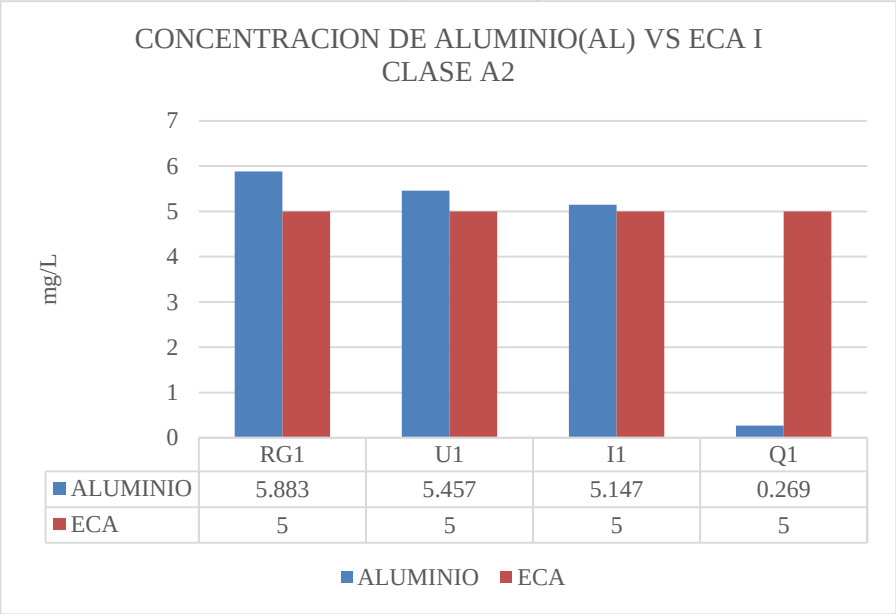

Figura 5 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

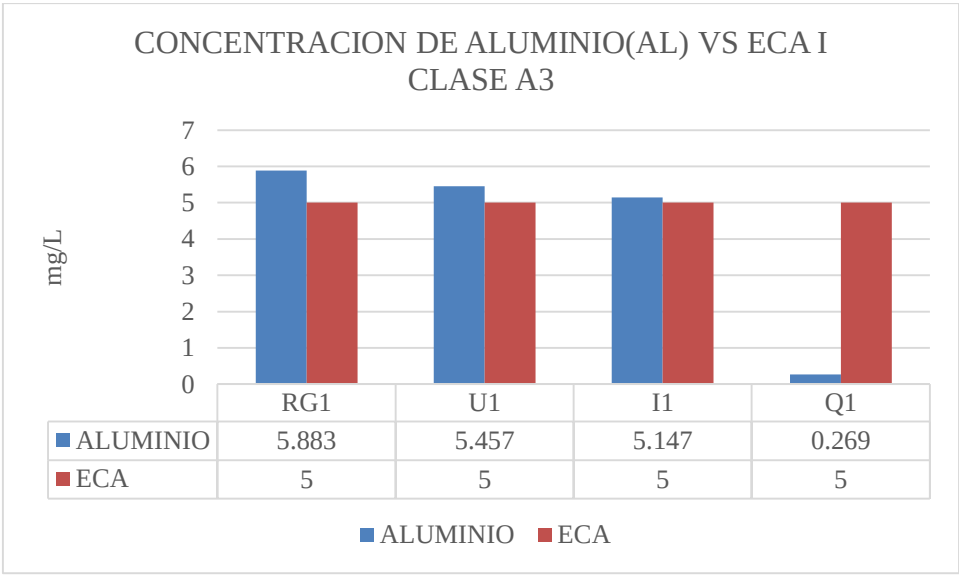

Figura 6 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.6. Resultados de la concentración del Antimonio (Sb) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el rio grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 6

Resultados de la concentración de antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ANTIMONIO	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.005
< LCM	0.004

Fuente: Elaboración Propia

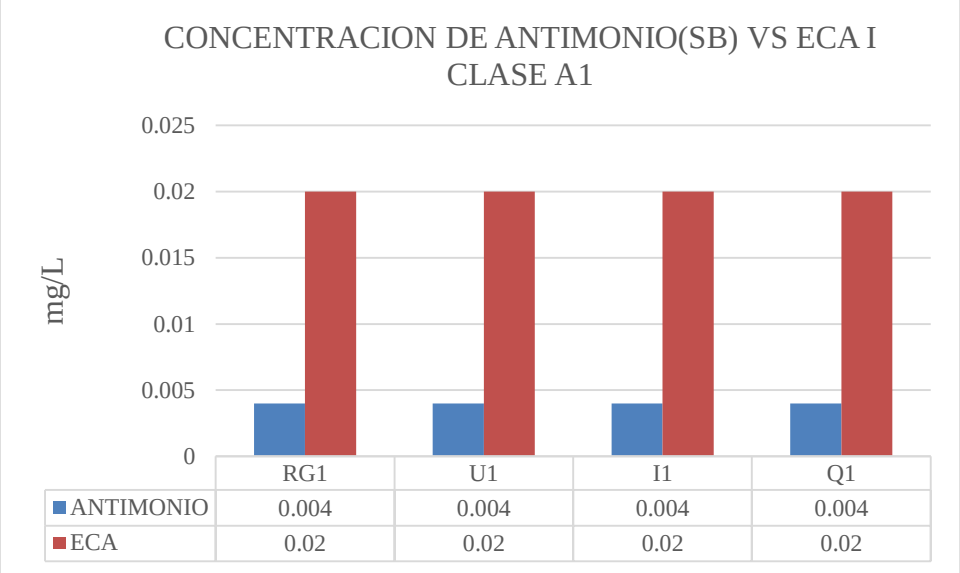

Figura 7 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ANTIMONIO	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.005
< LCM	0.004

Fuente: Elaboración Propia

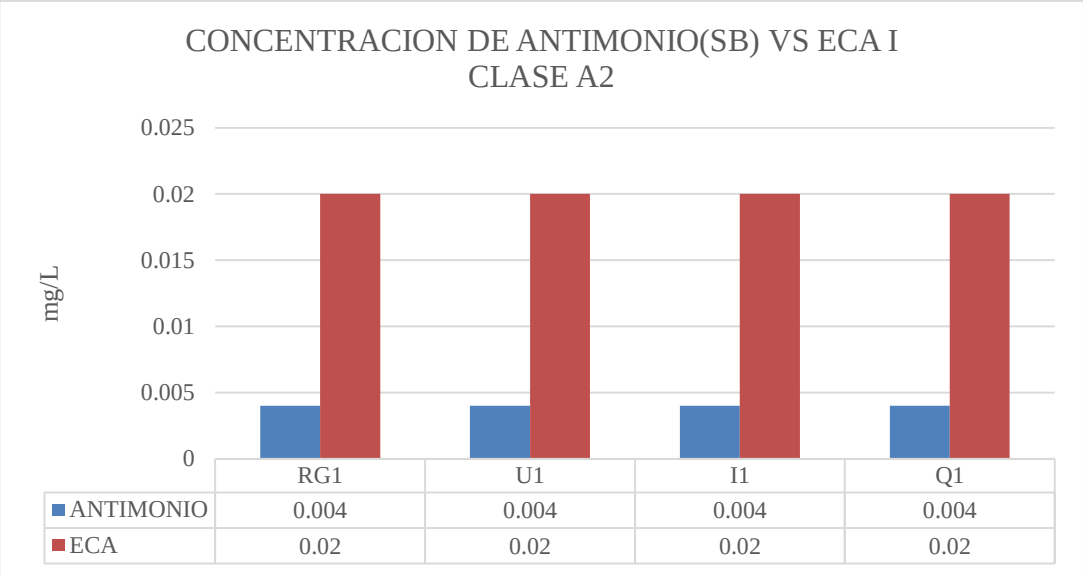

Figura 8 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A 2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8

Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ANTIMONIO	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Resultados de la concentración del Arsénico (As) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 9

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ARSÉNICO	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

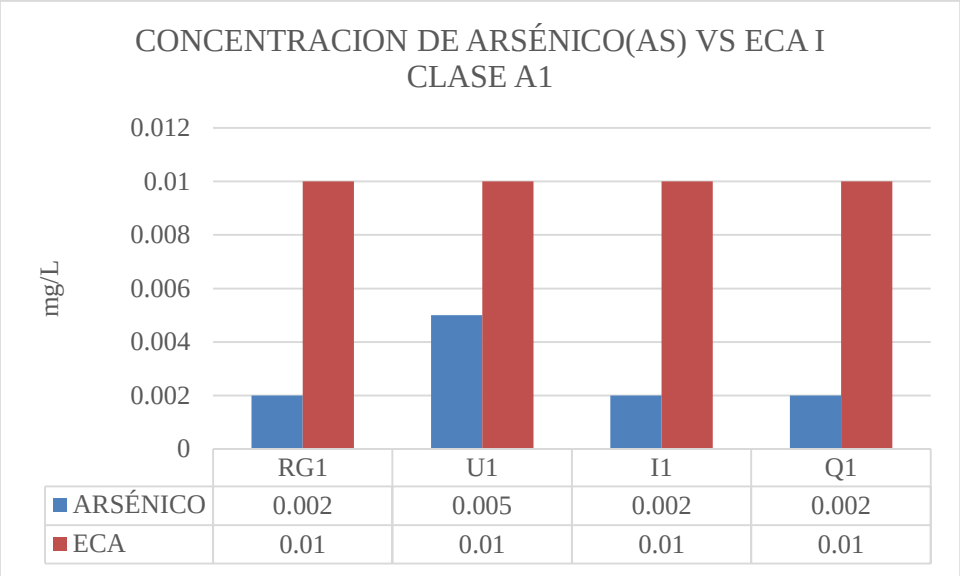

Figura 9 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ARSÉNICO	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

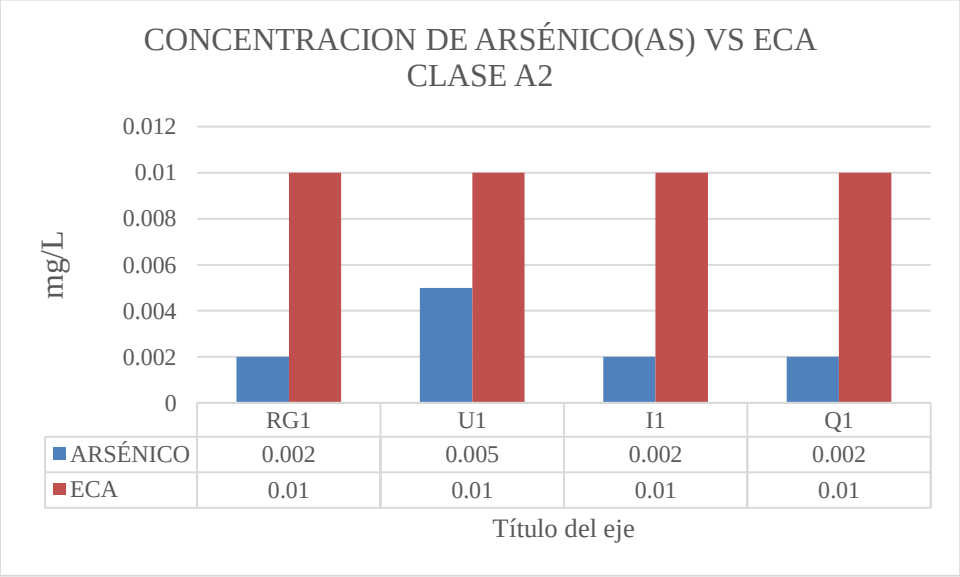

Figura 10 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ARSÉNICO	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.15	0.15	0.15	0.15

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

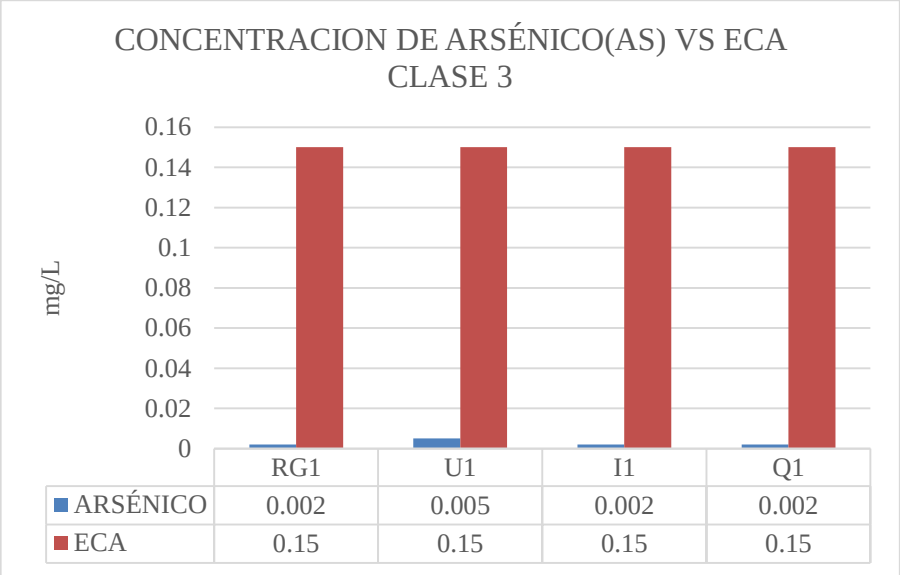

Figura 11 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración propia

3.8. Resultados de la concentración del Bario (Ba) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 12

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

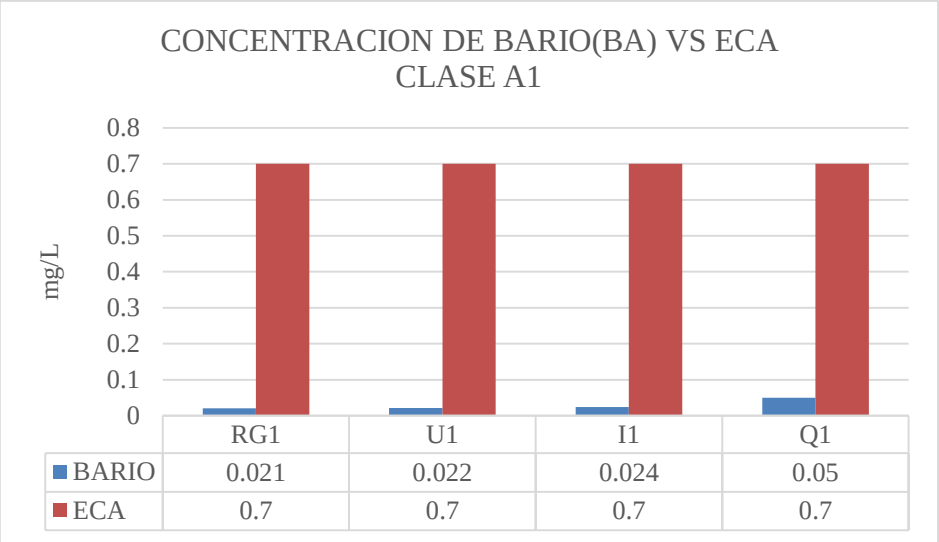

Figura 12 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

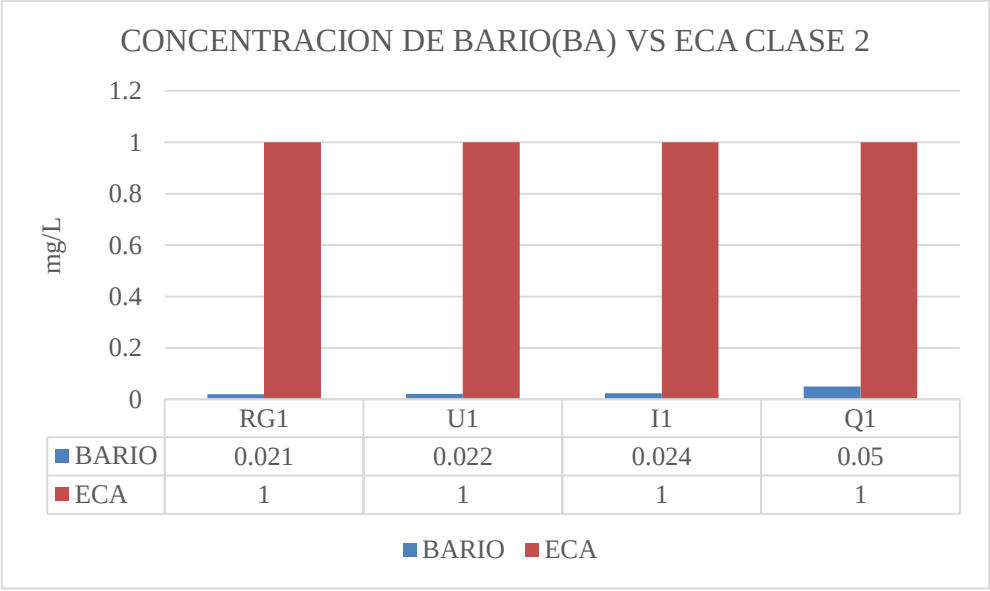

Figura 13 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.9. Resultados de la concentración del Berilio (Be) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 15

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.012	0.012	0.012	0.012

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

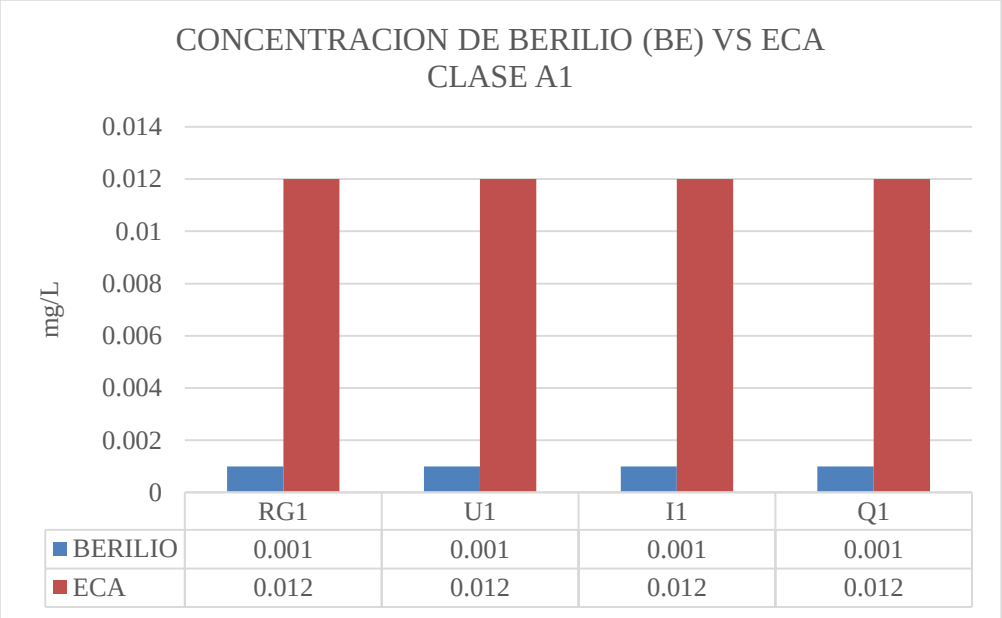

Figura 14 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

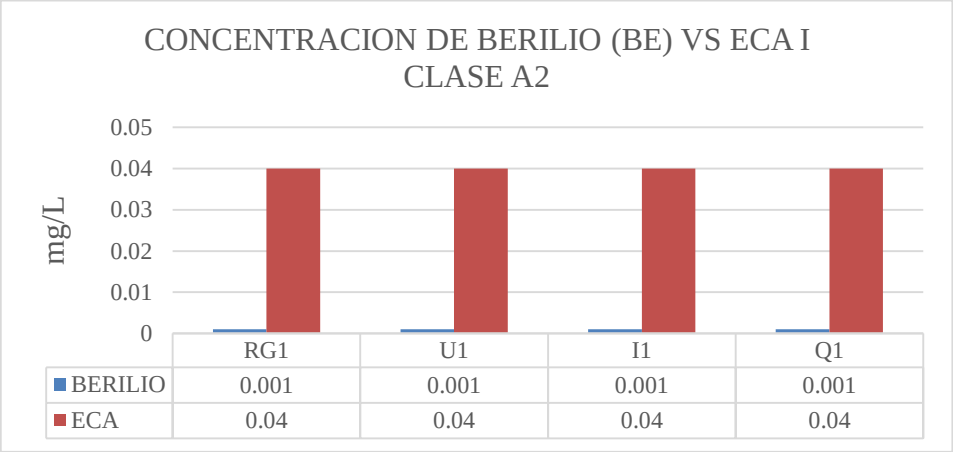

Figura 15 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

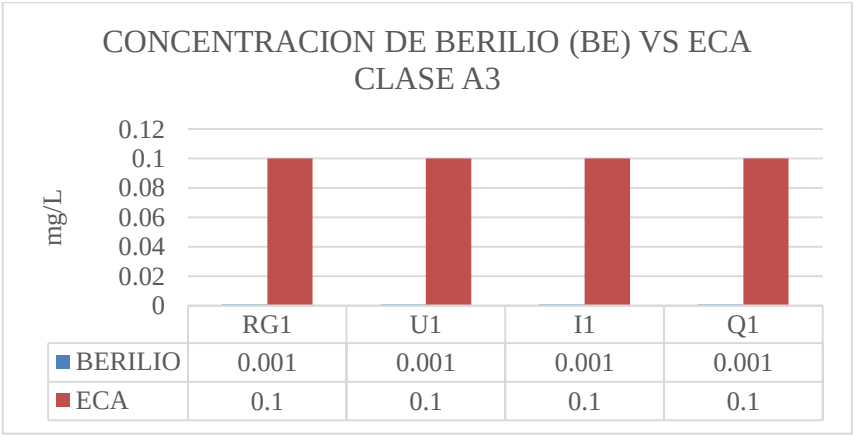

Figura 16 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.10. Resultados de la concentración del Boro (B) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 18

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

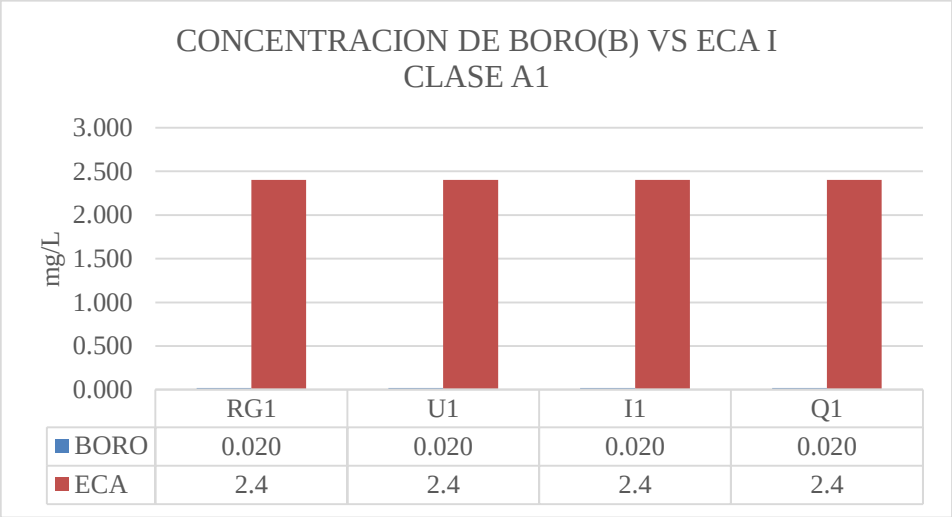

Figura 17 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

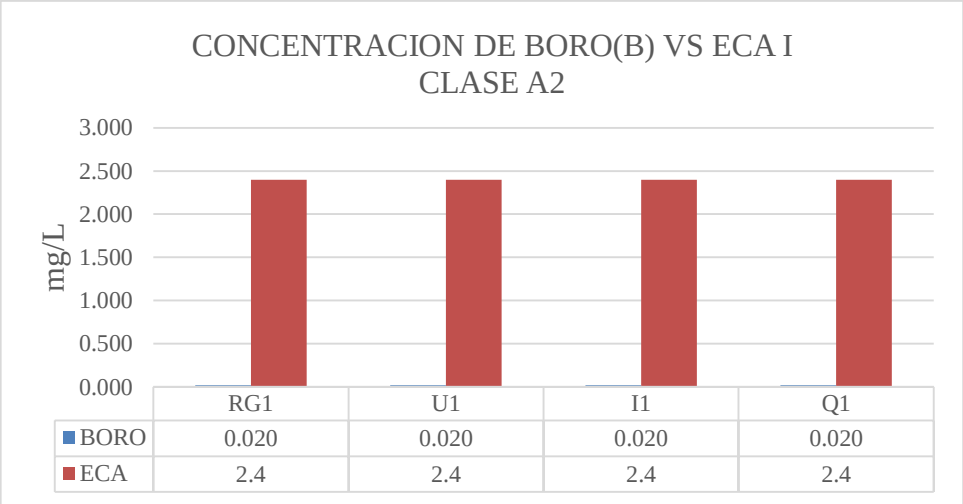

Figura 18 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

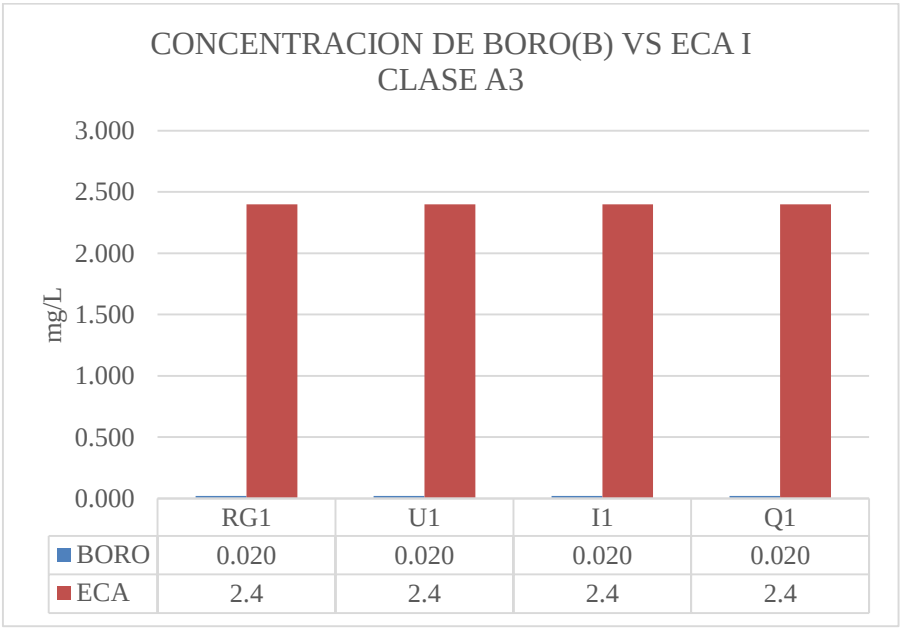

Figura 19 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.11. Resultados de la concentración del Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 21

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.003	0.003	0.003	0.003

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

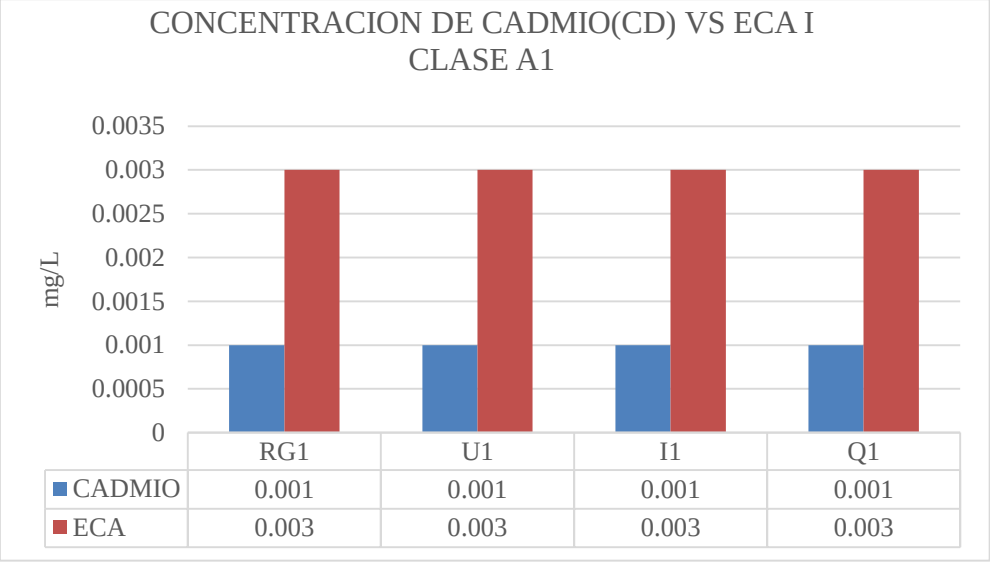

Figura 20 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.005	0.005	0.005	0.005

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

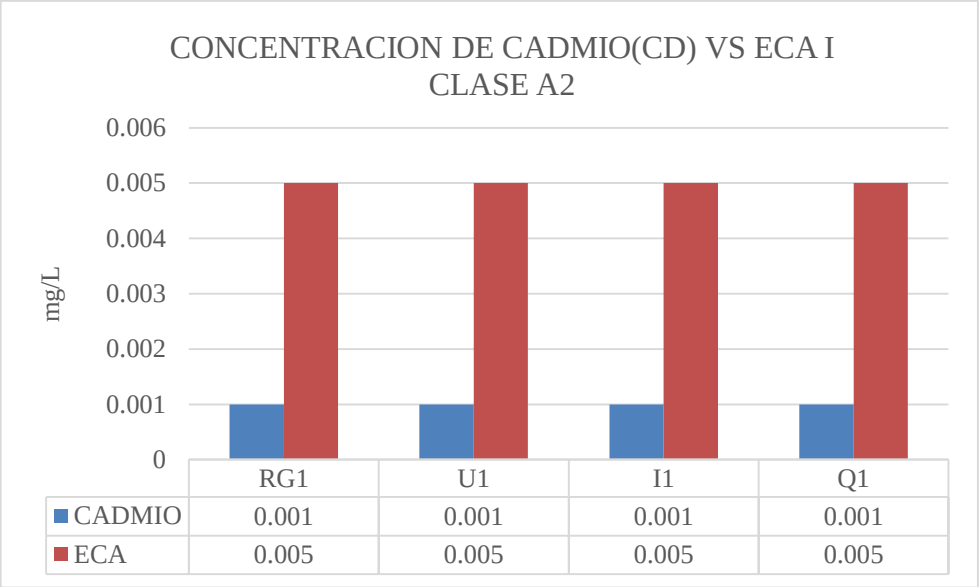

Figura 21 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

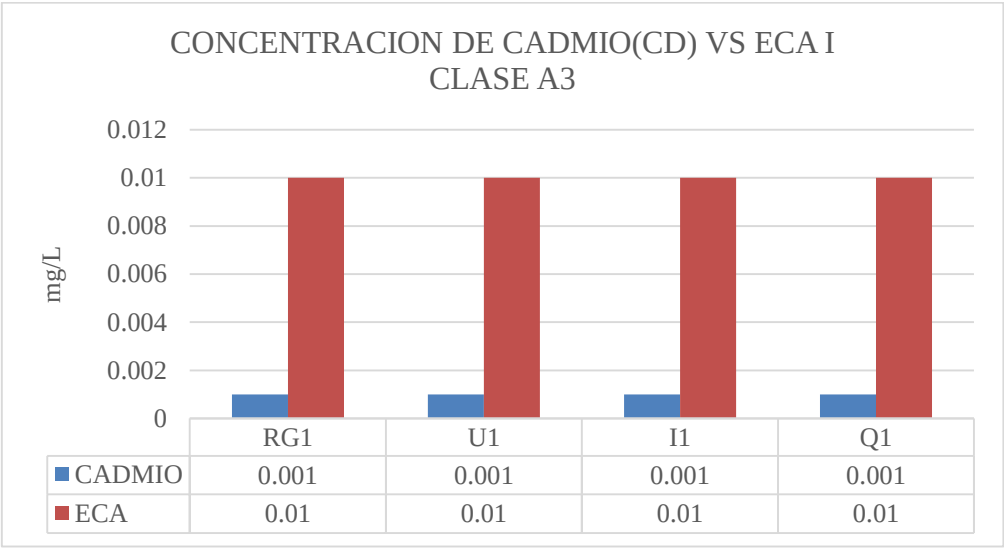

Figura 22 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.12. Resultados de la concentración del Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 24

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
COBRE	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

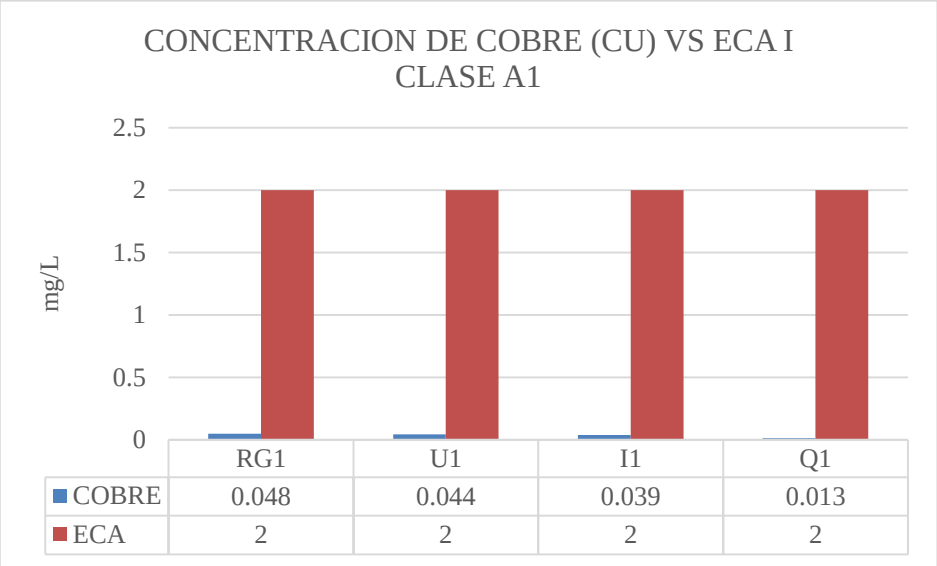

Figura 23 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
COBRE	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

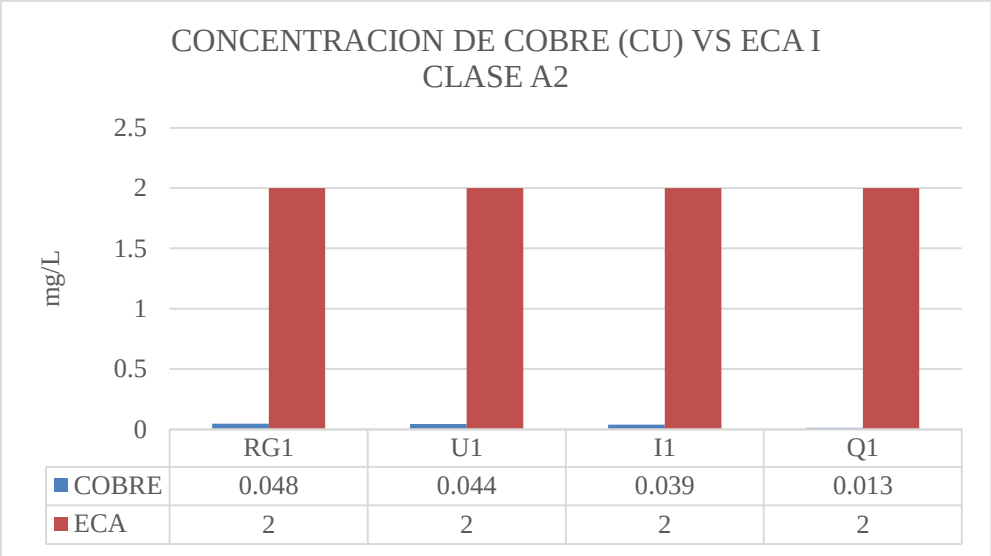

Figura 24 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
COBRE	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

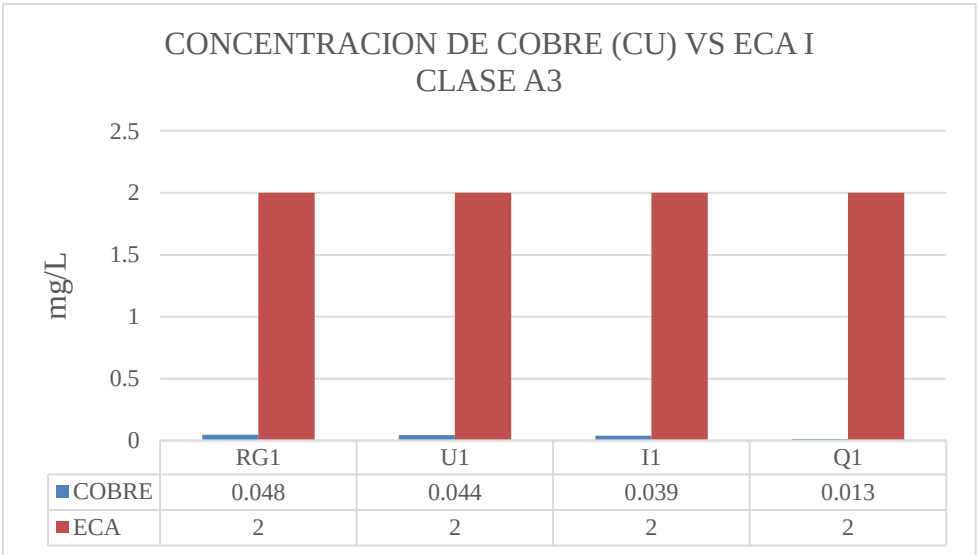

Figura 25 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.13. Resultados de la concentración del Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 27

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

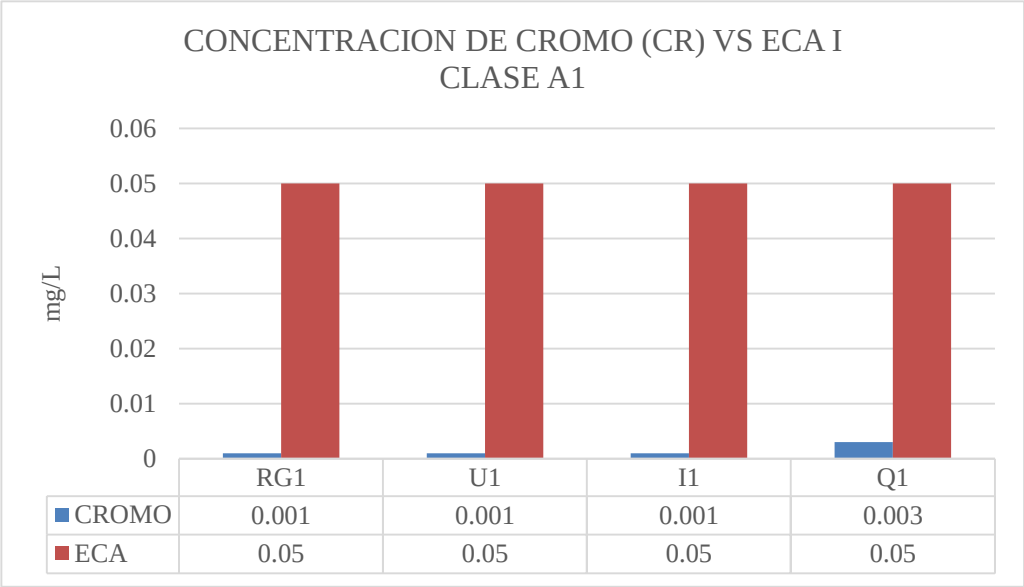

Figura 26 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

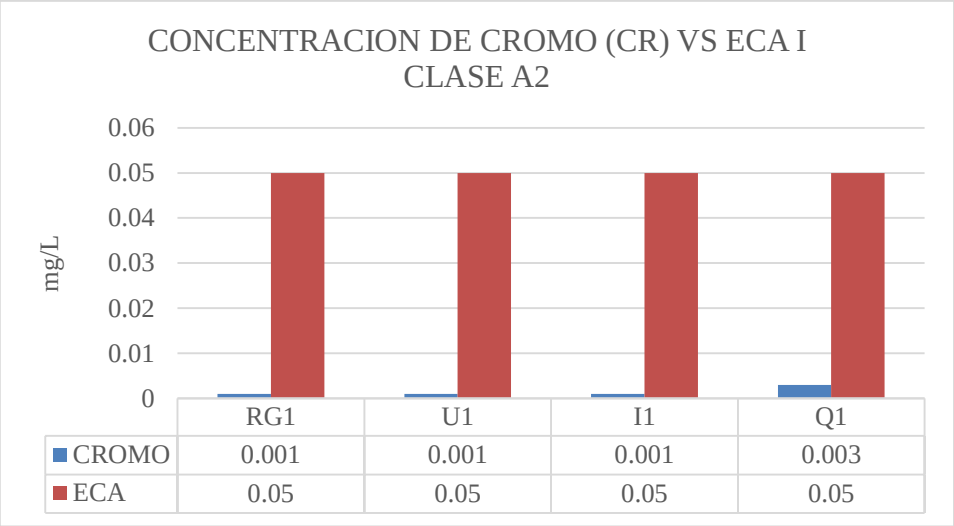

Figura 27 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

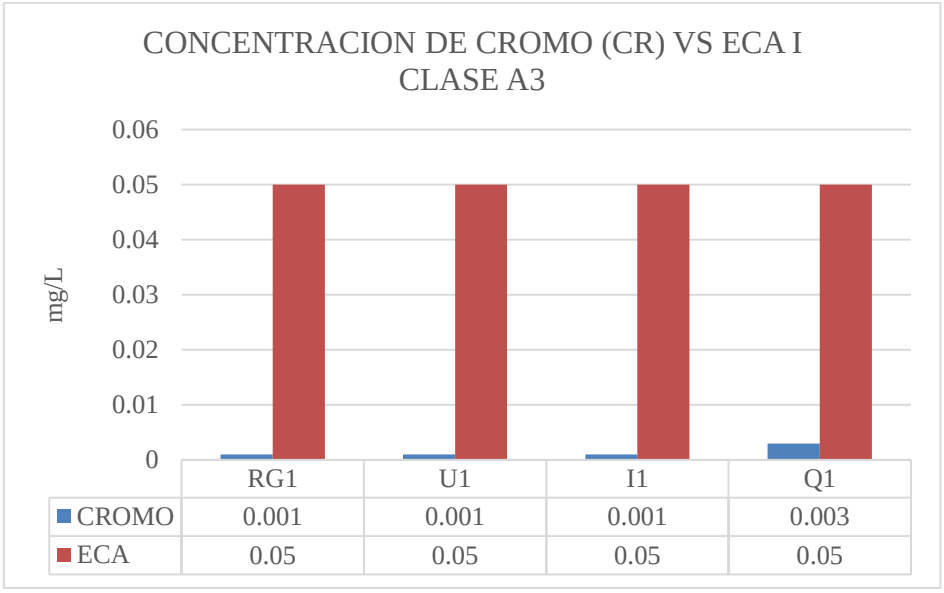

Figura 28 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.14. Resultados de la concentración del Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 30

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
HIERRO	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: Elaboración Propia

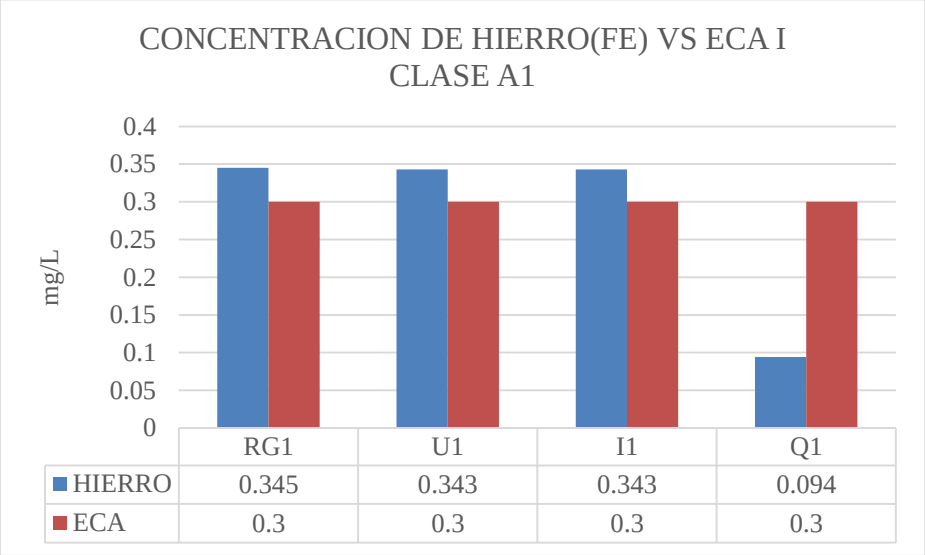

Figura 29 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
HIERRO	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

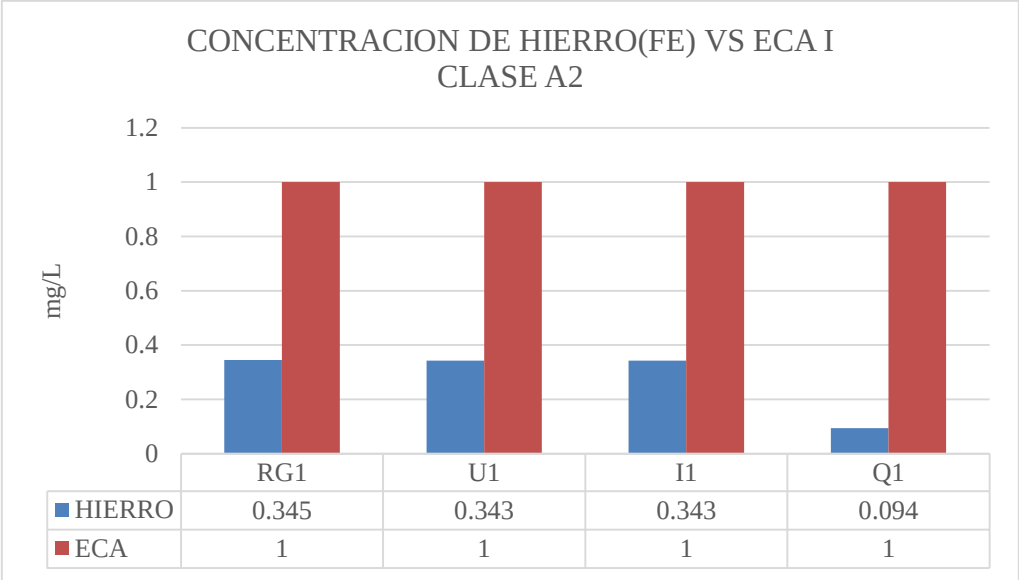

Figura 30 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
HIERRO	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

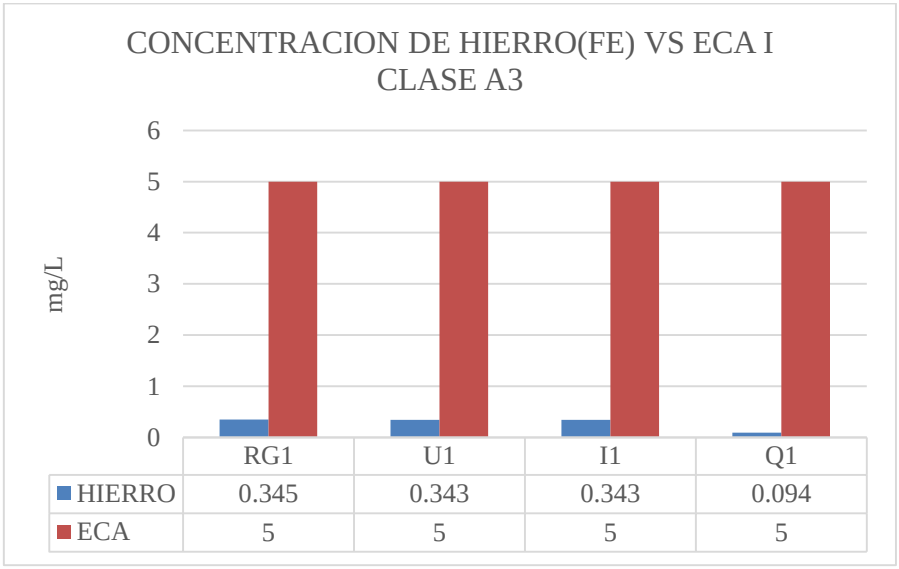

Figura 31 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.15. Resultados de la concentración del Manganeso (Mn) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 33

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MANGANESO	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: Elaboración Propia

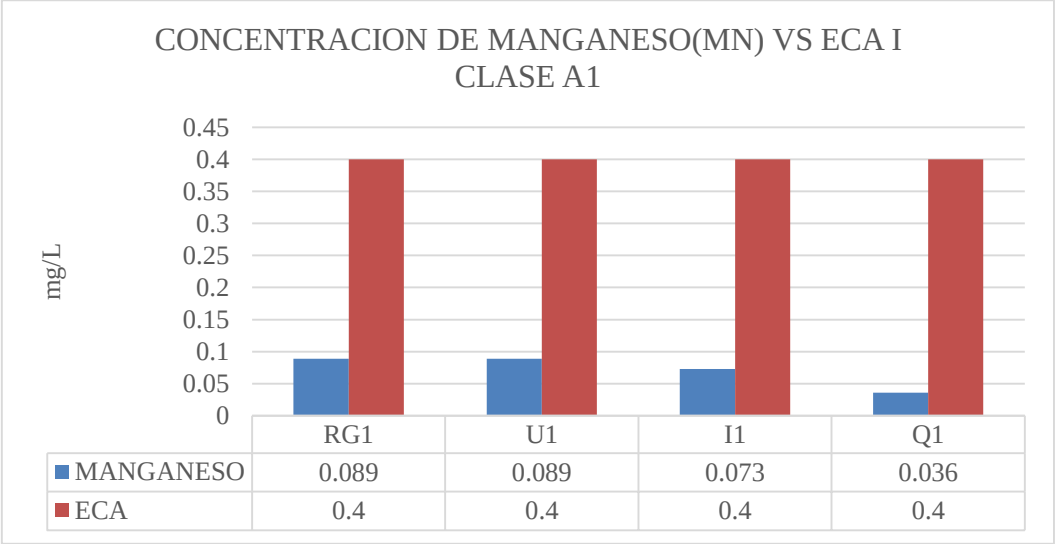

Figura 32 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MANGANESO	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: Elaboración Propia

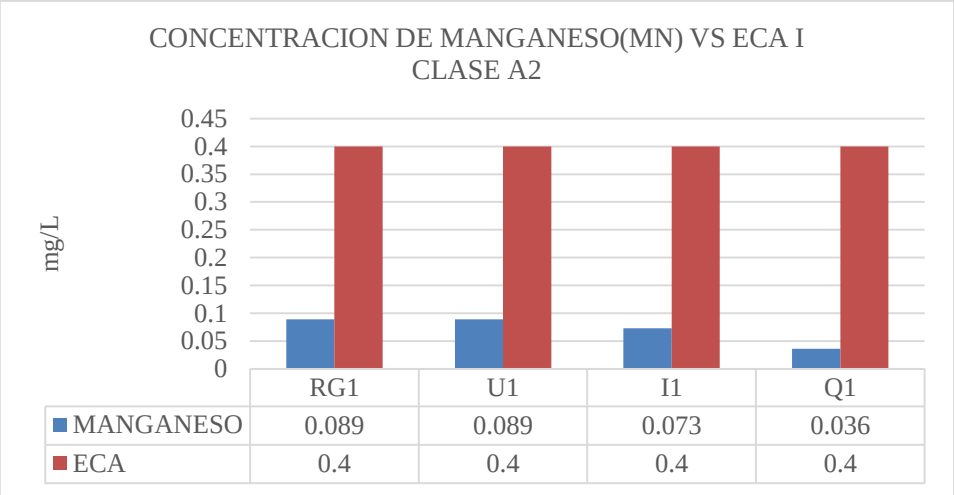

Figura 33 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MANGANESO	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Elaboración Propia

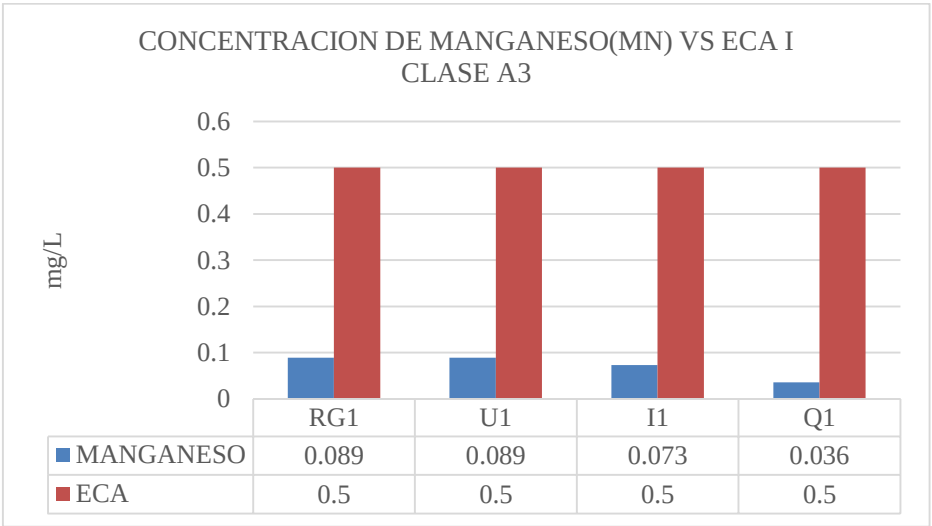

Figura 34 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.16. Resultados de la concentración del Molibdeno (Mo) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 36

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MOLIBDENO	0.001	0.004	0.001	0.001
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

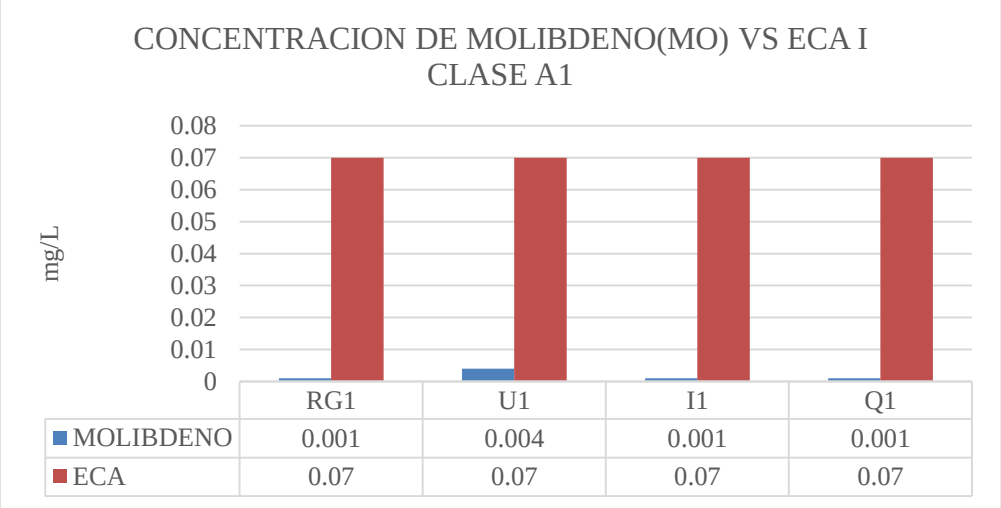

Figura 35 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MOLIBDENO	0.001	0.004	0.001	0.001
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MOLIBDENO	<LCM	0.004	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.17. Resultados de la concentración del Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 39

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

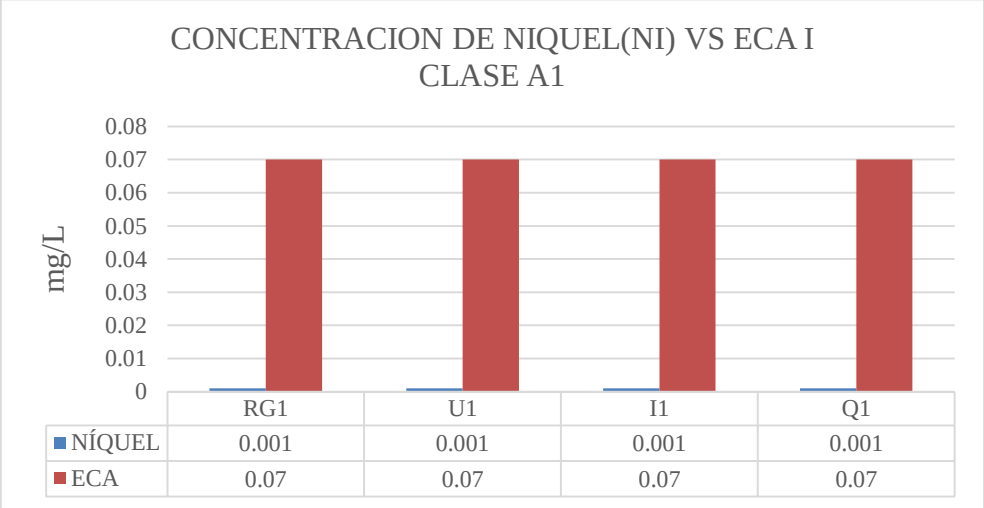

Figura 36 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
NÍQUEL	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.18. Resultados de la concentración del Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 42

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

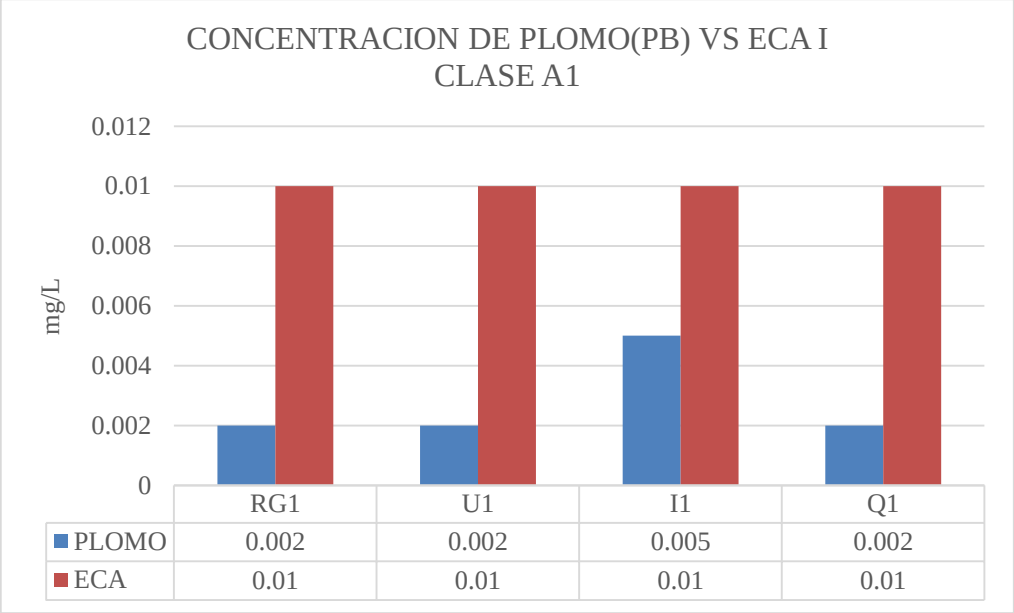

Figura 37 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

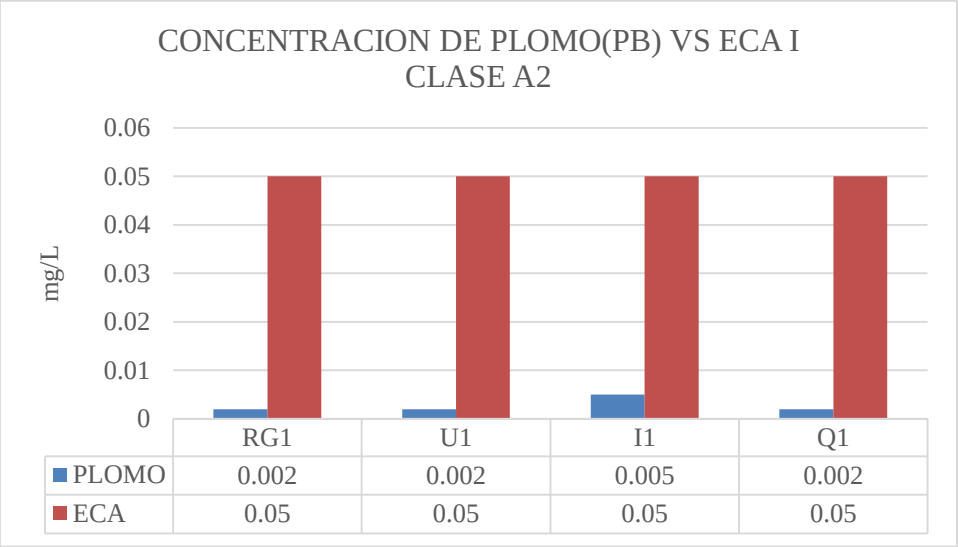

Figura 38 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

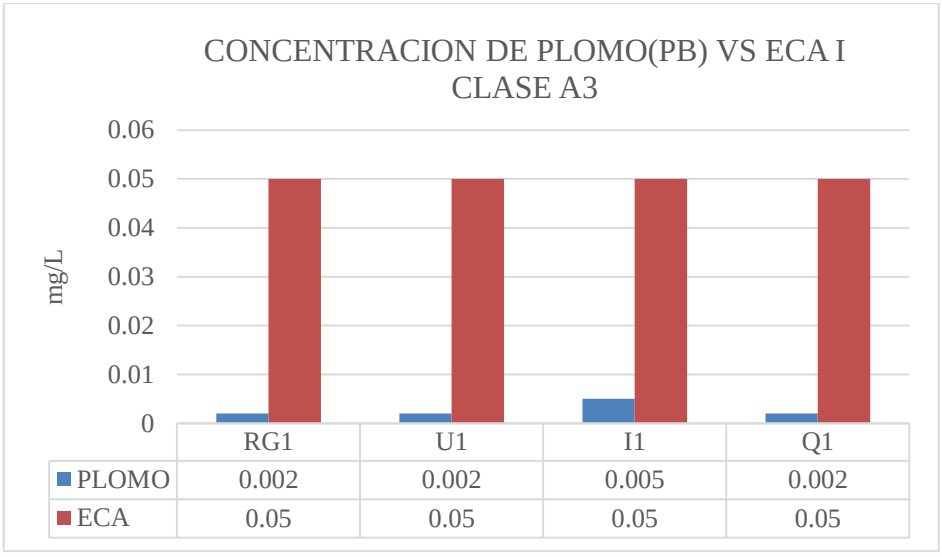

Figura 39 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.19. Resultados de la concentración del Selenio (Se) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 45

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
SELENIO	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

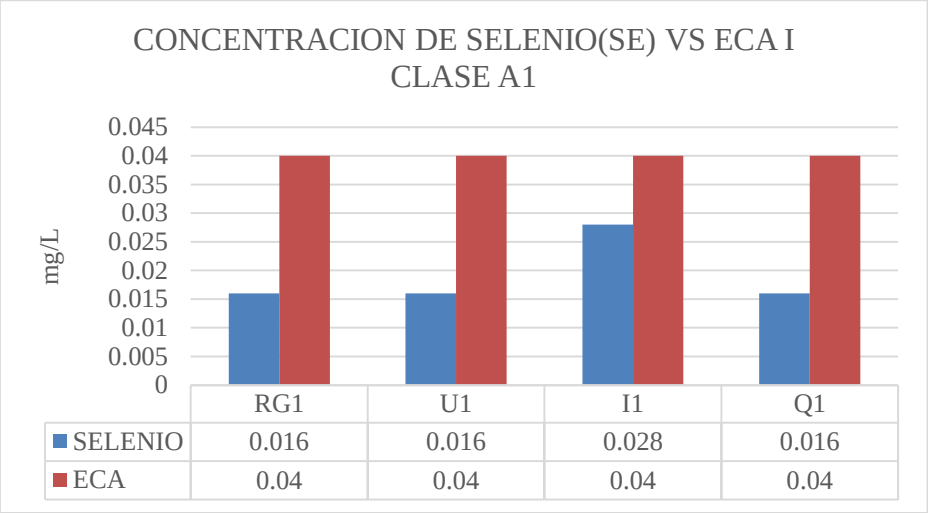

Figura 40 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
SELENIO	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

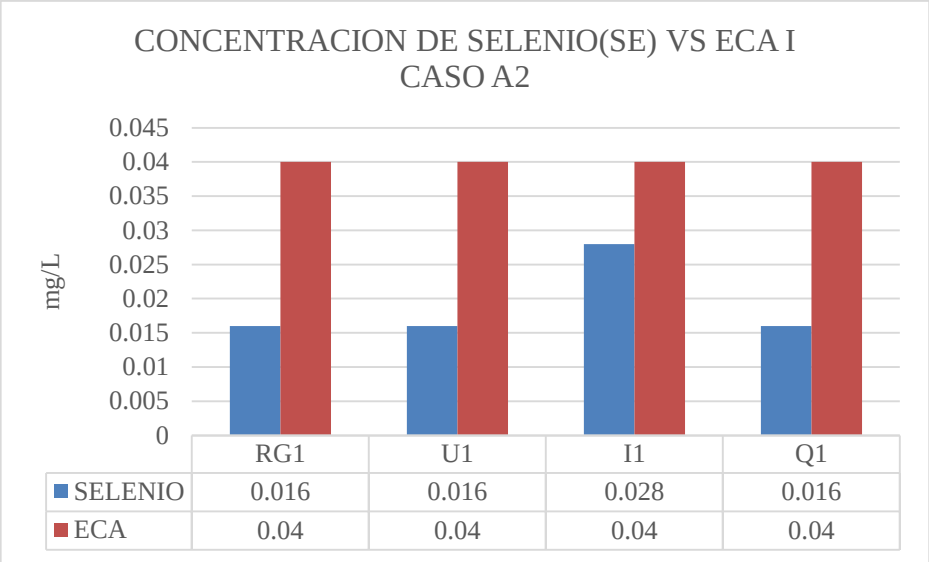

Figura 41 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
SELENIO	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

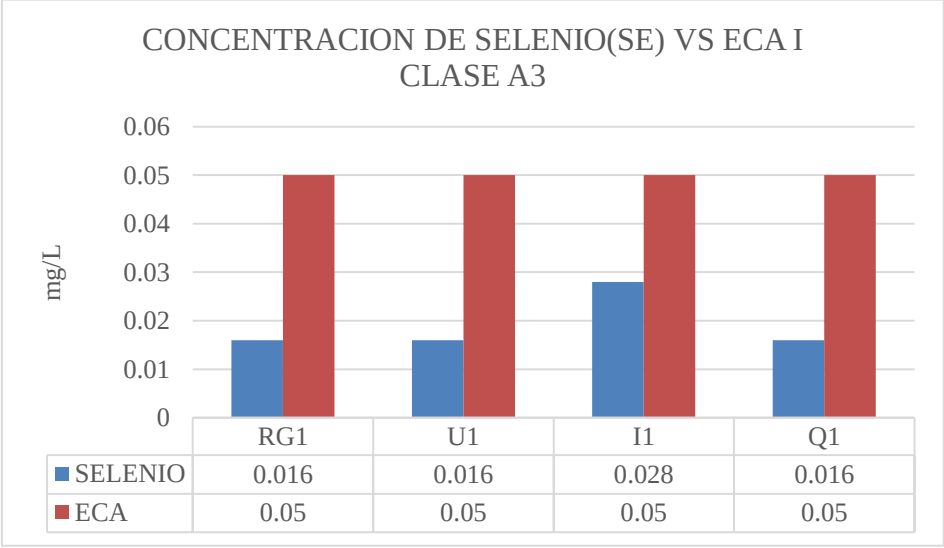

Figura 42 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.20. Resultados de la concentración del Uranio (U) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 48

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
URANIO	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

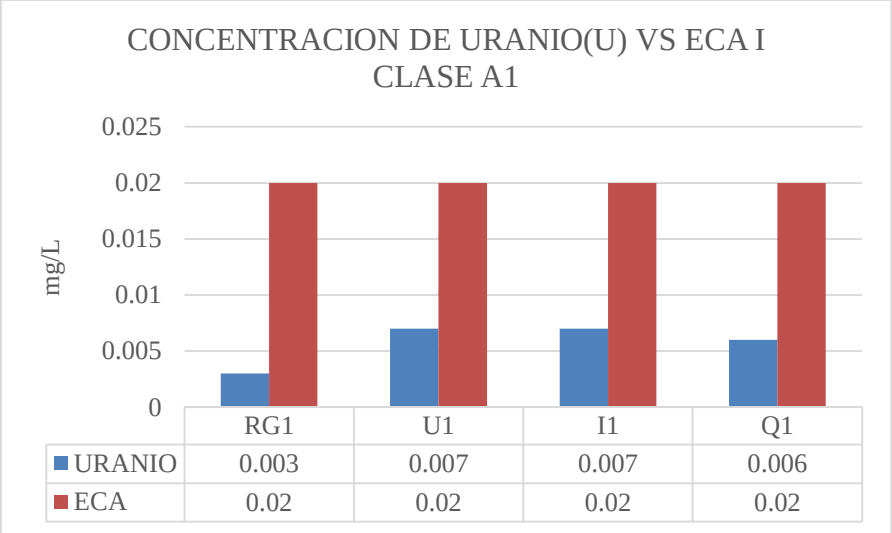

Figura 43 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
URANIO	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

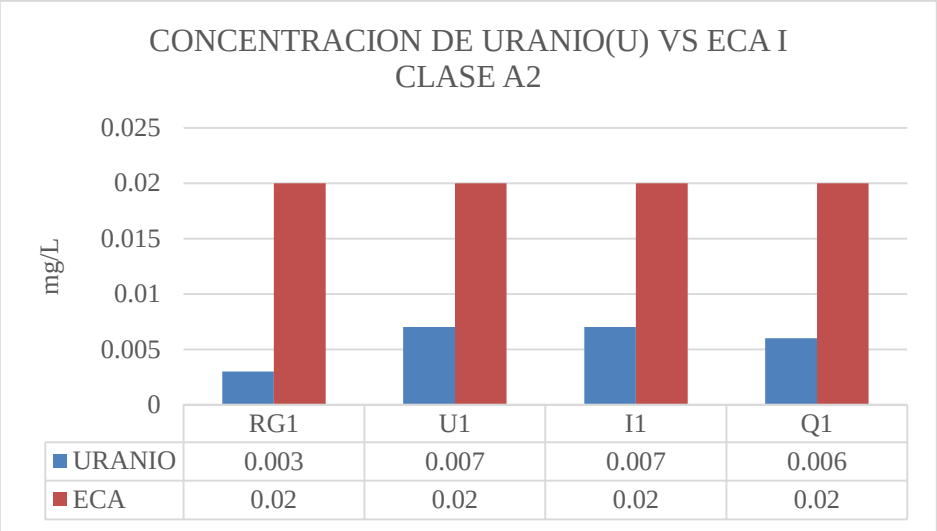

Figura 44 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
URANIO	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

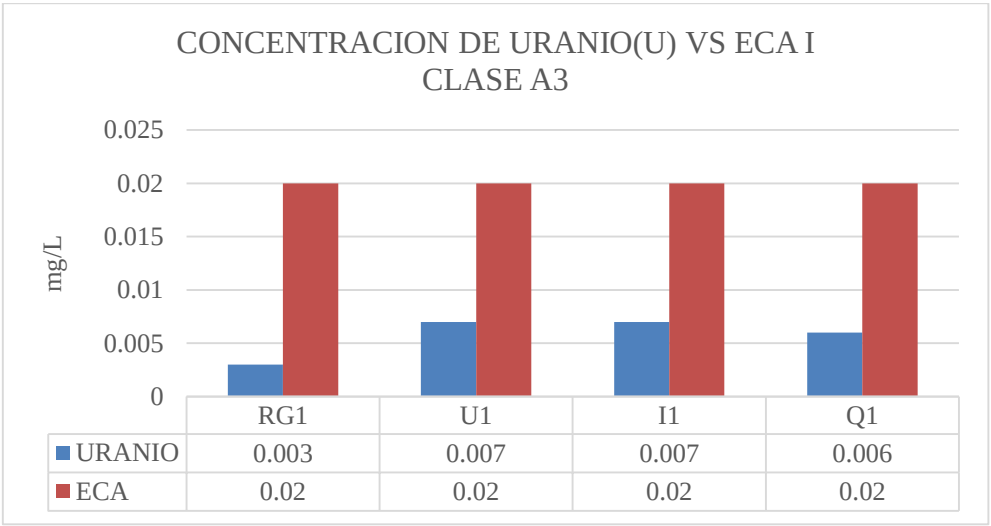

Figura 45 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

3.21. Resultados de la concentración del Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 51

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ZINC	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	3	3	3	3

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

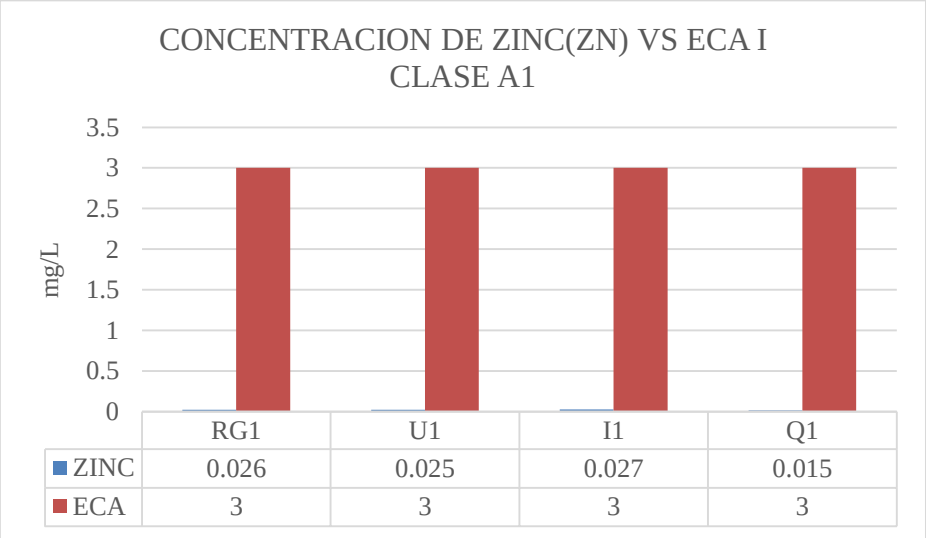

Figura 46 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	Q1	U1	I1
ZINC	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	5	5	5	5

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

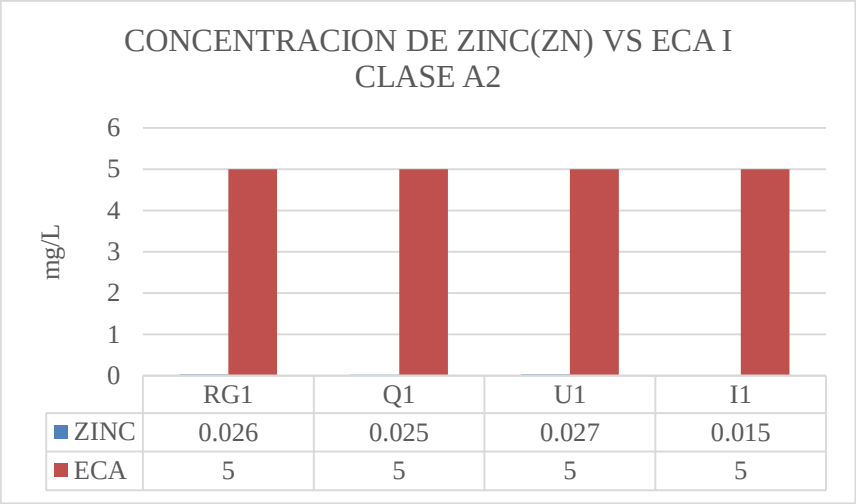

Figura 47 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG1	Q1	U1	I1
ZINC	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	5	5	5	5

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

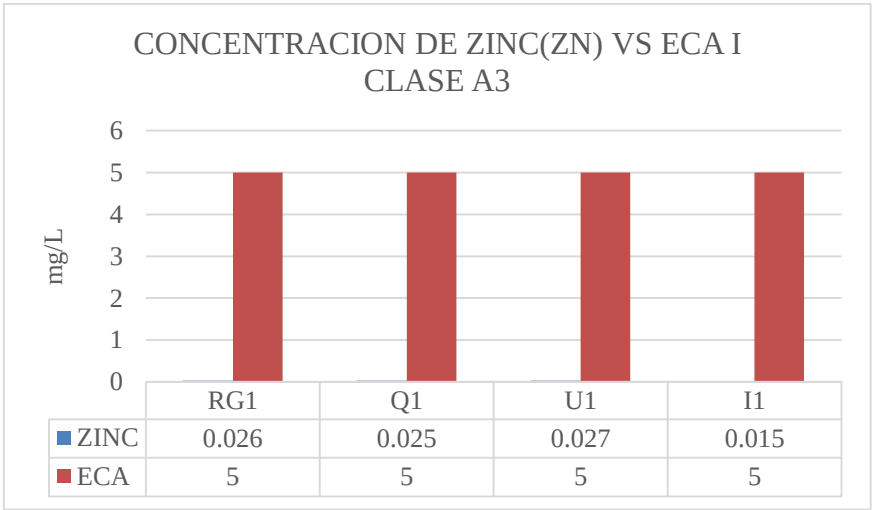

Figura 48 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE PRIMER RESULTADOS CON EL ECA III (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)

3.22. Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 54

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

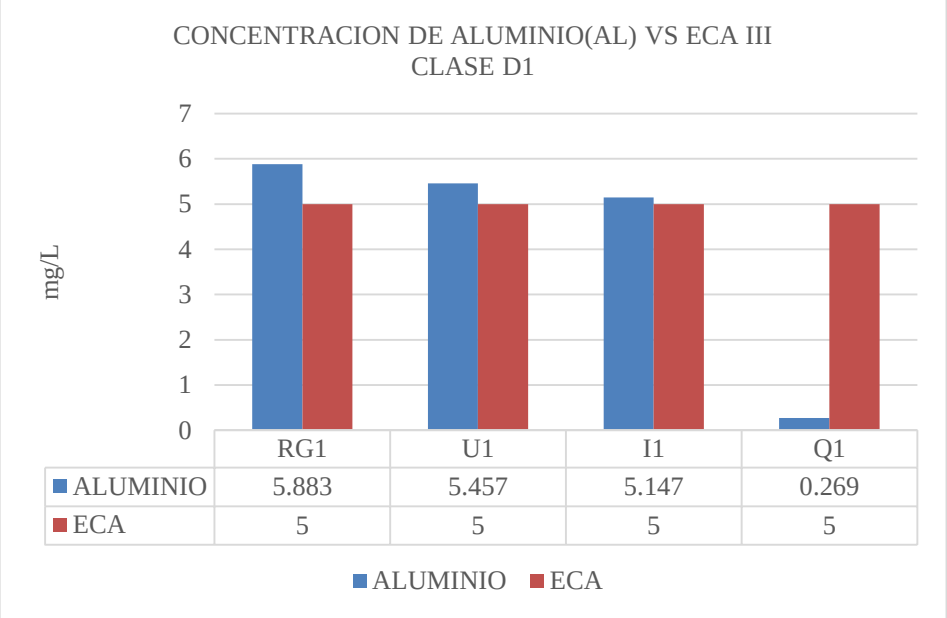

Figura 49 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

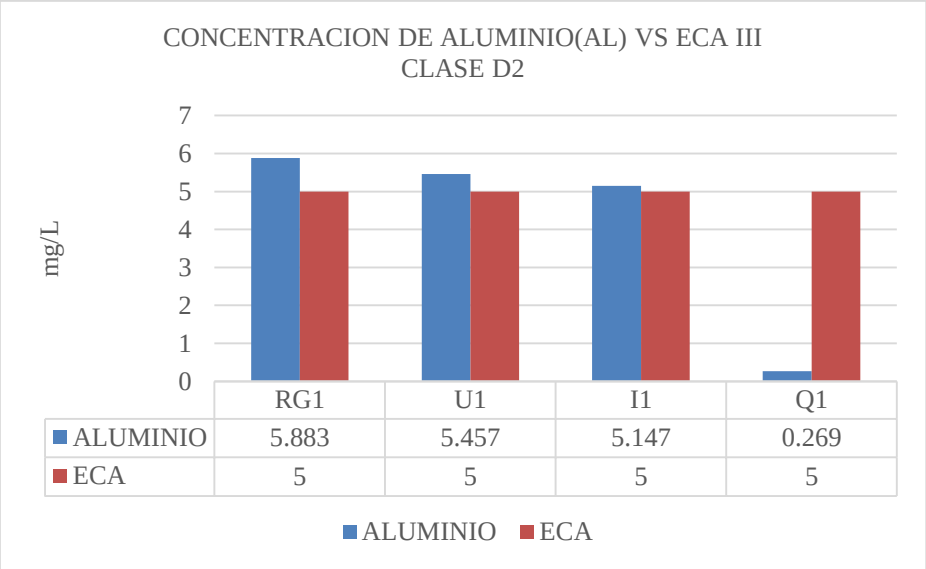

Figura 50 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.23. Resultados de la concentración de Arsénico (As) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 56

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ARSÉNICO	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

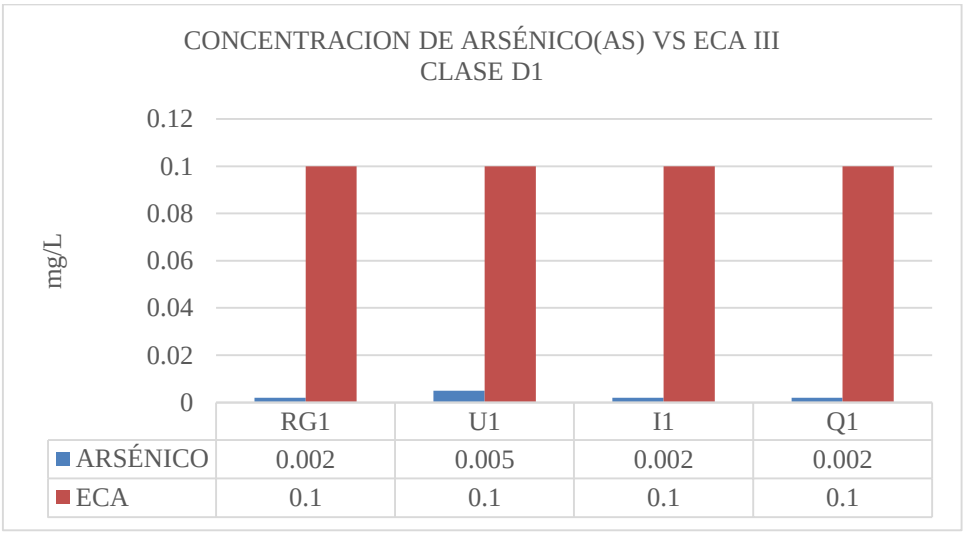

Figura 51 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 57

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ARSÉNICO	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia

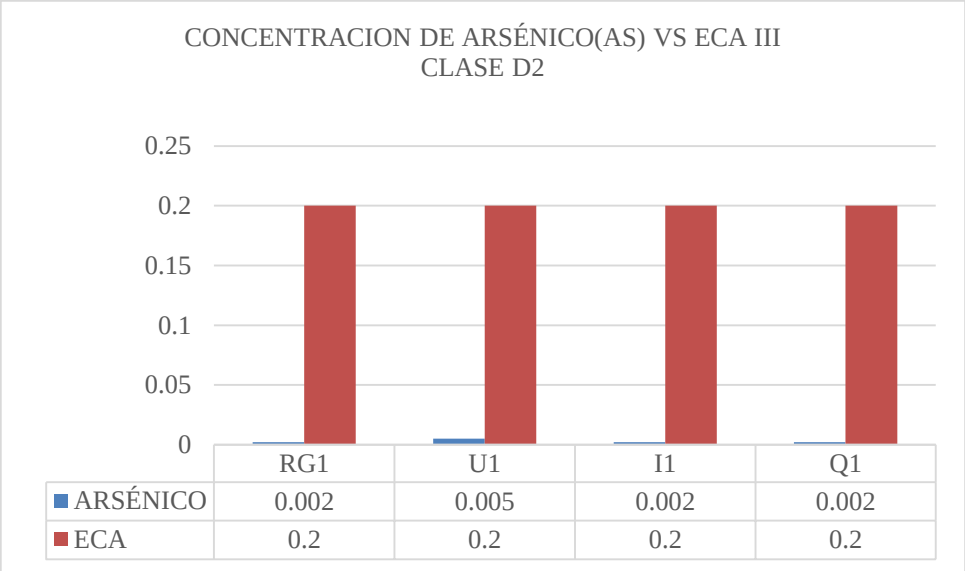

Figura 52 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.24. Resultados de la concentración de Bario (Ba) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 58

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración propia

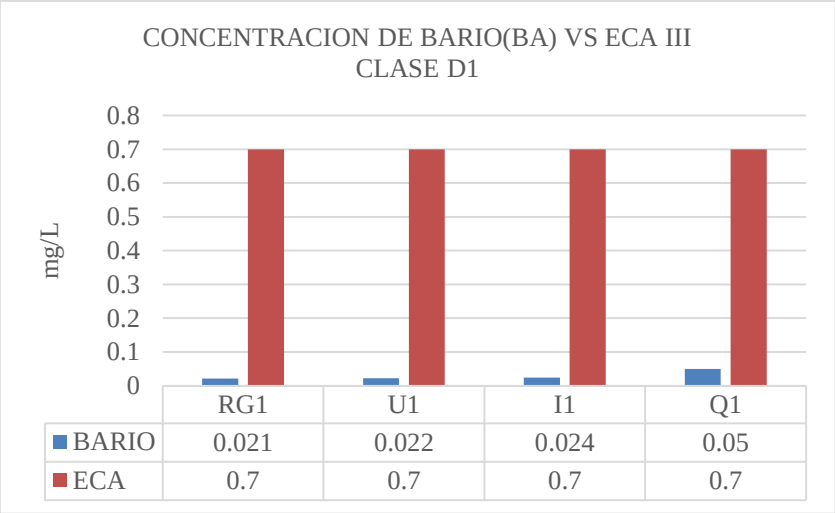

Figura 53 Resultados de Bario (Ba) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración propia

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

3.25. Resultados de la concentración de Berilio (Be) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 60

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

LCM	0.002
<LCM	0.001

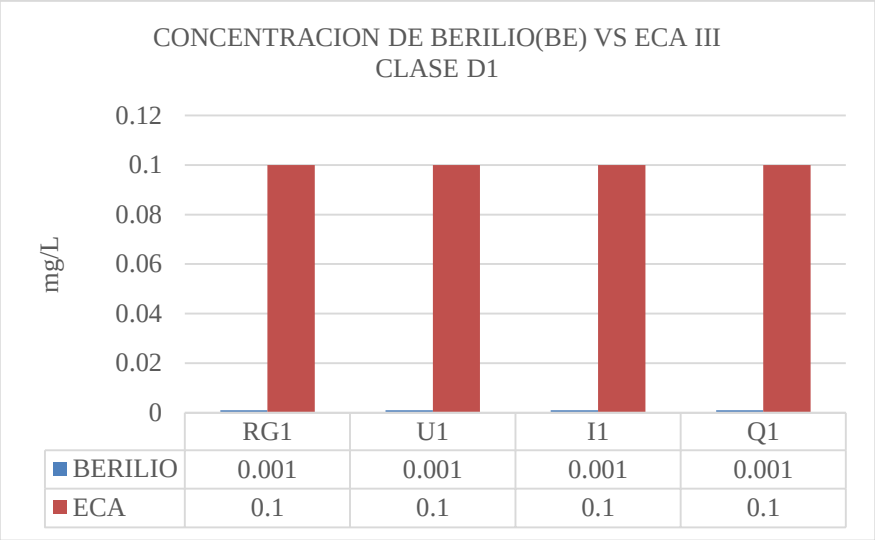

Figura 54 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

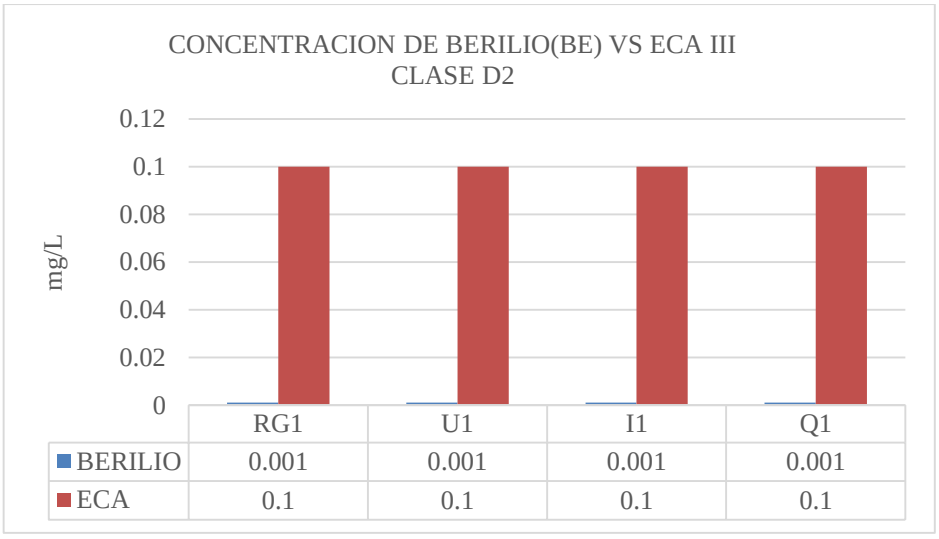

Figura 55 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.26. Resultados de la concentración de Boro (B) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 62

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	1	1	1	1

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

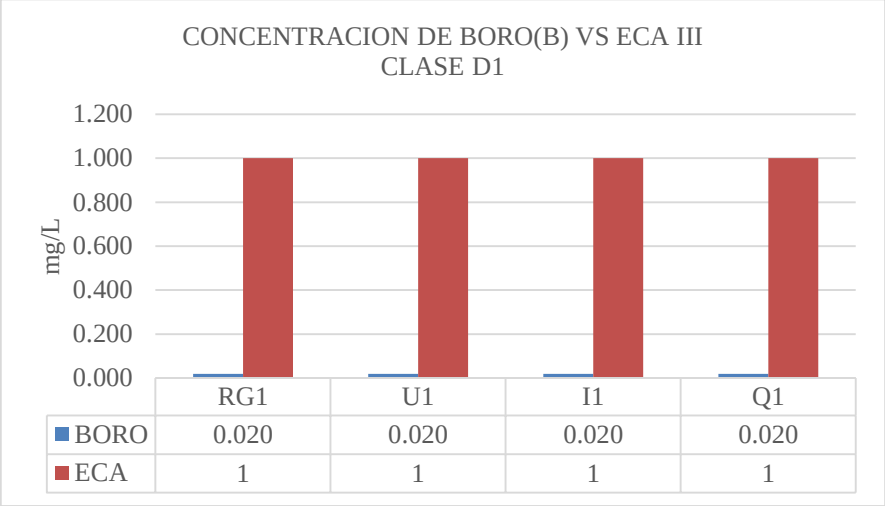

Figura 56 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 63

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

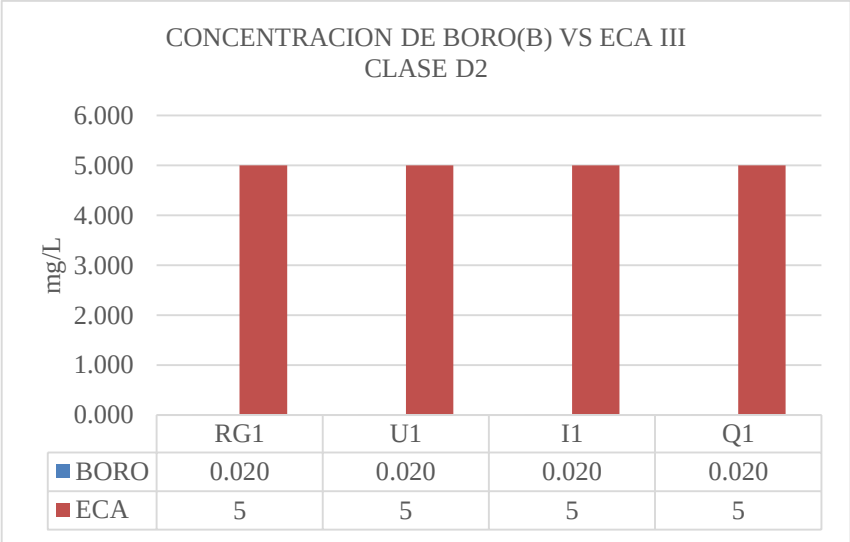

Figura 57 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.27. Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 64

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

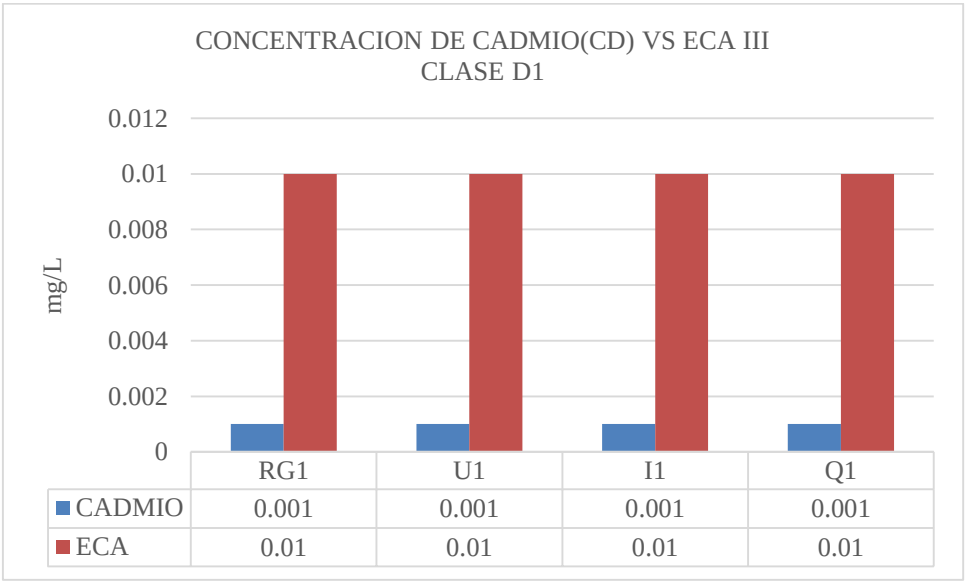

Figura 58 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

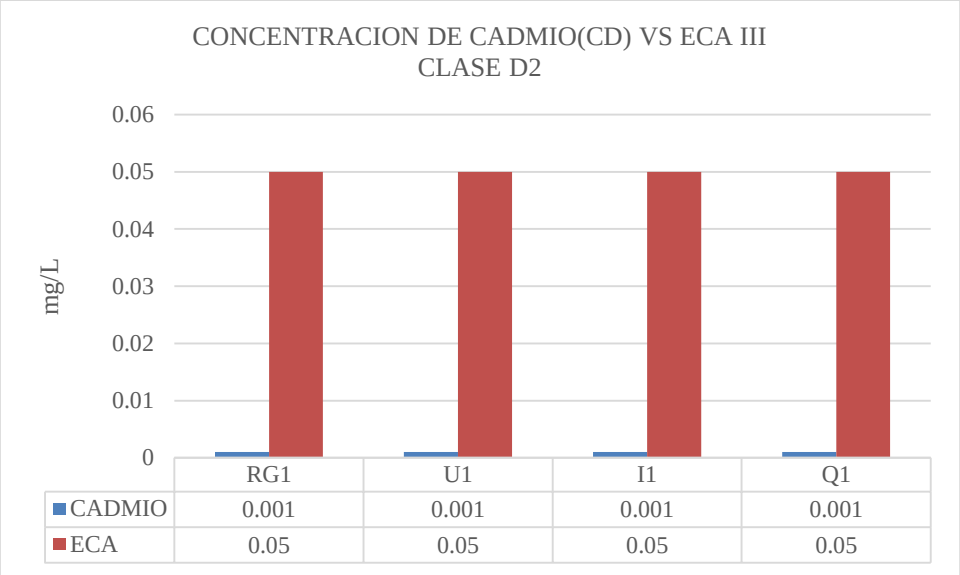

Figura 59 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.28. Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 66

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
COBRE	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración propia

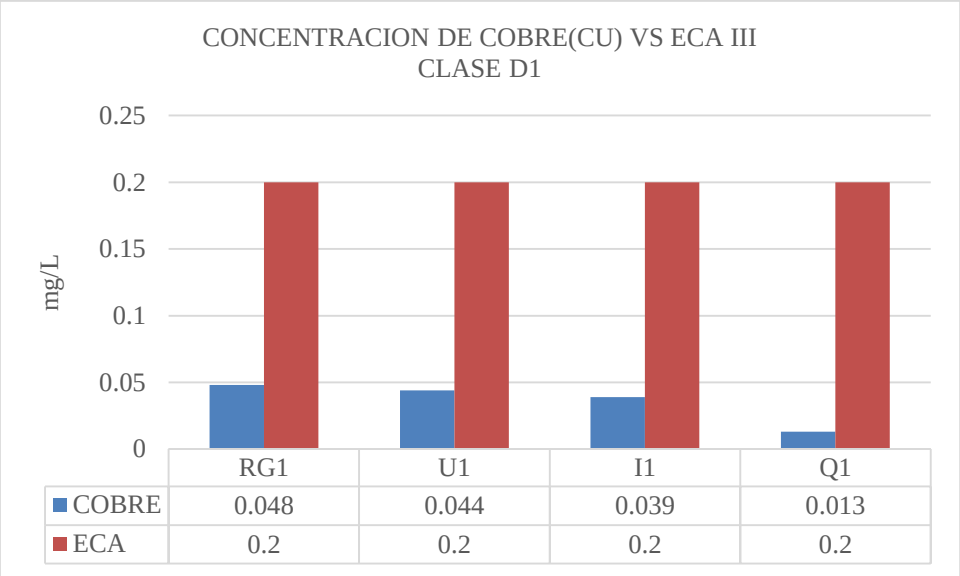

Figura 60 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
COBRE	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración propia

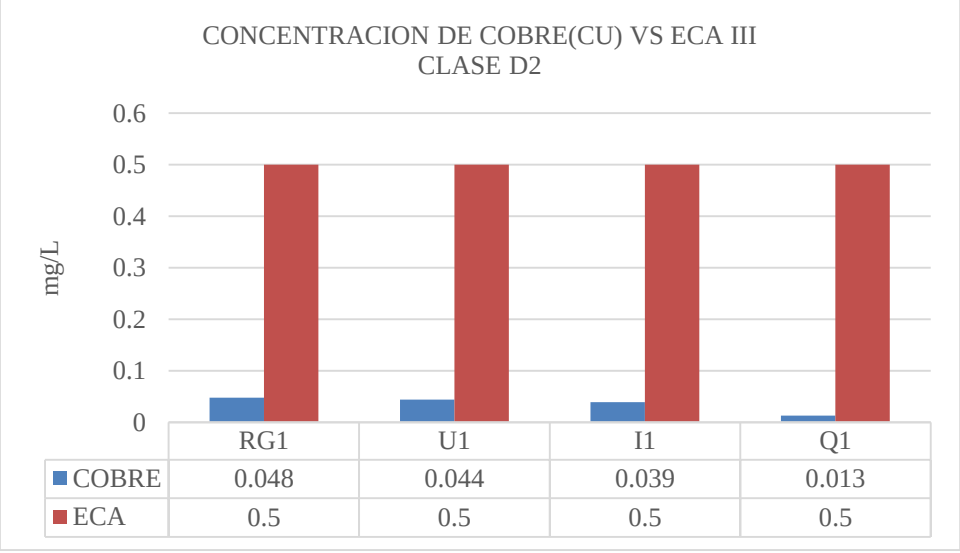

Figura 61 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.29. Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 68

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

LCM	0.002
<LCM	0.001

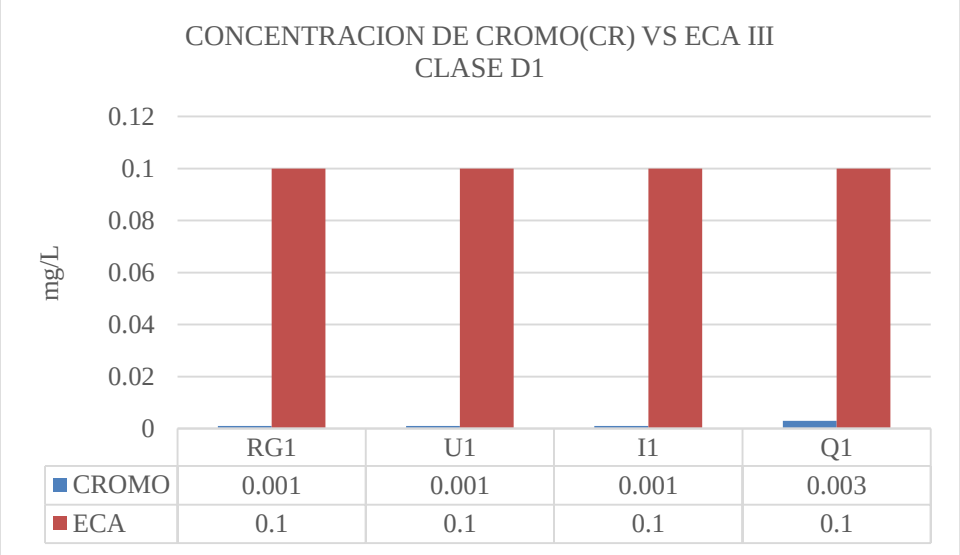

Figura 62 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

LCM	0.002
<LCM	0.001

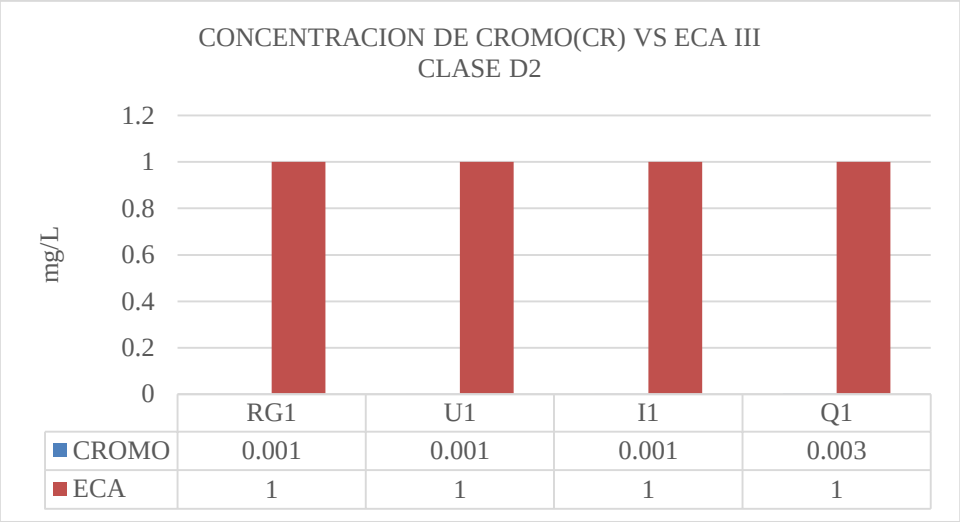

Figura 63 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.30. Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 70

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
HIERRO	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

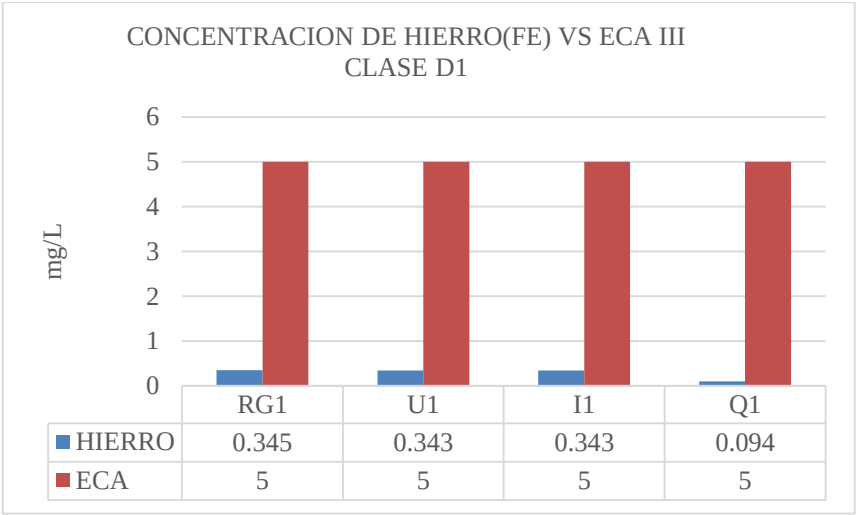

Figura 64 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 71

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
HIERRO	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración propia

3.31. Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 72

Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MAGNESIO	4.648	4.666	4.403	3.195
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73

Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MAGNESIO	4.648	4.666	4.403	3.195
ECA	250	250	250	250

Fuente: Elaboración propia

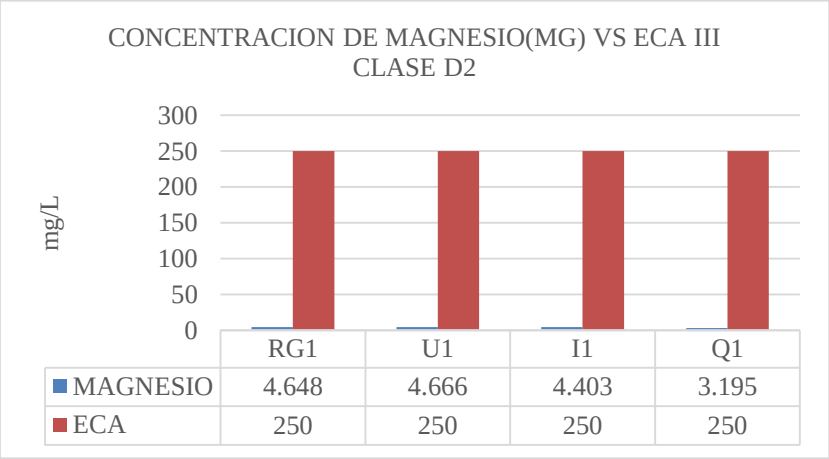

Figura 65 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.32. Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 74

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MANGANESO	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia

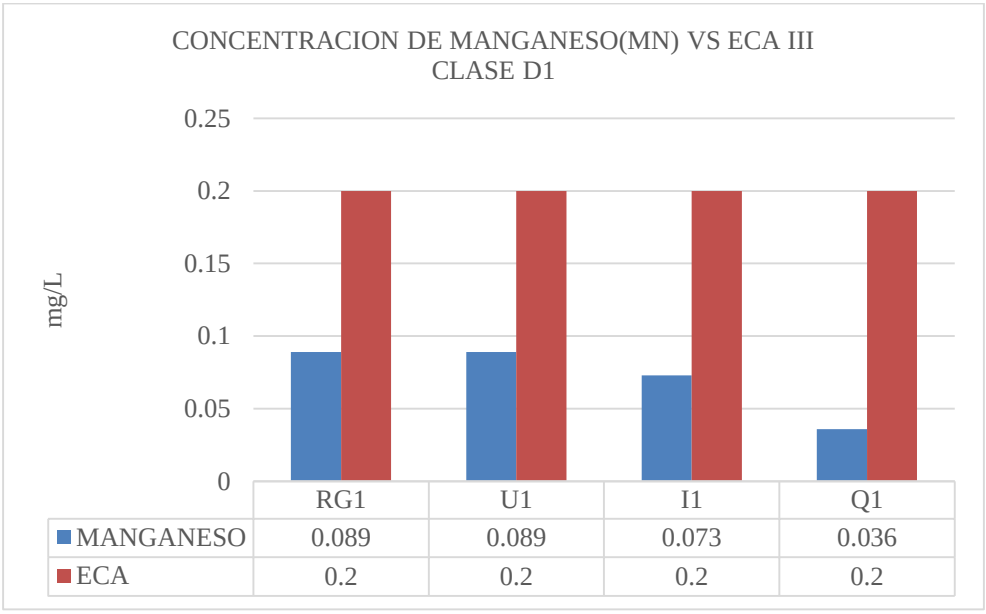

Figura 66 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 75

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
MANGANESO	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia

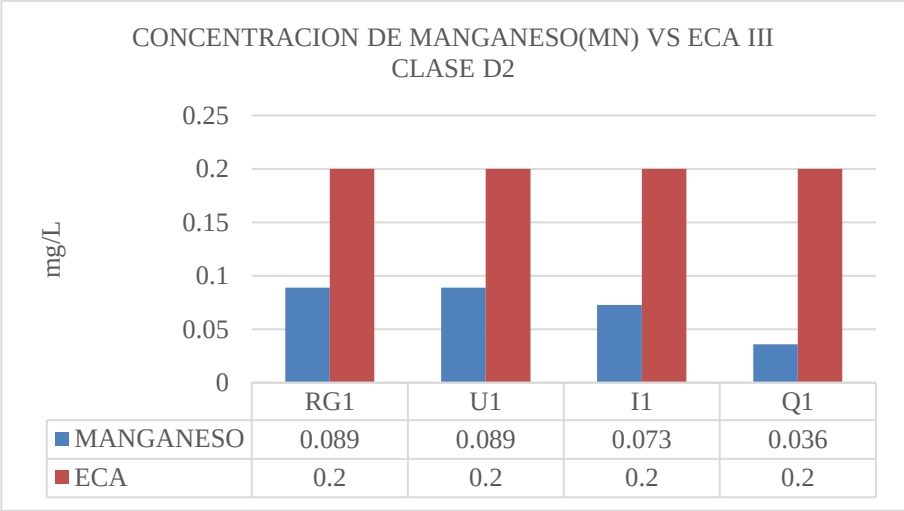

Figura 67 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.33. Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 76

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

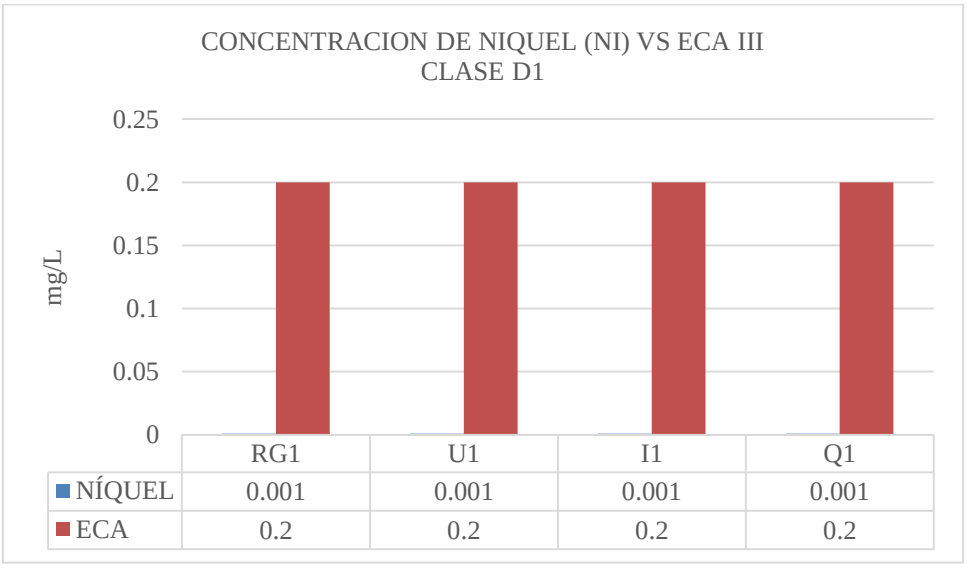

Figura 68 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 77

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	1	1	1	1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

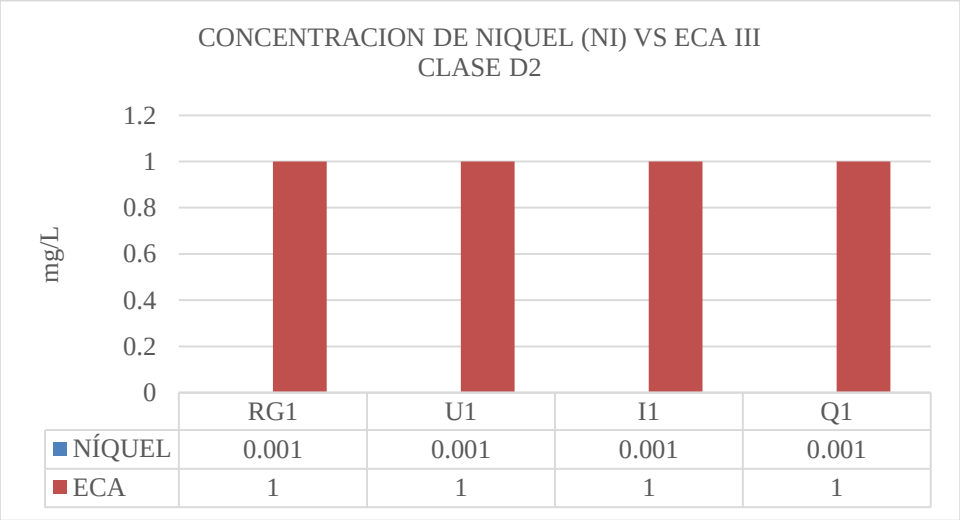

Figura 69 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.34. Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 78

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

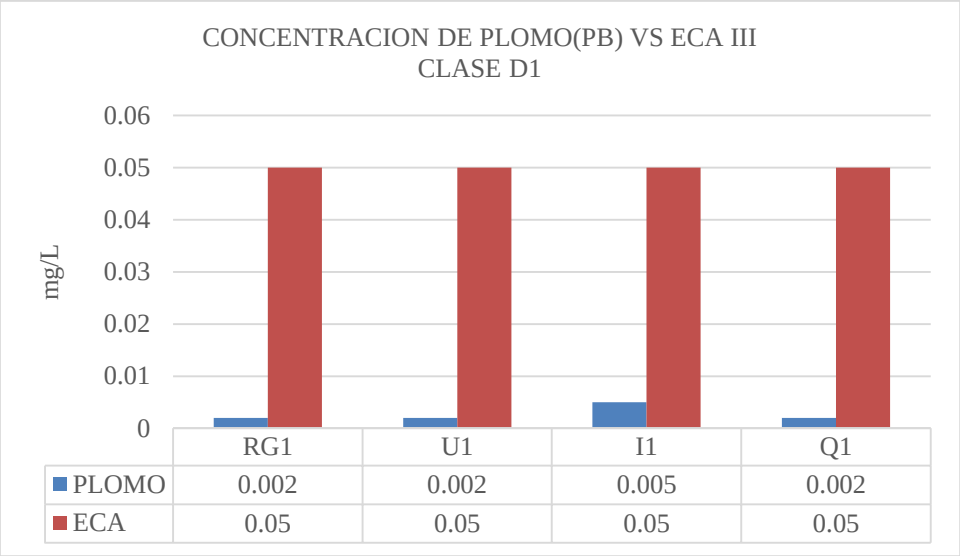

Figura 70 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 79

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

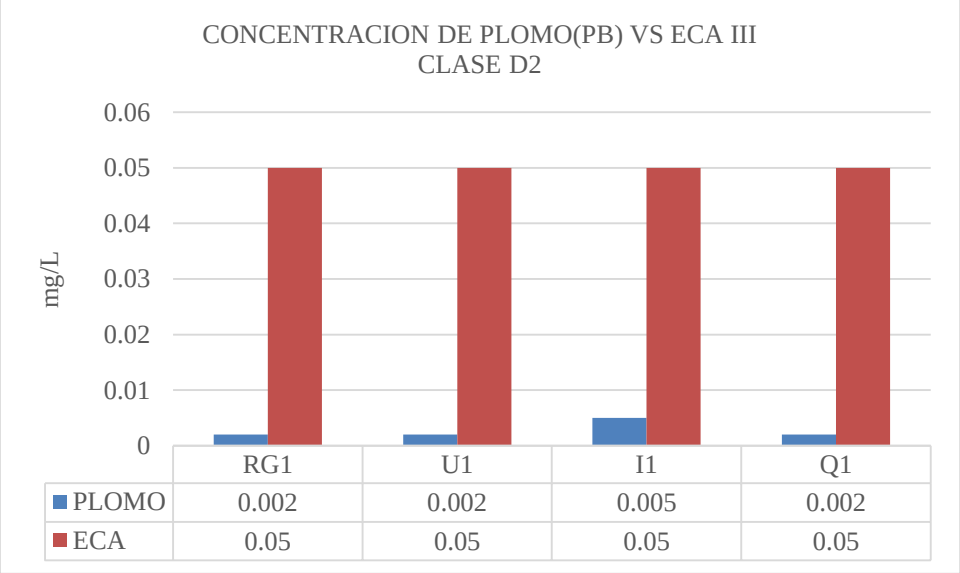

Figura 71 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.35. Resultados de la concentración de Selenio (Se) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 80

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
SELENIO	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración propia

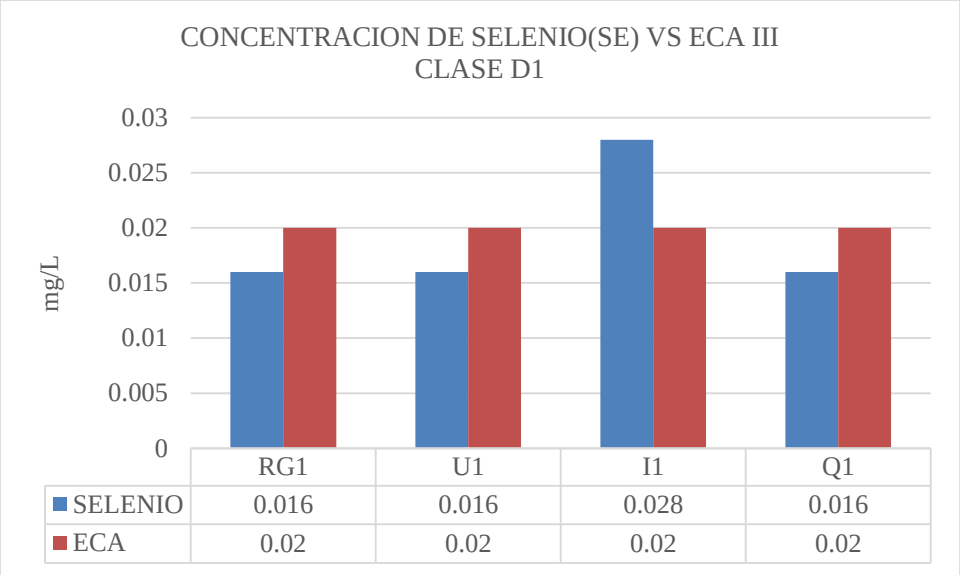

Figura 72 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 81

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
SELENIO	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración propia

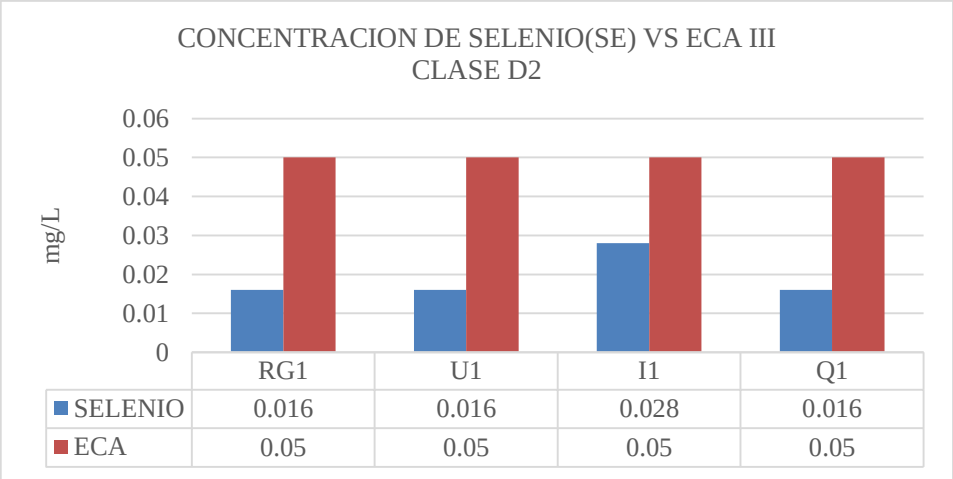

Figura 73 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.36. Resultados de la concentración de Litio (Li) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 82

Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
LITIO	0.014	0.013	0.013	0.003
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración propia

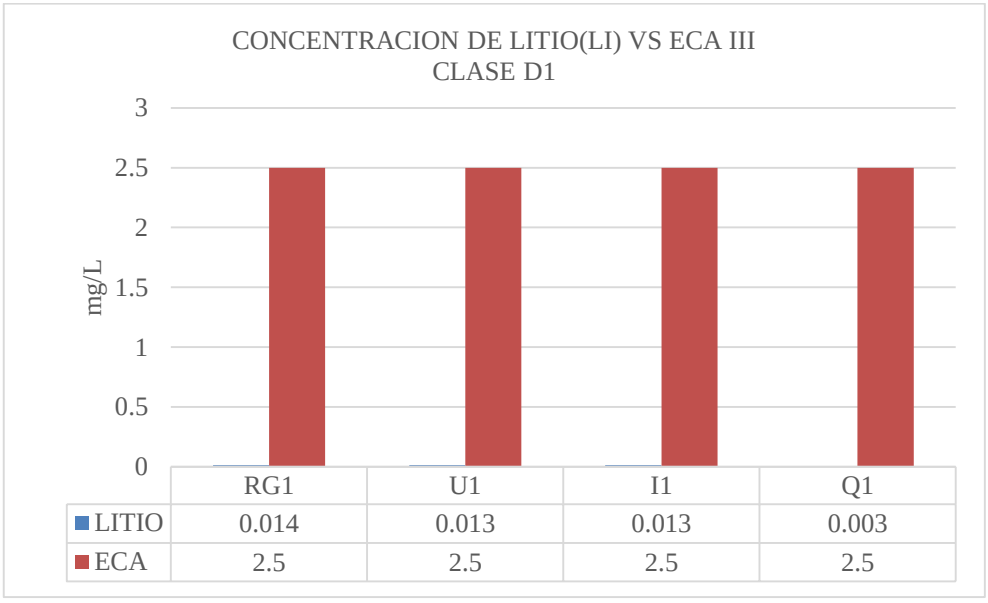

Figura 74 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 83

Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
LITIO	0.014	0.013	0.013	0.003
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración propia

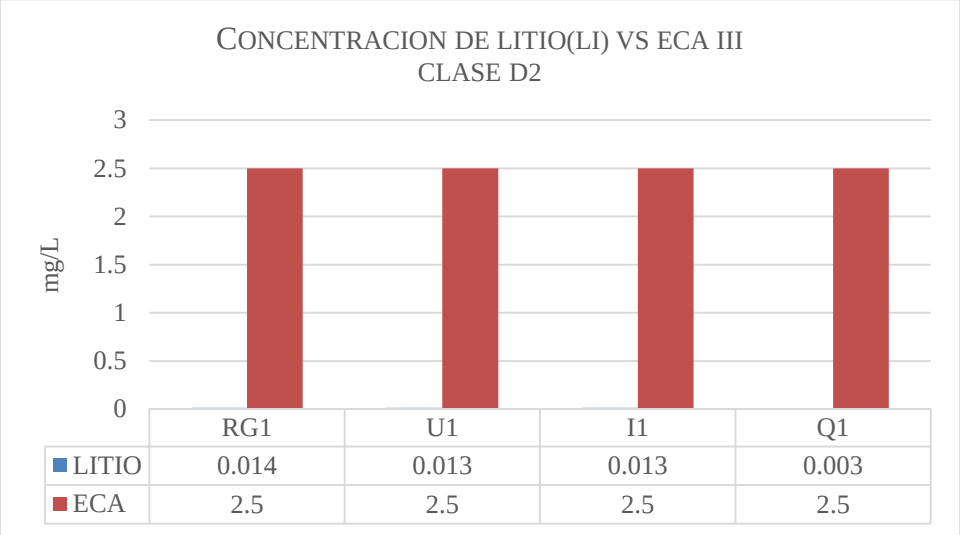

Figura 75 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.37. Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 84

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ZINC	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	2	2	2	2

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

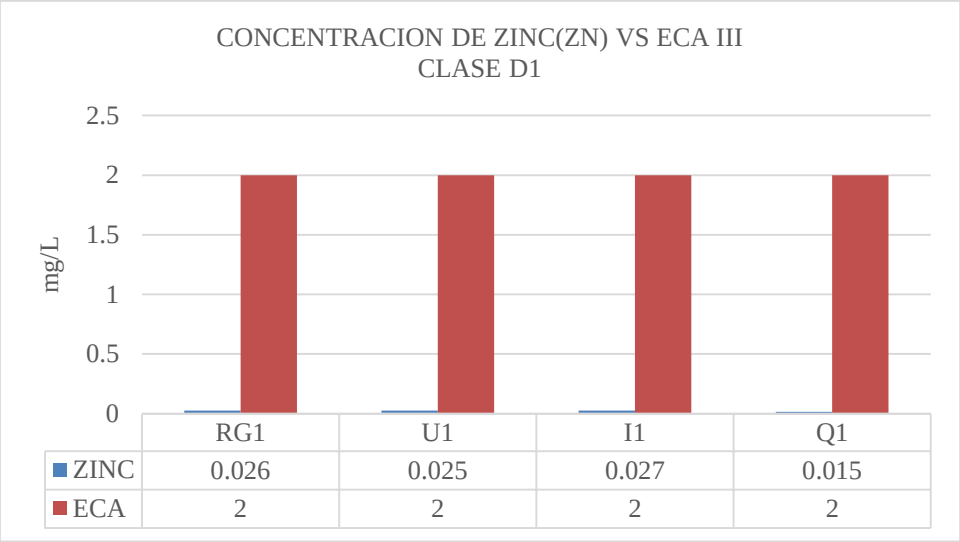

Figura 76 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 85

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ZINC	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	24	24	24	24

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

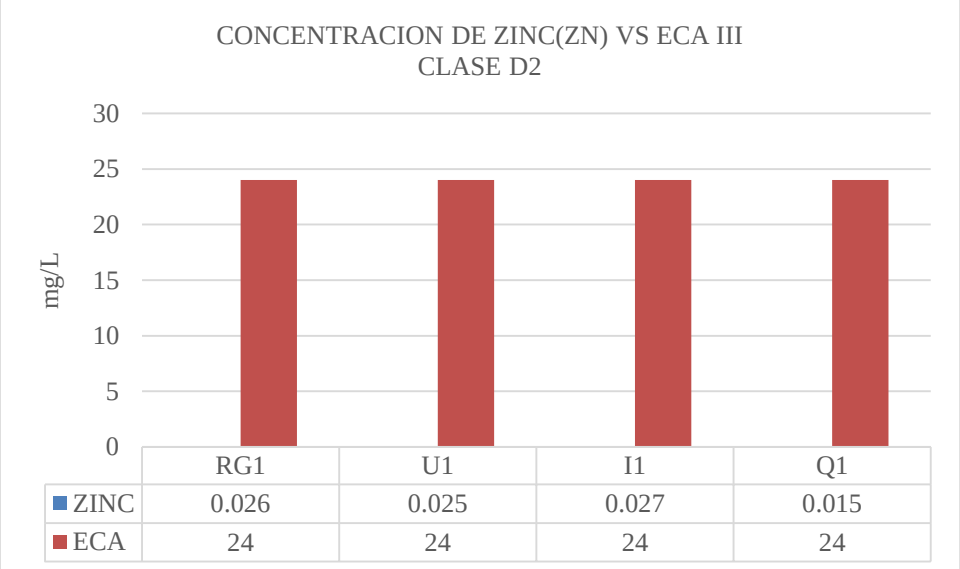

Figura 77 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

SEGUNDO ANALISIS

Tabla 86

Resultados del segundo análisis de la concentración de minerales en el caudal del Río Grande y la Quebrada Quishuar.

METALES TOTALES

Parámetro	RG2	U2	I2	Q2
Plata	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Aluminio	1.115	1.300	0.830	0.906
Arsénico	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Boro	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Bario	0.030	0.032	0.030	0.032
Berilio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Bismuto	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Calcio	150.6	133.3	131.3	126.2
Cadmio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobalto	0.002	0.002	<LCM	<LCM
Cromo	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobre	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Hierro	0.211	0.350	0.220	0.249
Potasio	2.321	2.227	2.020	2.082
Litio	0.008	0.007	0.007	0.007
Magnesio	1.609	1.781	1.663	1.761
Manganeso	0.067	0.089	0.073	0.082
Molibdeno	0.005	0.003	0.004	0.004
Sodio	11.73	11.61	10.84	11.11
Niquel	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Fosforo	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Plomo	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Azufre	156.3	133.0	138.8	130.0
Antimonio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Selenio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Silicio	4.007	4.680	4.538	4.759
Estroncio	0.533	0.489	0.467	0.469
Titanio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Talio	0.009	0.009	0.008	0.006
Uranio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Vanadio	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Zinc	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Fuente: Elaboración Propia

- LCM: límite de cuantificación

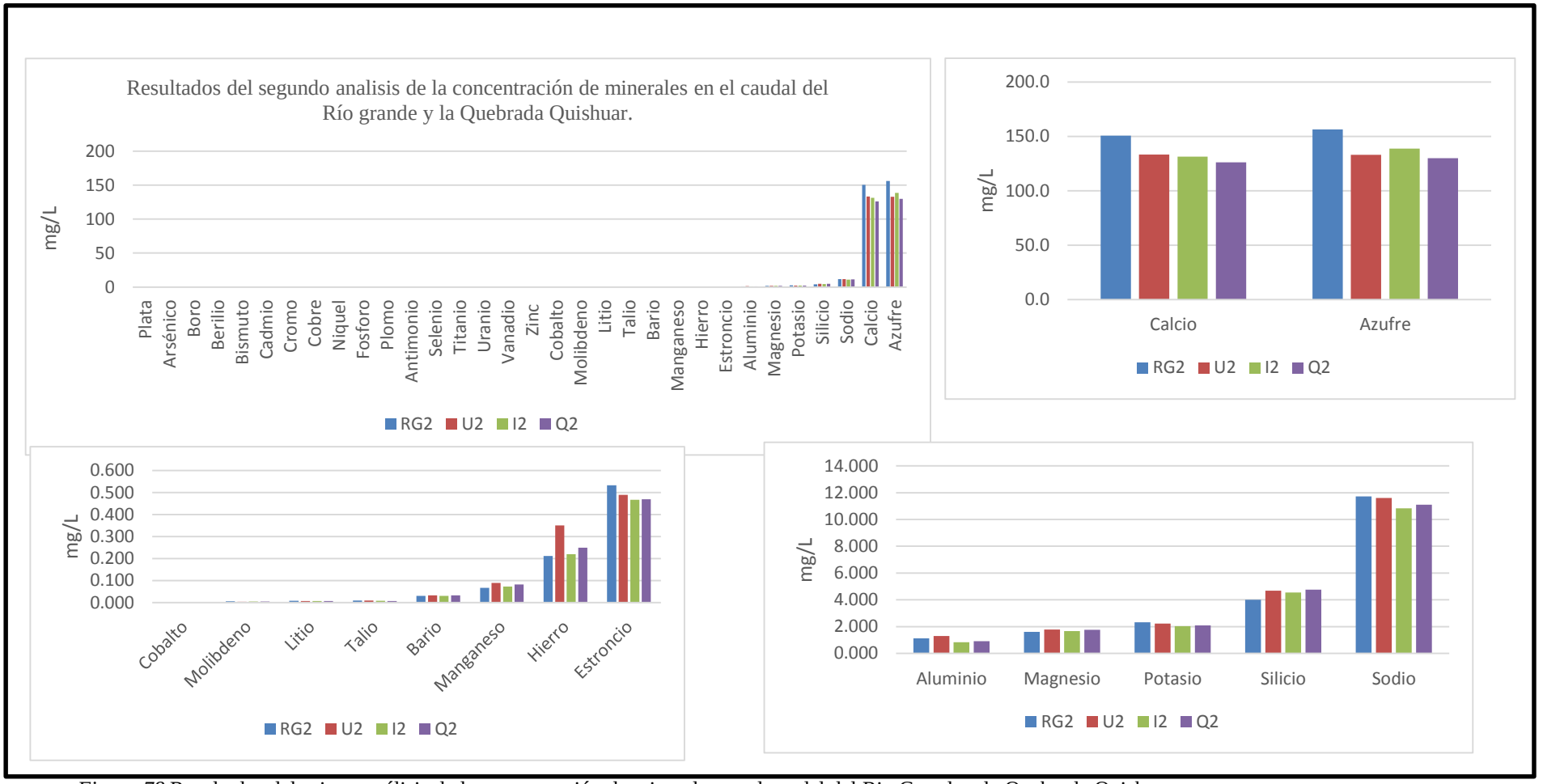

Figura 78 Resultados del primer análisis de la concentración de minerales en el caudal del Rio Grande y la Quebrada Quishuar
Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE SEGUNDO ANÁLISIS DE RESULTADOS CON EL ECA I

3.38. Resultados de la concentración del Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Subcategoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 87

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO	1.115	1.300	0.830	0.906
ECA	0.9	0.9	0.9	0.9

Fuente: Elaboración Propia

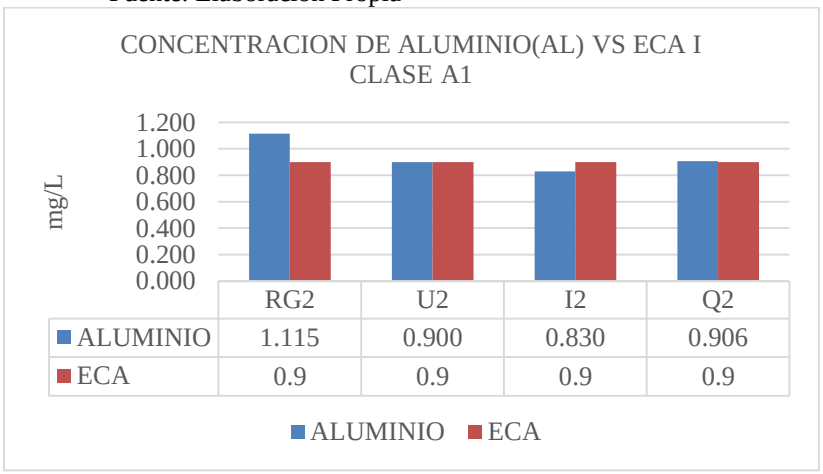

Figura 79 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 88

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO	1.115	1.300	0.830	0.906
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

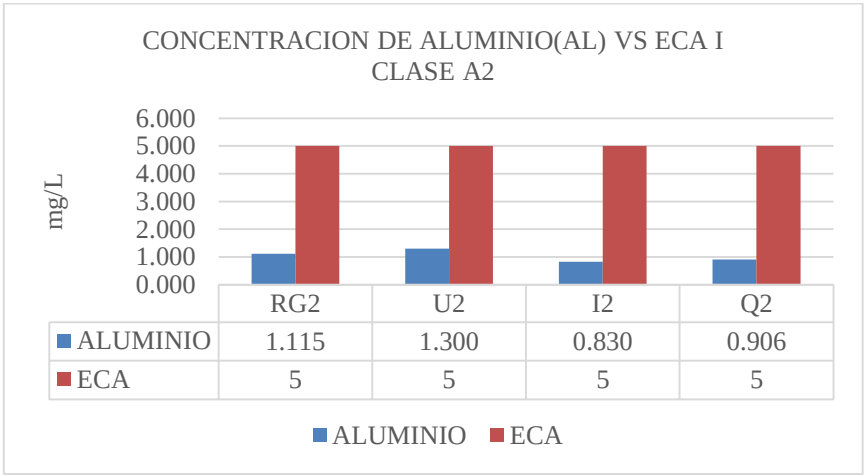

Figura 80 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO	1.115	1.300	0.830	0.906
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

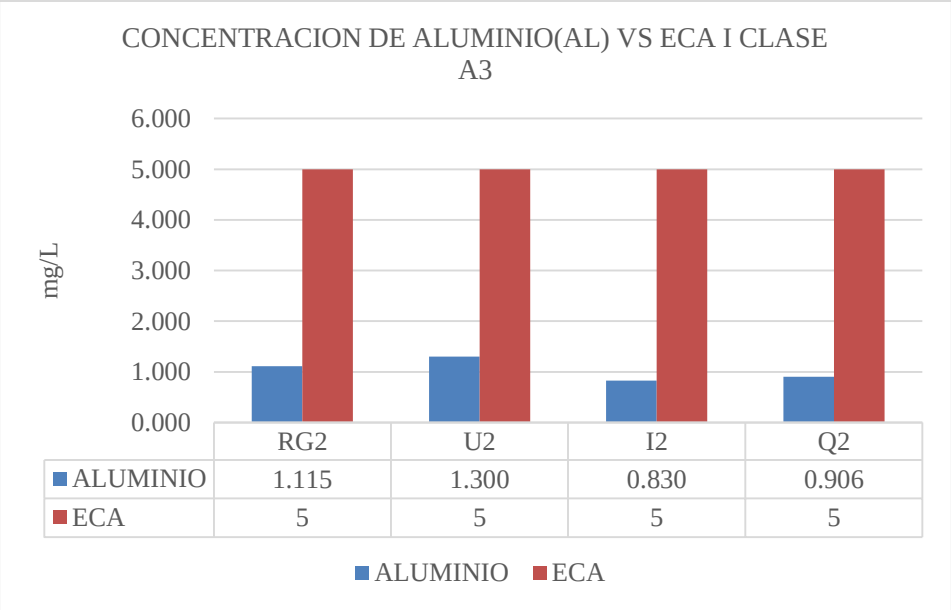

Figura 81 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.39. Resultados de la concentración del Antimonio (Sb) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 90

Resultados de la concentración de antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ANTIMONIO	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

Fuente: Elaboración Propia

LCM	0.005
< LCM	0.004

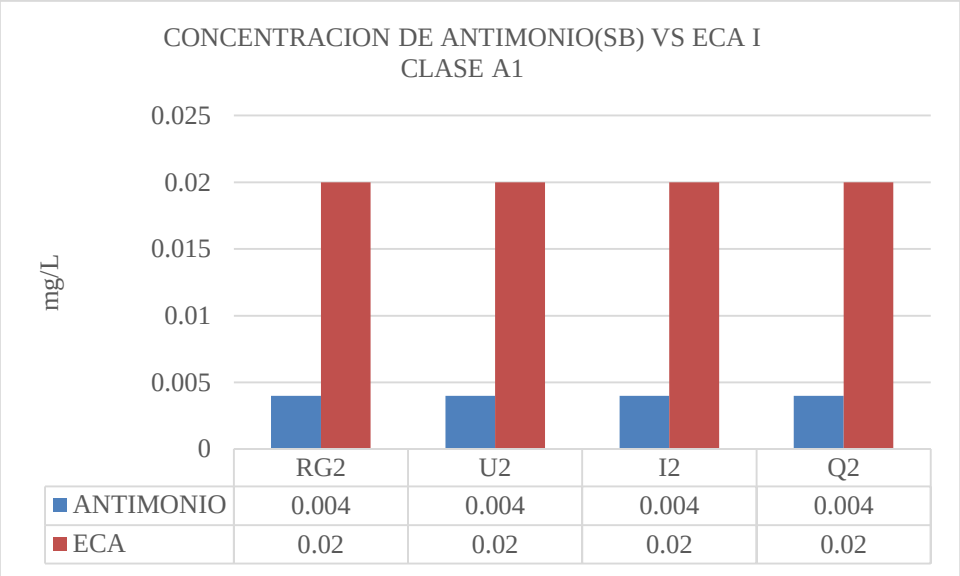

Figura 82 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91

Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
ANTIMONIO	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.005
< LCM	0.004

Fuente: Elaboración Propia

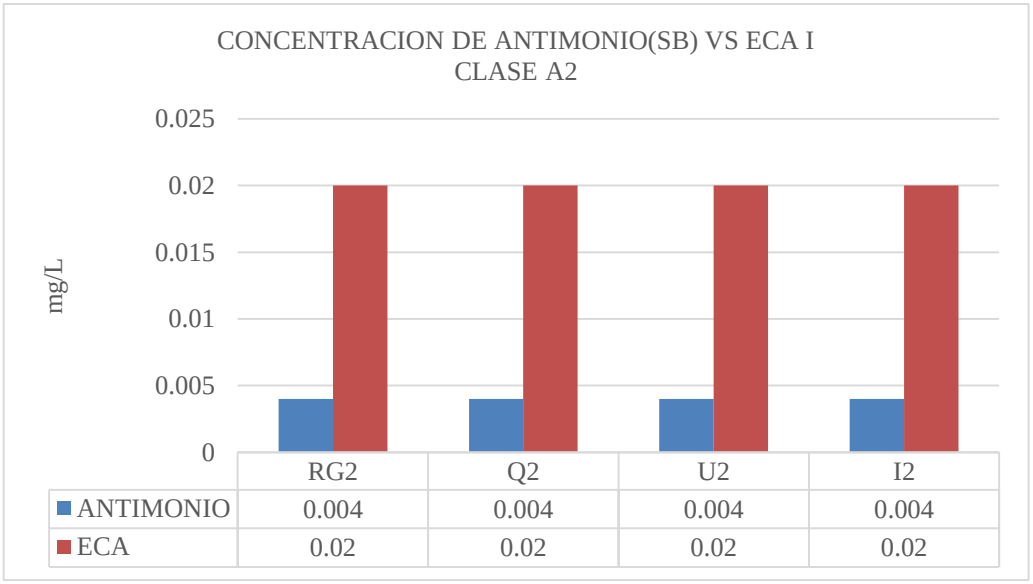

Figura 83 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A 2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92

Resultados de la concentración de Antimonio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ANTIMONIO	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.40. Resultados de la concentración del Arsénico (As) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 93

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ARSÉNICO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

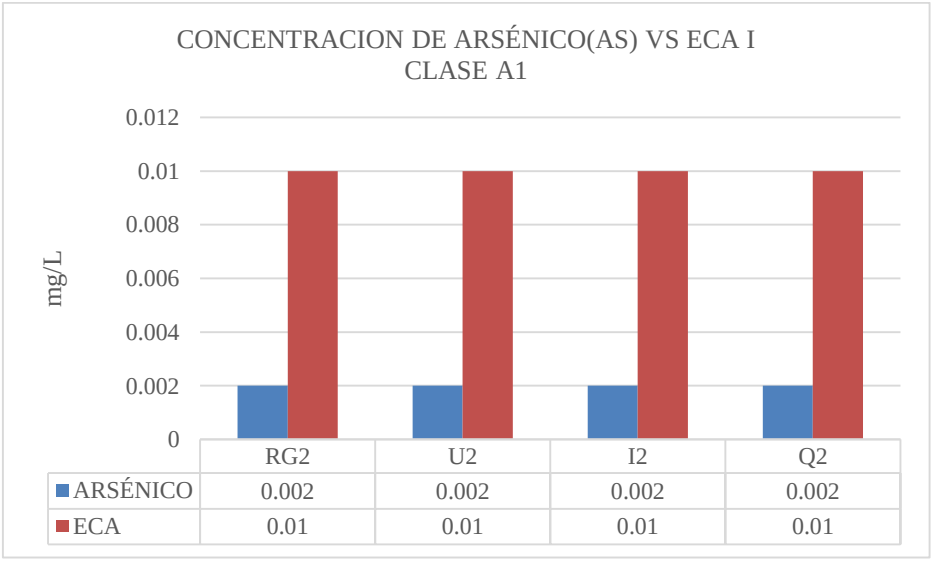

Figura 84 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
ARSÉNICO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

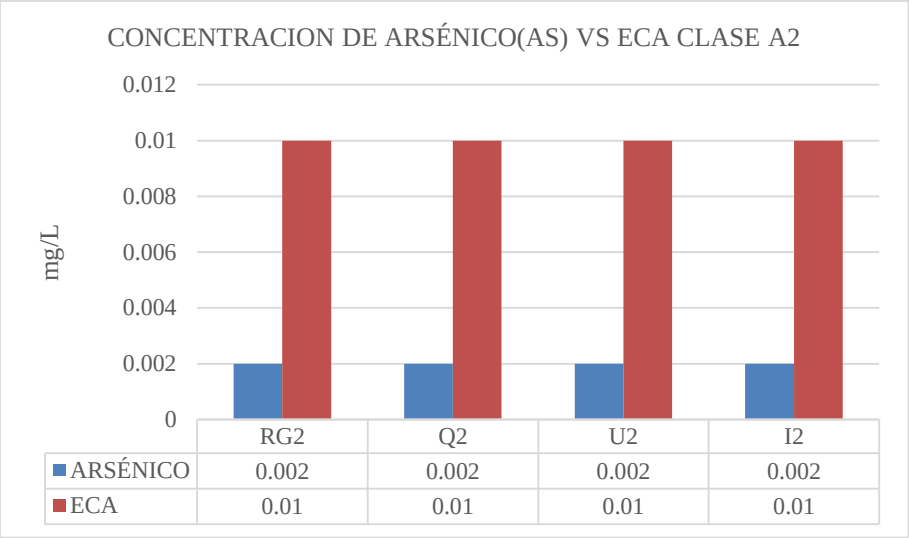

Figura 85 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ARSÉNICO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.15	0.15	0.15	0.15

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

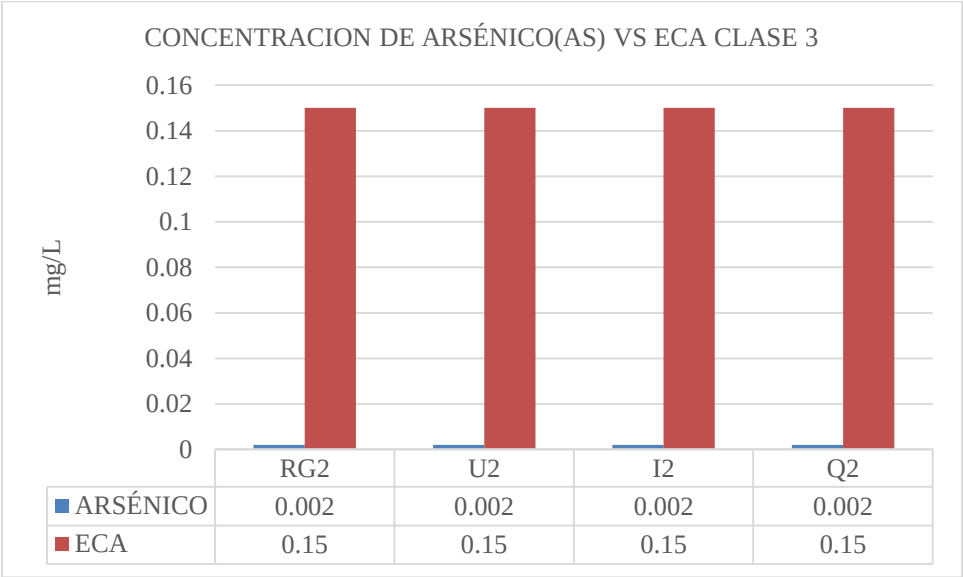

Figura 86 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.41. Resultados de la concentración del Bario (Ba) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 96

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BARIO	0.030	0.032	0.030	0.032
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

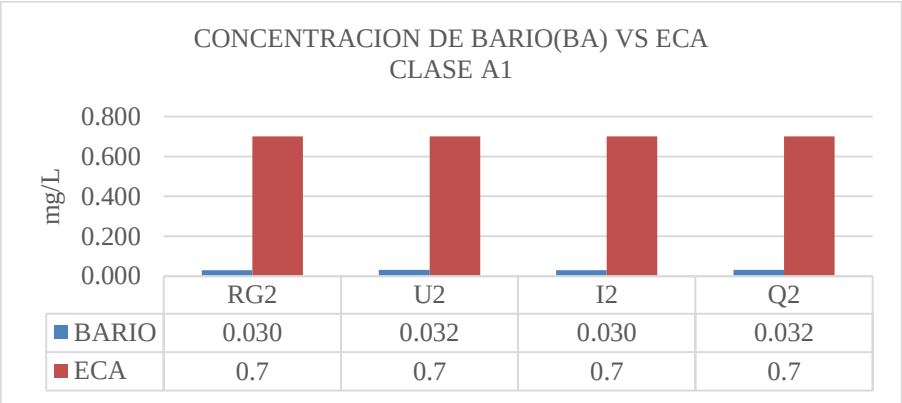

Figura 87 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A 2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
BARIO	0.030	0.032	0.030	0.032
ECA	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

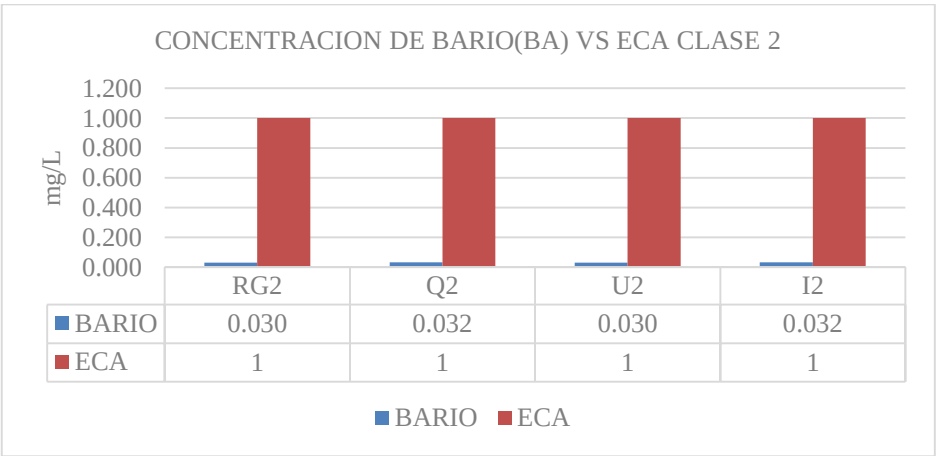

Figura 88 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BARIO	0.030	0.032	0.030	0.032
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.42. Resultados de la concentración del Berilio (Be) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 99

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.012	0.012	0.012	0.012

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

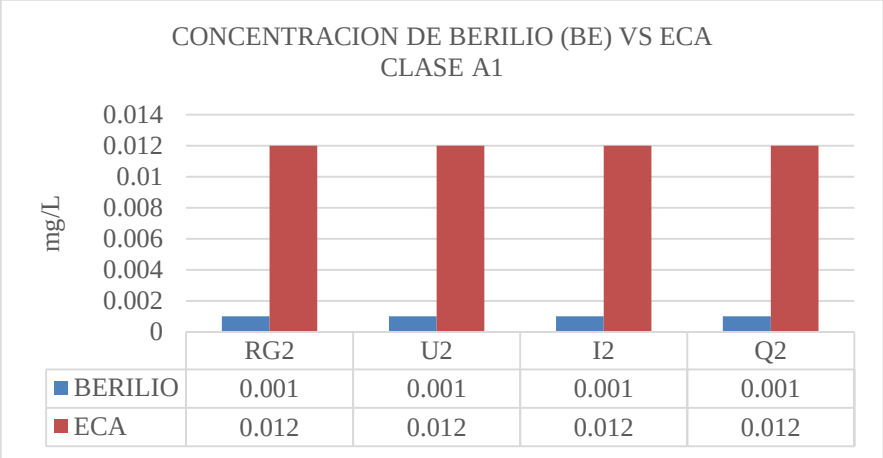

Figura 89 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 100

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

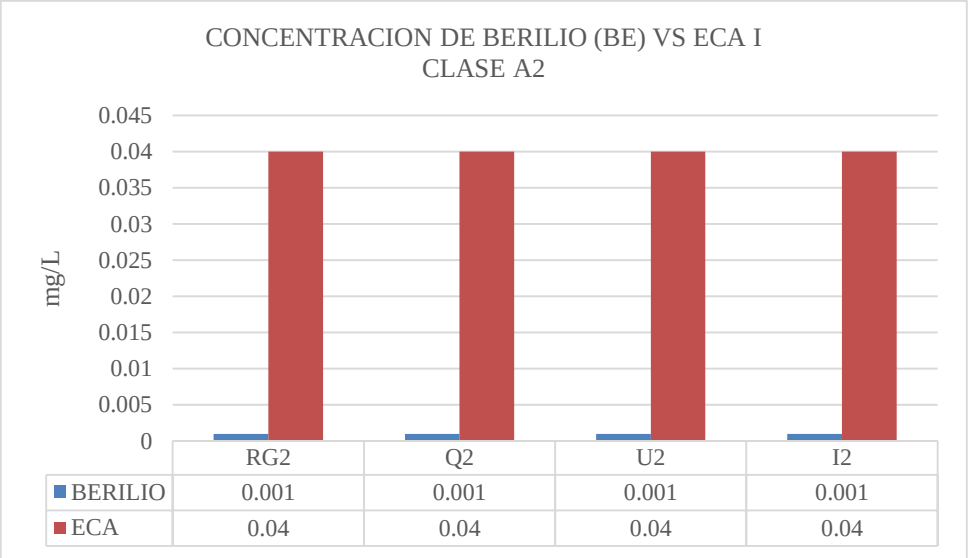

Figura 90 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 101

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

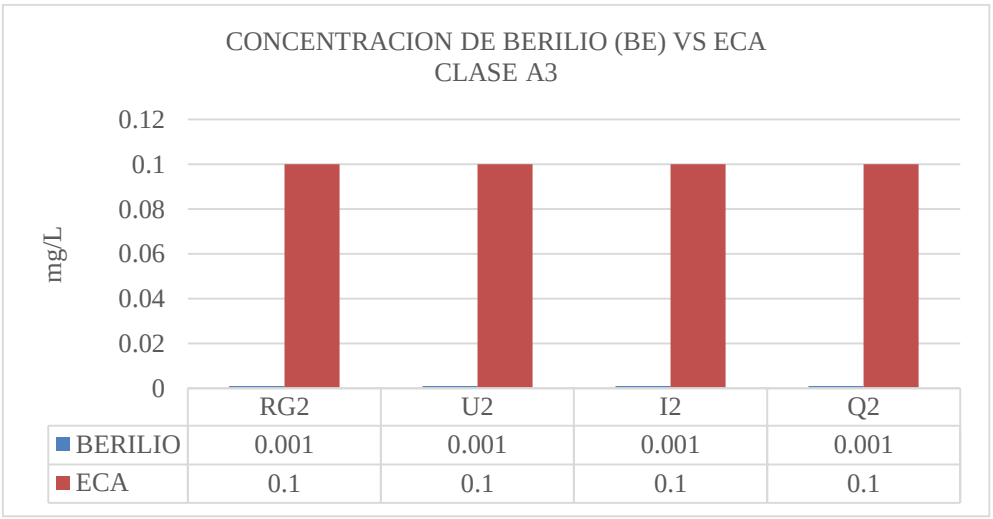

Figura 91 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.43. Resultados de la concentración del Boro (B) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 102

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

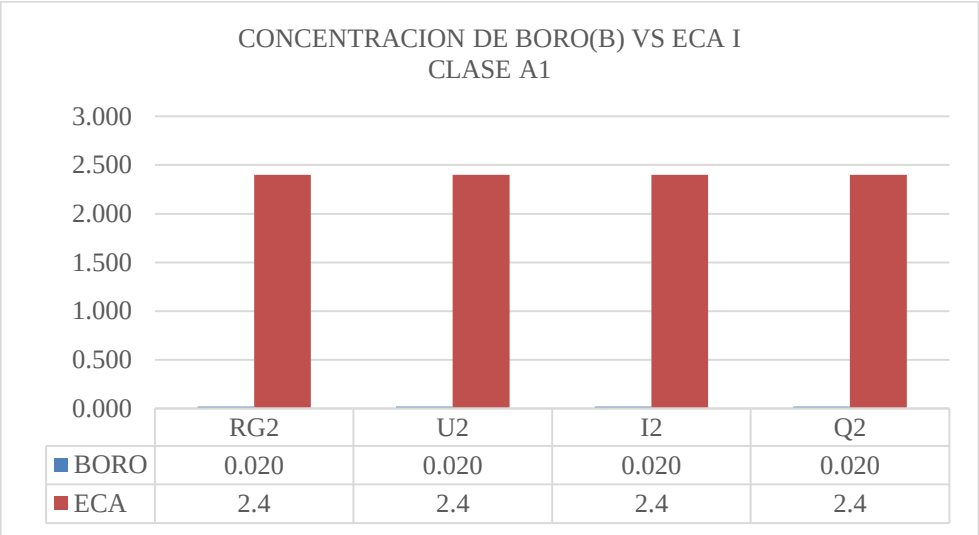

Figura 92 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

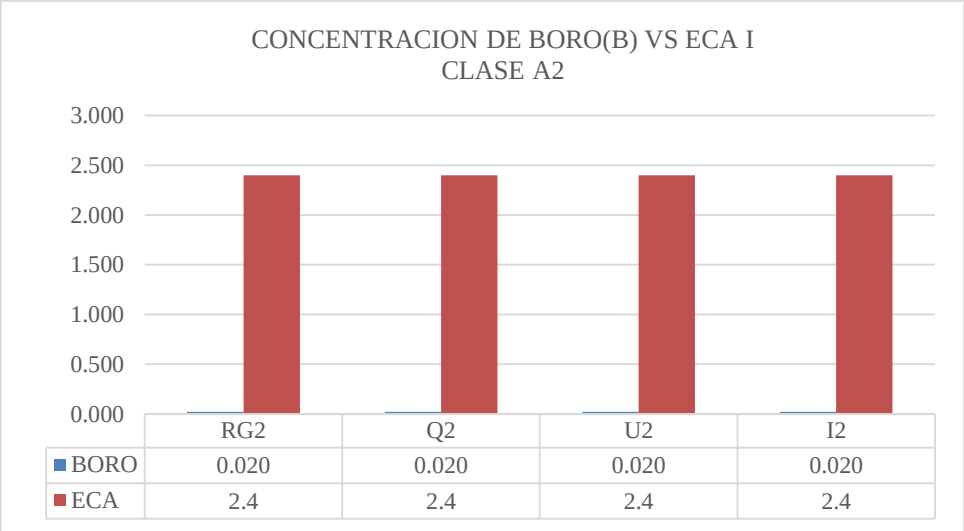

Figura 93 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración Propia

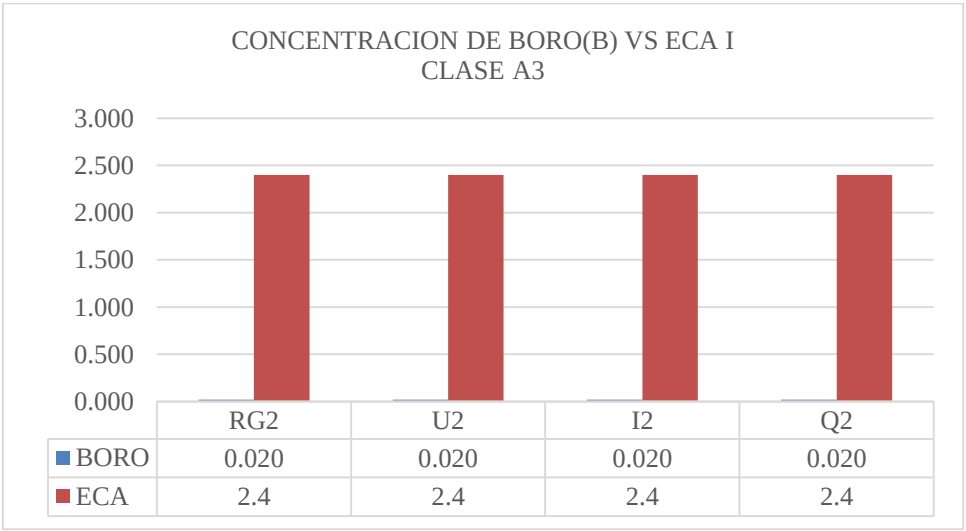

Figura 94 Resultados de Boro (B) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.44. Resultados de la concentración del Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 105

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.003	0.003	0.003	0.003

Fuente: Elaboración Propia

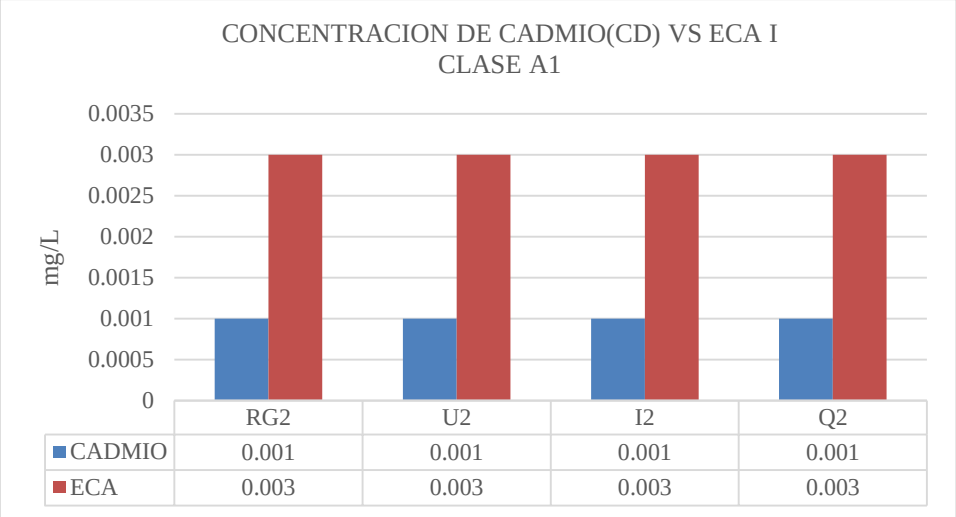

Figura 95 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.005	0.005	0.005	0.005

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

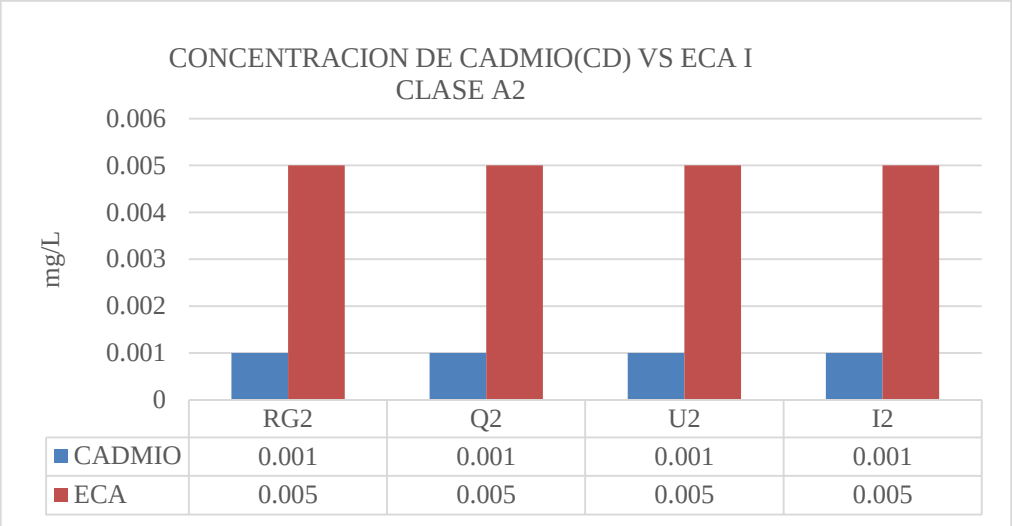

Figura 96 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

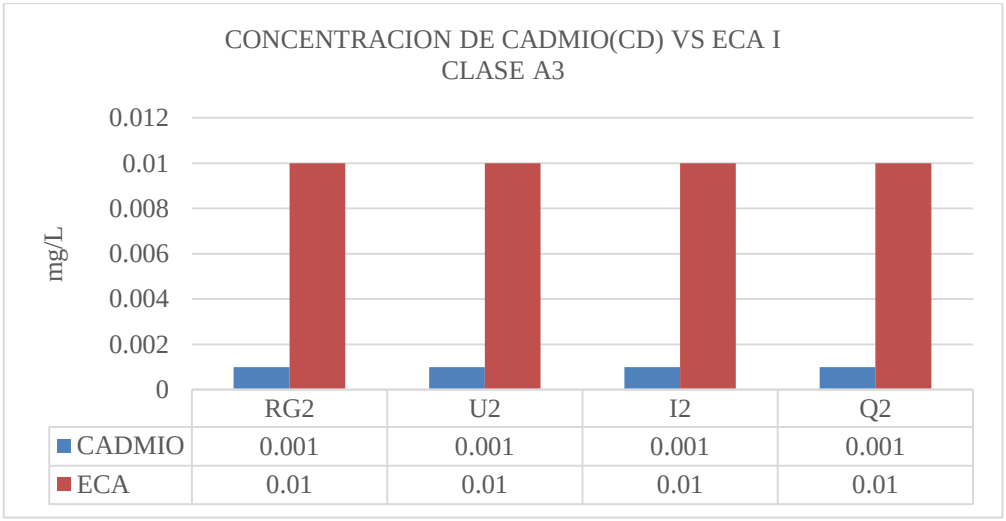

Figura 97 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.45. Resultados de la concentración del Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 108

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
COBRE	0.013	0.013	0.013	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

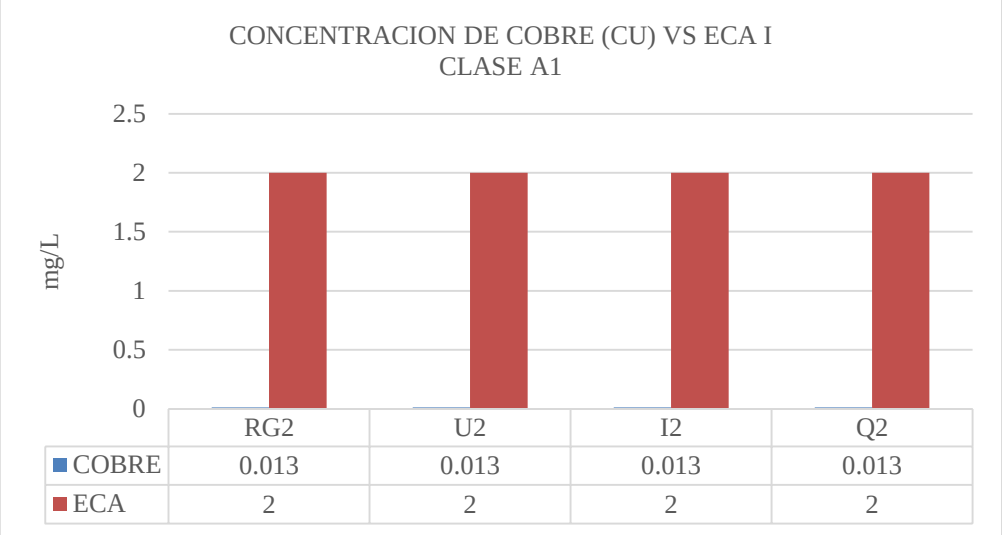

Figura 98 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 109

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
COBRE	0.013	0.013	0.013	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

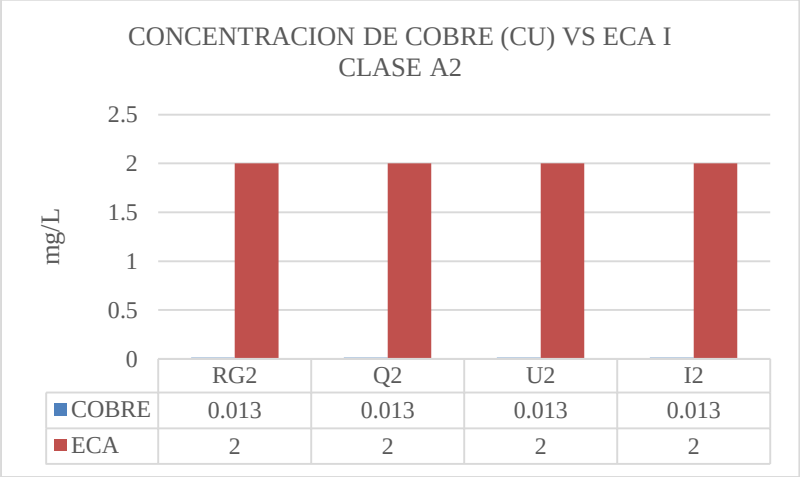

Figura 99 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
COBRE	0.013	0.013	0.013	0.013
ECA	2	2	2	2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

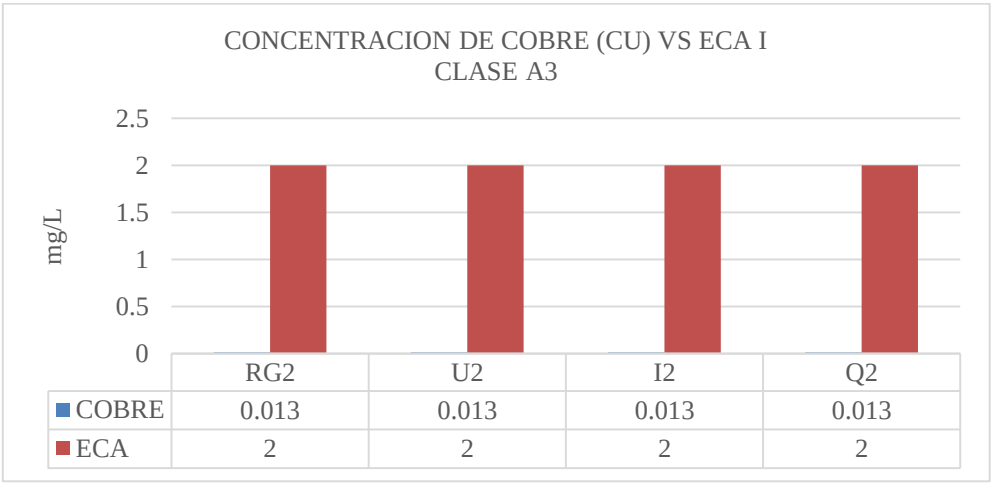

Figura 100 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.46. Resultados de la concentración del Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 111

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

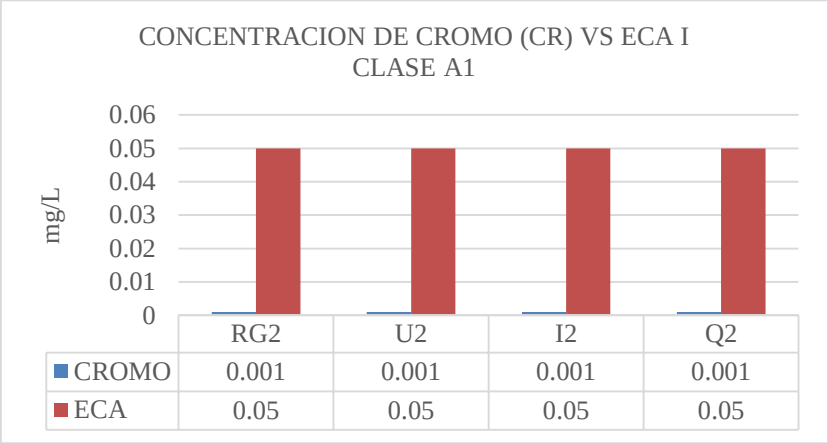

Figura 101 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 112 Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Elaboración Propia

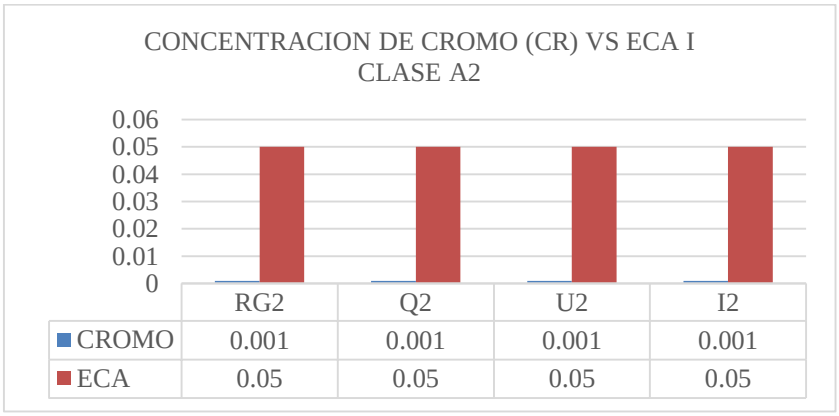

Figura 102 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 113

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

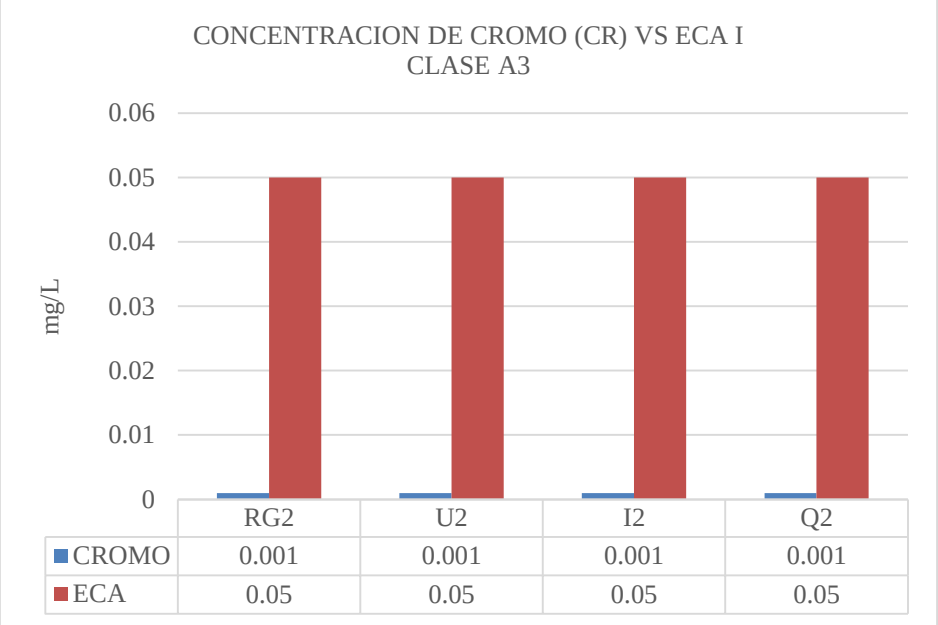

Figura 103 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.47. Resultados de la concentración del Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 114

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
HIERRO	0.211	0.350	0.220	0.249
ECA	0.3	0.3	0.3	0.3

Fuente: Elaboración Propia

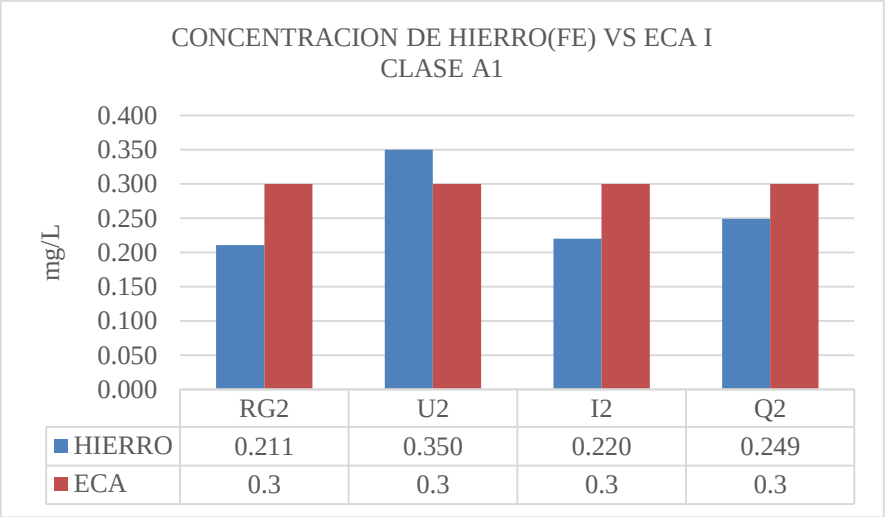

Figura 104 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 115

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
HIERRO	0.211	0.350	0.220	0.249
ECA	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

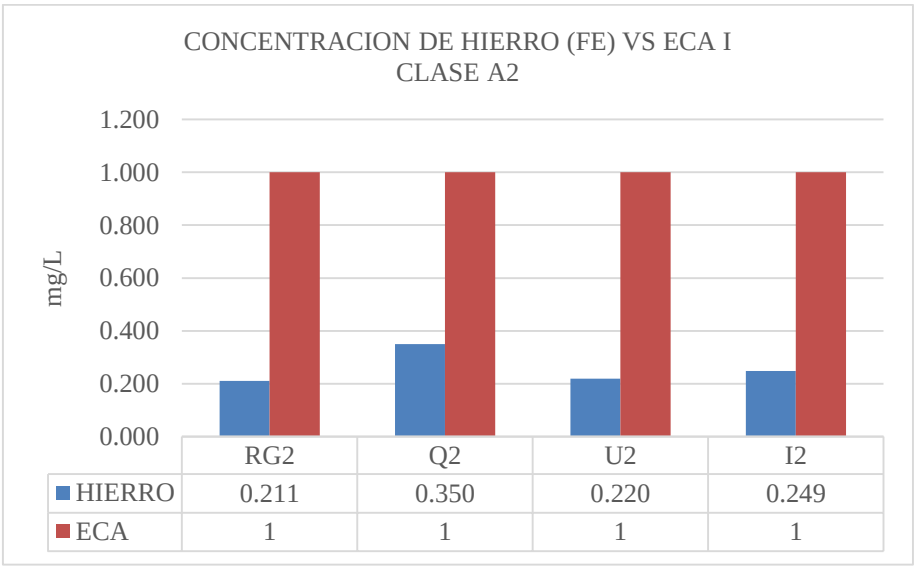

Figura 105 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 116

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
HIERRO	0.211	0.350	0.220	0.249
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

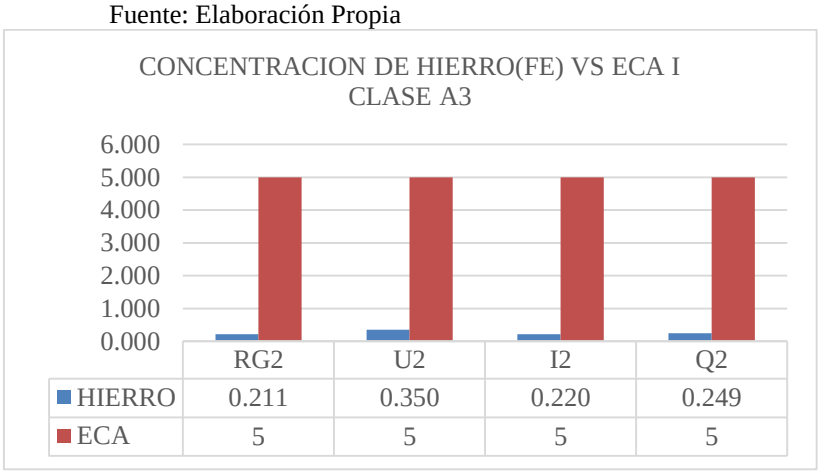

Figura 106 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.48. Resultados de la concentración del Manganeso (Mn) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 117

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MANGANESO	0.067	0.089	0.073	0.082
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: Elaboración Propia

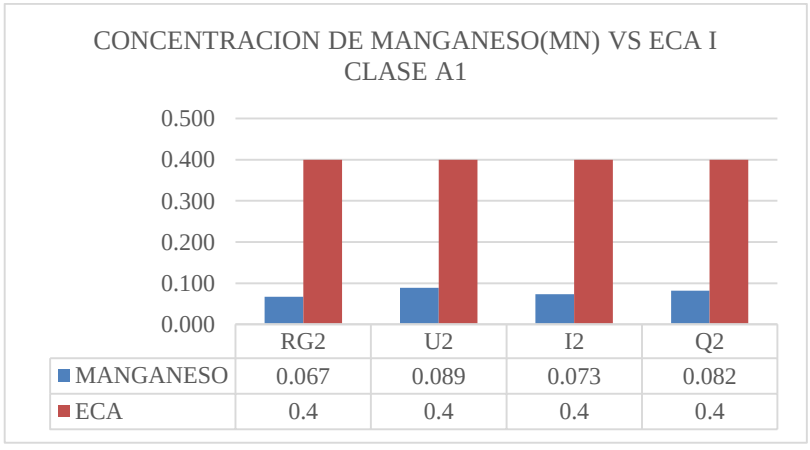

Figura 107 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 118

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
MANGANESO	0.067	0.089	0.073	0.082
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4

Fuente: Elaboración Propia

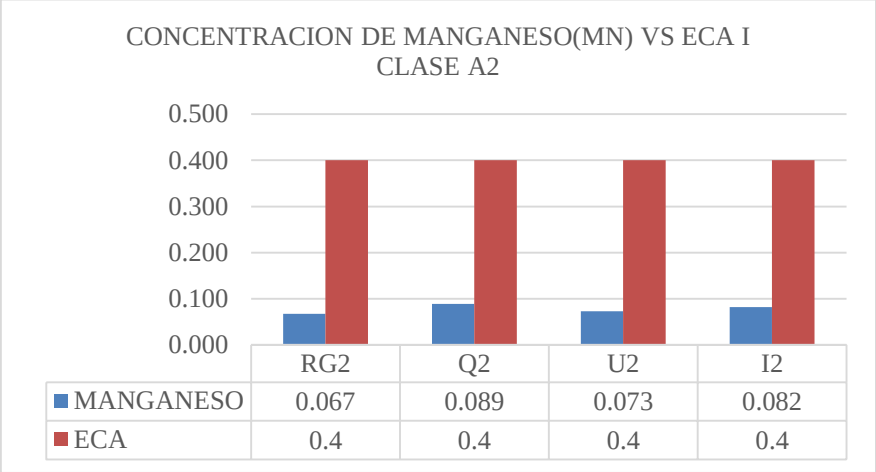

Figura 108 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 119

Resultados de la concentración de Manganeso en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MANGANESO	0.067	0.089	0.073	0.082
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5

Fuente: Elaboración Propia

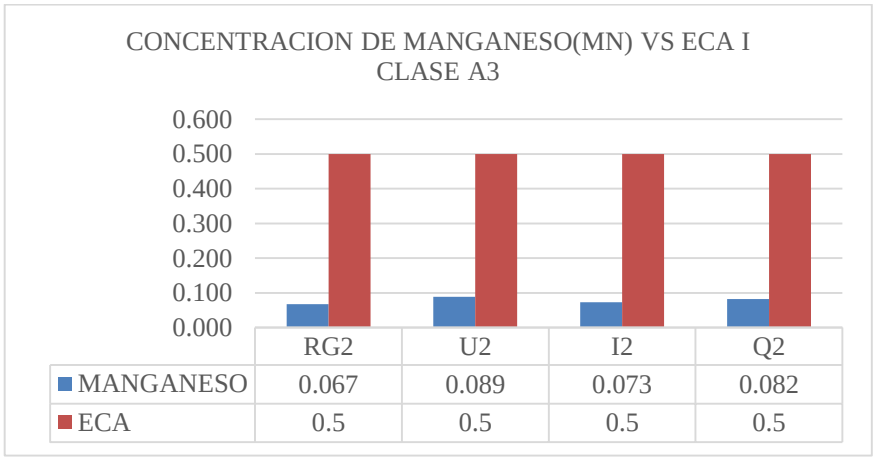

Figura 109 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.49. Resultados de la concentración del Molibdeno (Mo) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 120

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MOLIBDENO	0.005	0.003	0.004	0.004
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07

Fuente: Elaboración Propia

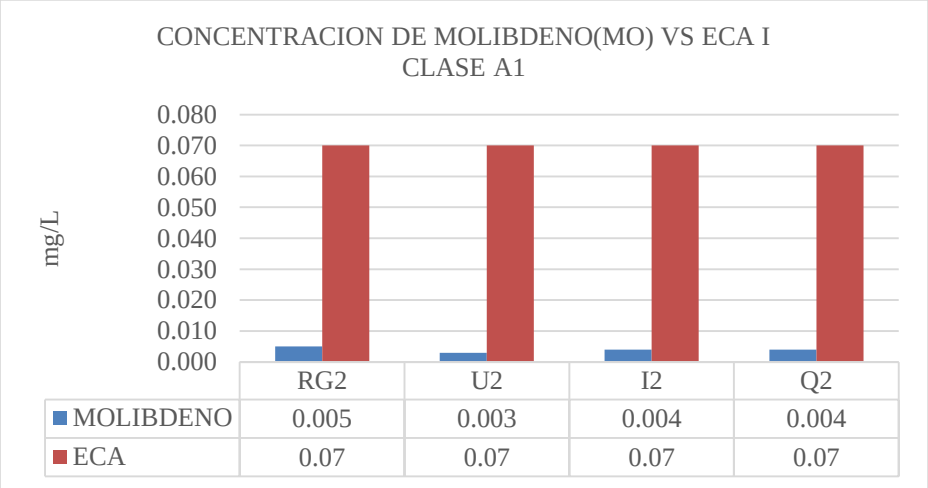

Figura 110 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 121

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
MOLIBDENO	0.005	0.003	0.004	0.004
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 122

Resultados de la concentración de Molibdeno en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MOLIBDENO	0.005	0.003	0.004	0.004
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.50. Resultados de la concentración del Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 123

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

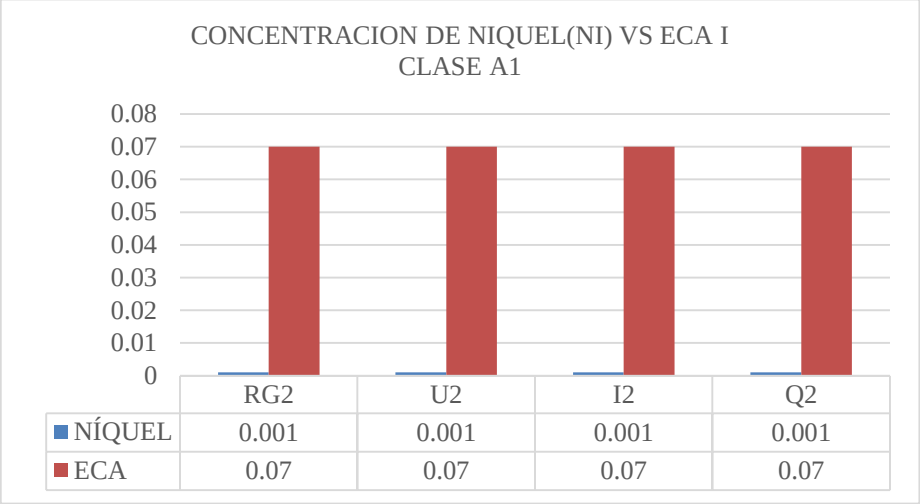

Figura 111 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 124

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
NÍQUEL	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 125

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
NÍQUEL	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.51. Resultados de la concentración del Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 126

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
PLOMO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

Fuente: Elaboración Propia

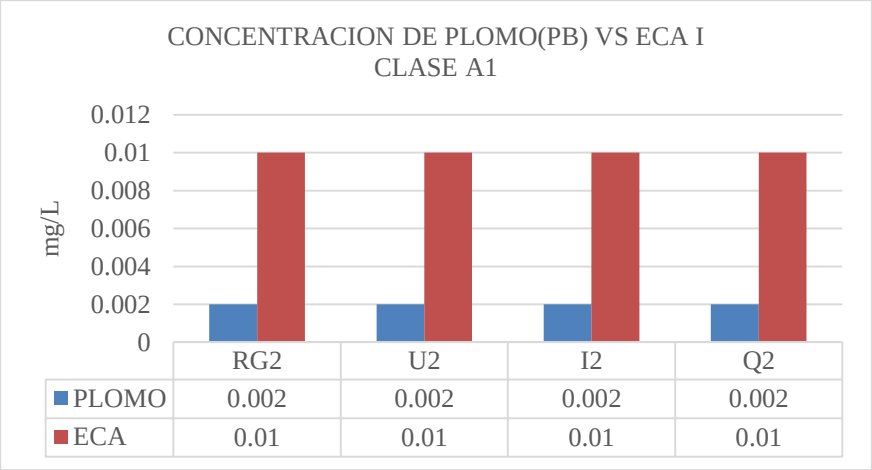

Figura 112 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 127

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
PLOMO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

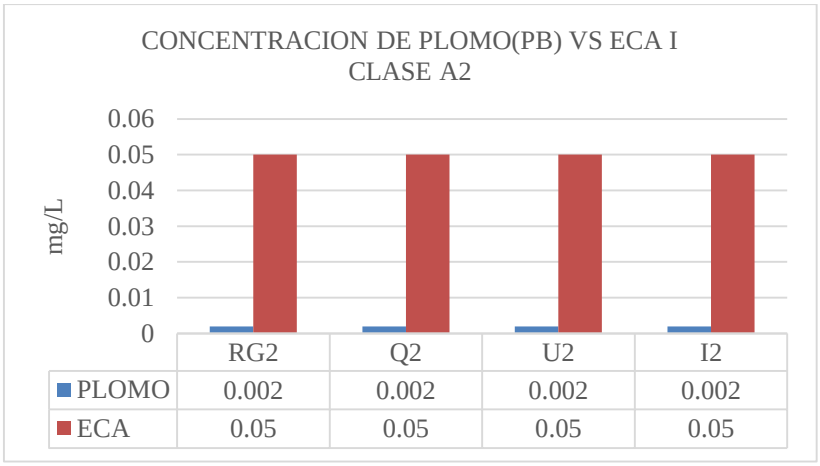

Figura 113 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 128

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
PLOMO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

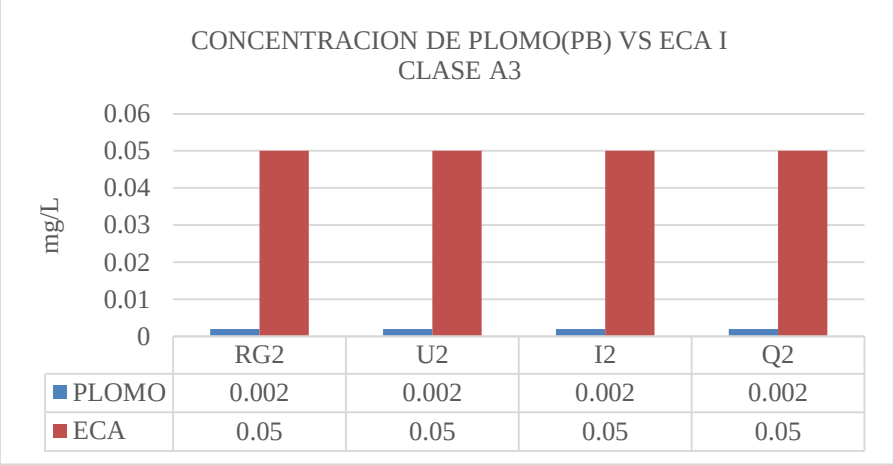

Figura 114 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.52. Resultados de la concentración del Selenio (Se) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I-Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 129

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
SELENIO	0.016	0.016	0.016	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

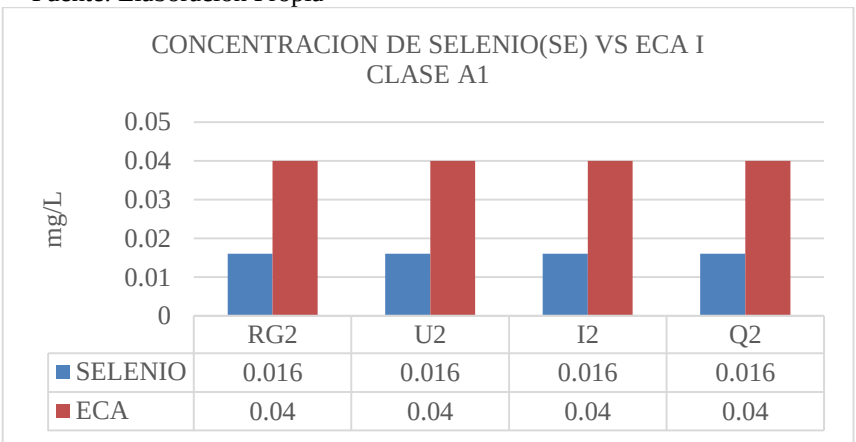

Figura 115 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 130

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
SELENIO	0.016	0.016	0.016	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04

Fuente: Elaboración Propia

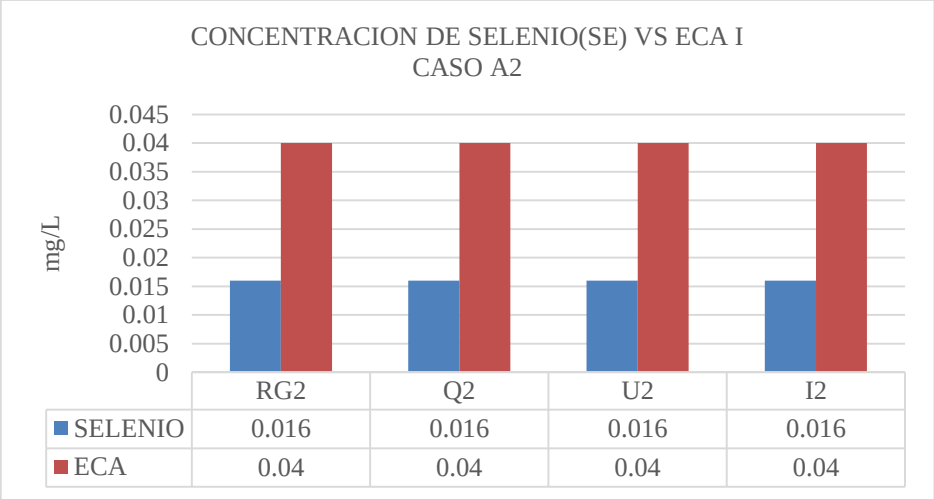

Figura 116 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 131

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
SELENIO	0.016	0.016	0.016	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Elaboración Propia

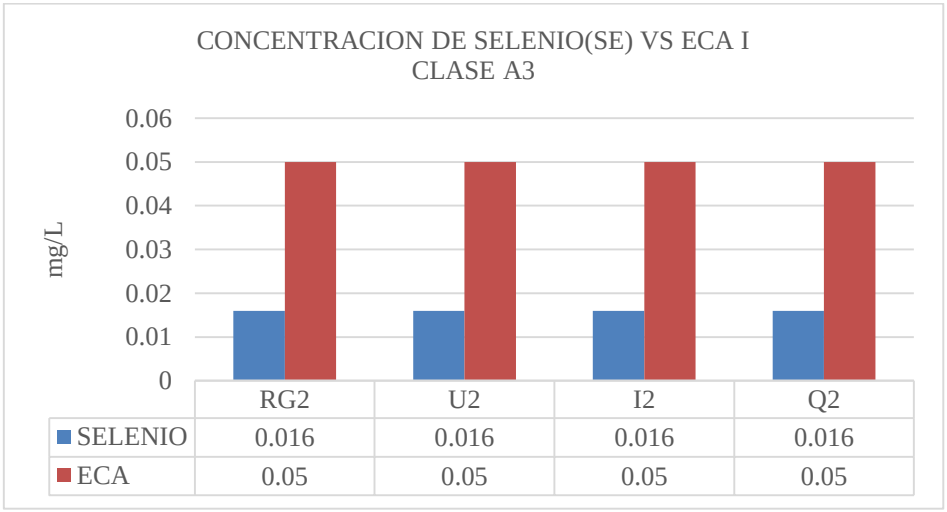

Figura 117 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.53. Resultados de la concentración del Uranio (U) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 132

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
URANIO	0.003	0.003	0.003	0.003
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

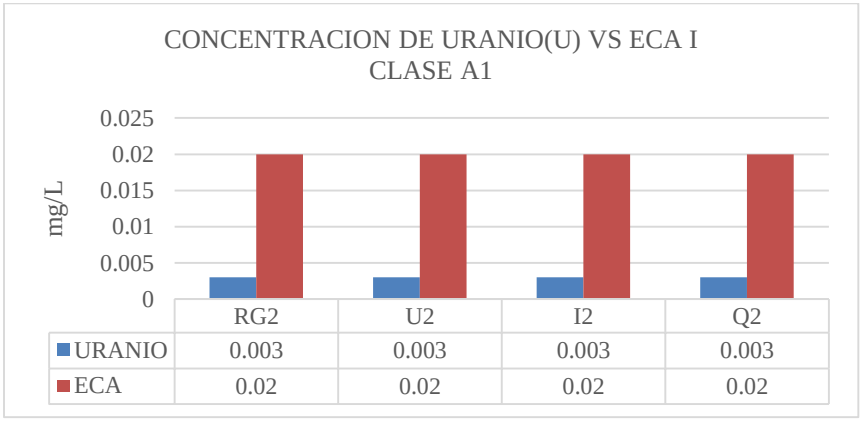

Figura 118 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 133

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
URANIO	0.003	0.003	0.003	0.003
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

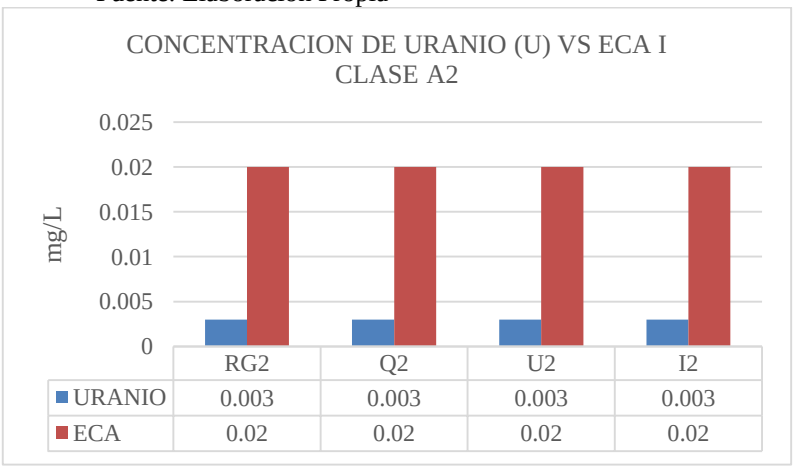

Figura 119 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 134

Resultados de la concentración de Uranio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
URANIO	0.003	0.003	0.003	0.003
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

Fuente: Elaboración Propia

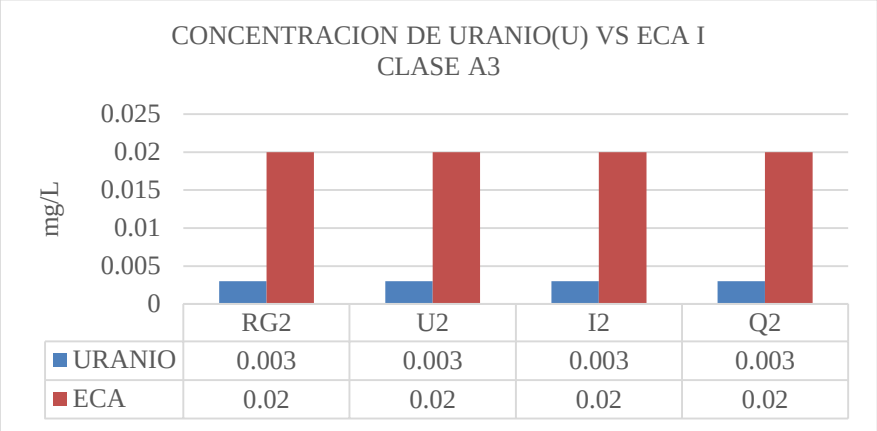

Figura 120 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

3.54. Resultados de la concentración del Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I- Categoría A, CLASE A1, A2, A3.

Tabla 135

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ZINC	0.015	0.015	0.015	0.015
ECA	3	3	3	3

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

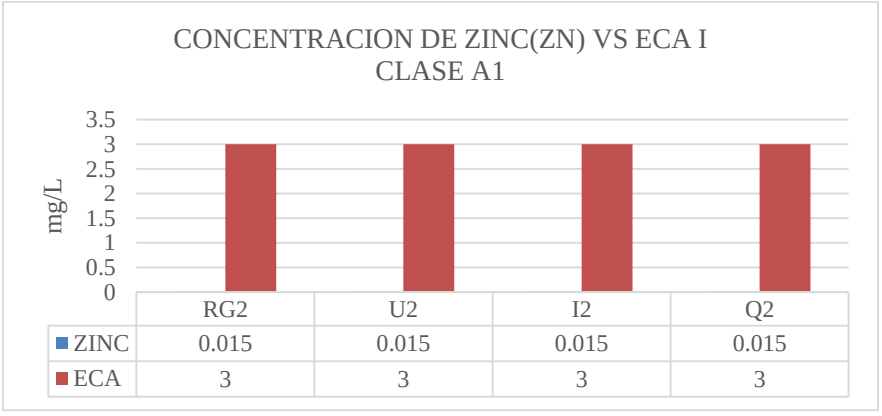

Figura 121 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 136

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A2.

MUESTRA	RG2	Q2	U2	I2
ZINC	0.015	0.015	0.015	0.015
ECA	5	5	5	5

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

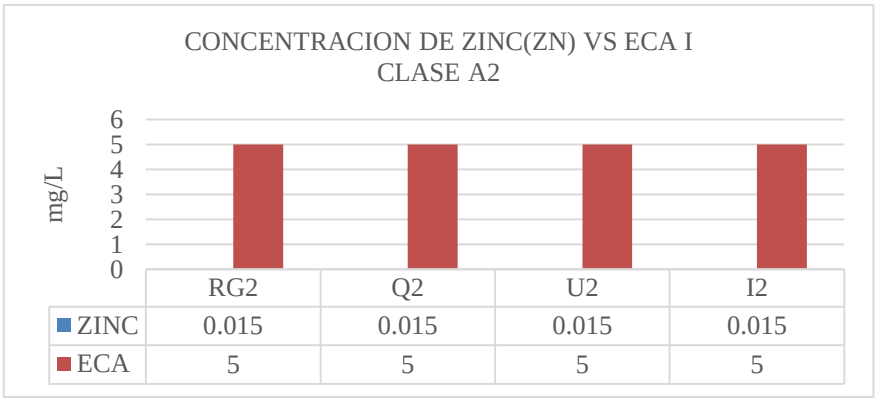

Figura 122 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 137

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Subcategoría A, CLASE A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ZINC	0.015	0.015	0.015	0.015
ECA	5	5	5	5

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

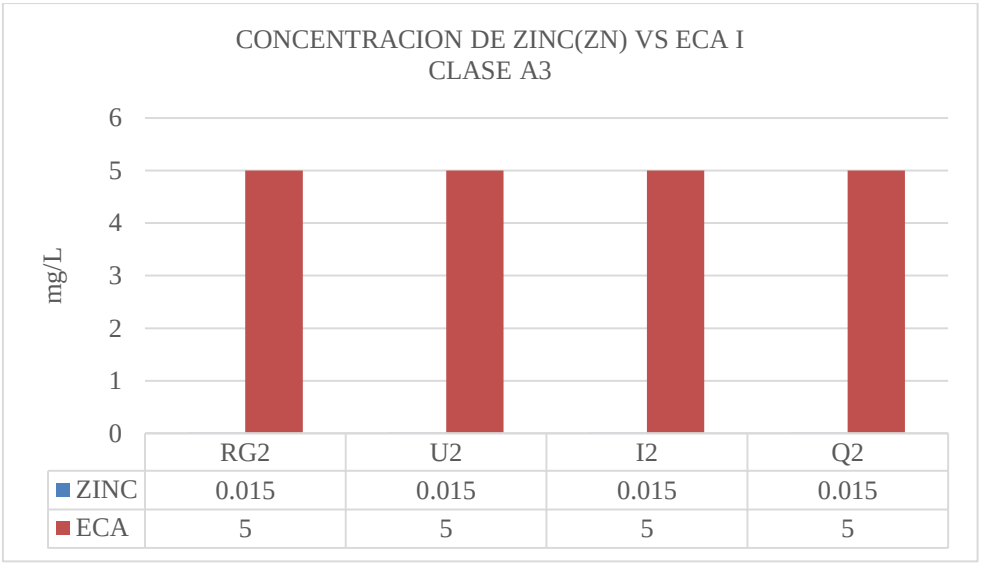

Figura 123 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Subcategoría, CLASE A3
Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE SEGUNDO ANALISIS DE RESULTADOS CON EL ECA III (Riego de Vegetales (D1) y bebida de animales (D2))

3.55. Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 138

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO	1.115	1.300	0.830	0.906
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

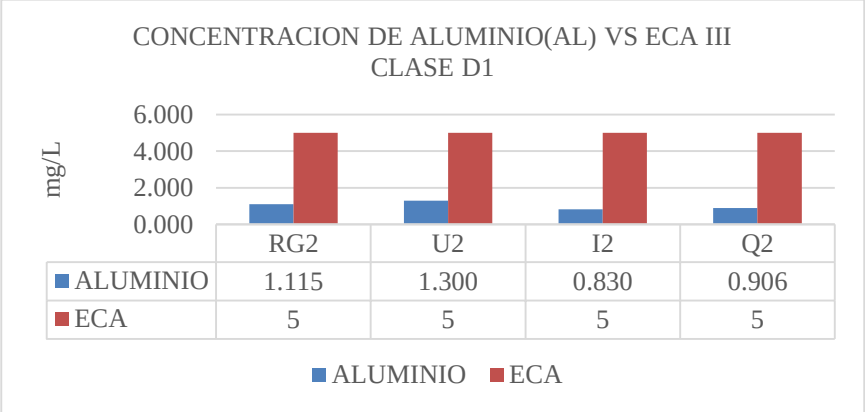

Figura 124 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 139

Resultados de la concentración de Aluminio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO	1.115	1.300	0.830	0.906
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

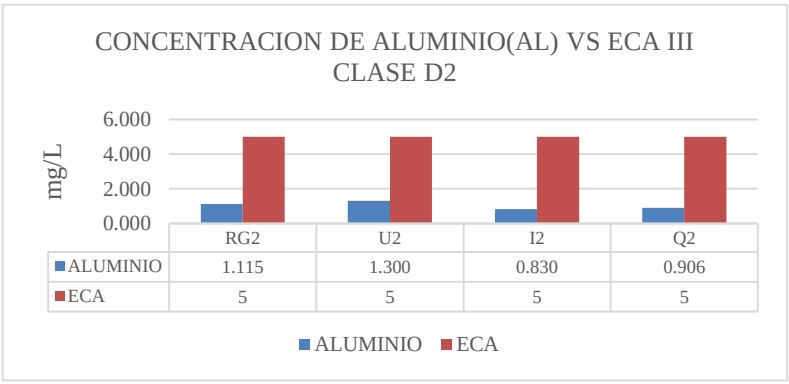

Figura 125 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.56. Resultados de la concentración de Arsénico (As) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 140

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ARSÉNICO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

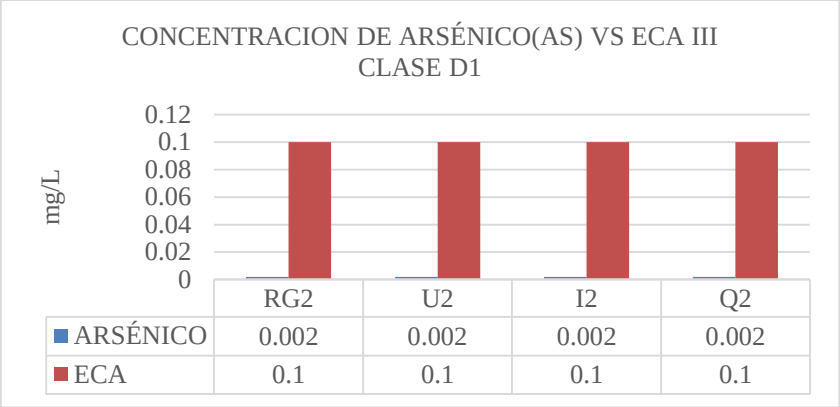

Figura 126 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 141

Resultados de la concentración de Arsénico en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ARSÉNICO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

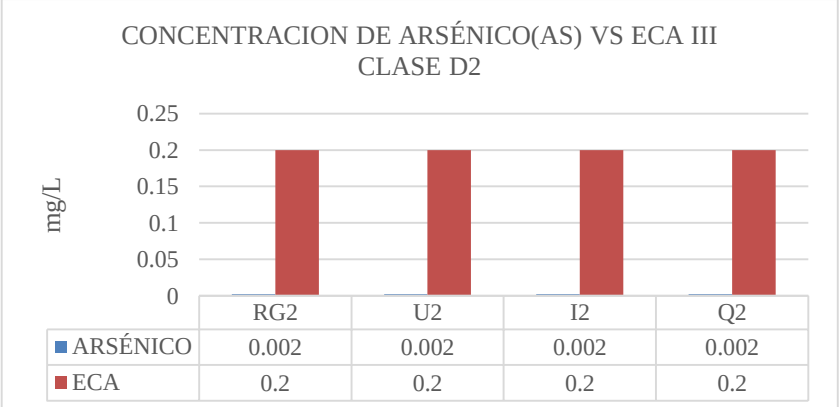

Figura 127 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.57. Resultados de la concentración de Bario (Ba) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Rio Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 142

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BARIO	0.030	0.032	0.030	0.032
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración propia

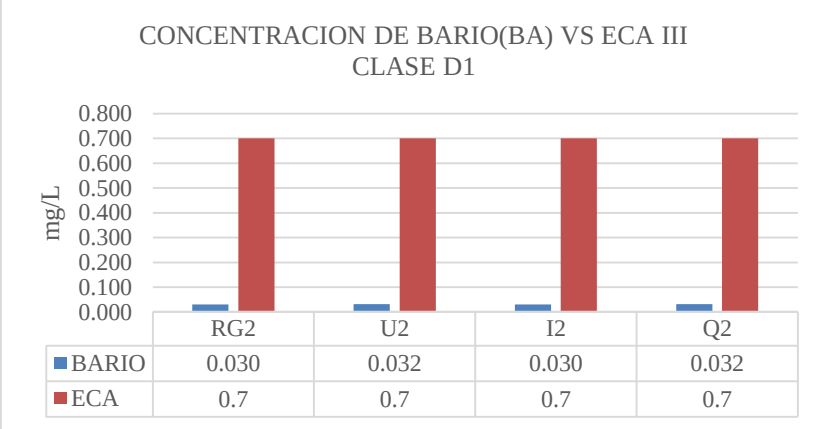

Figura 128 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 143

Resultados de la concentración de Bario en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BARIO	0.030	0.032	0.030	0.032
ECA	**	**	**	**

Fuente: Elaboración propia

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

3.58. Resultados de la concentración de Berilio (Be) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 144

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

LCM	0.002
<LCM	0.001

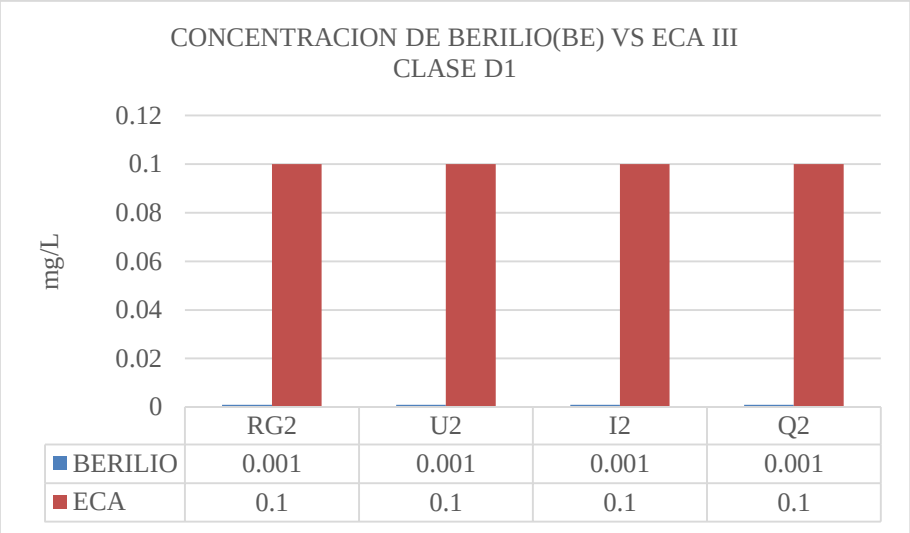

Figura 129 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 145

Resultados de la concentración de Berilio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BERILIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: Elaboración propia

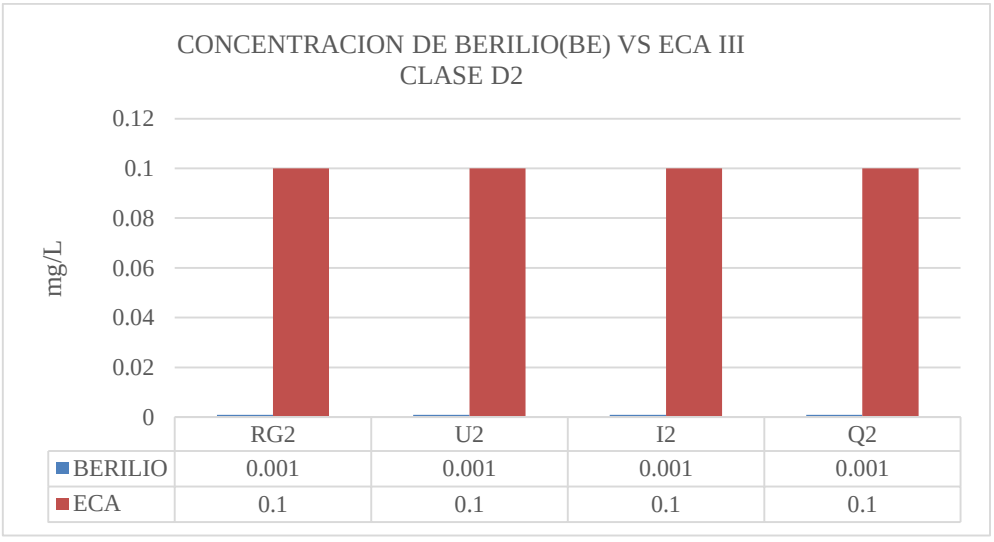

Figura 130 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.59. Resultados de la concentración de Boro (B) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 146

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	1	1	1	1

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

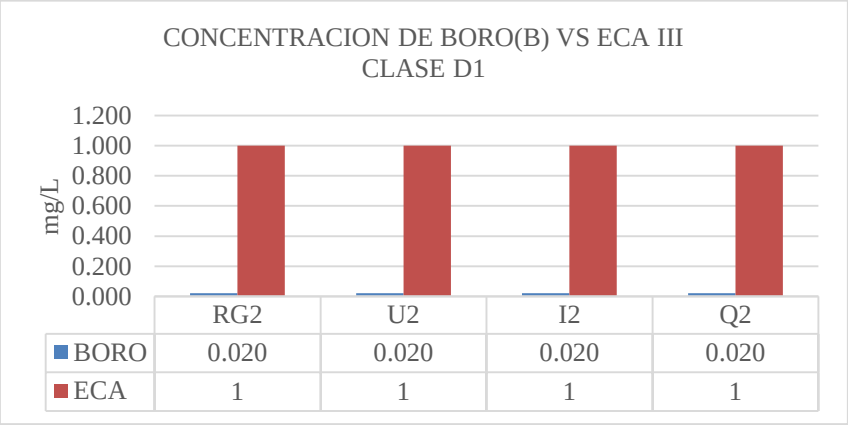

Figura 131 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 147

Resultados de la concentración de Boro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	5	5	5	5

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

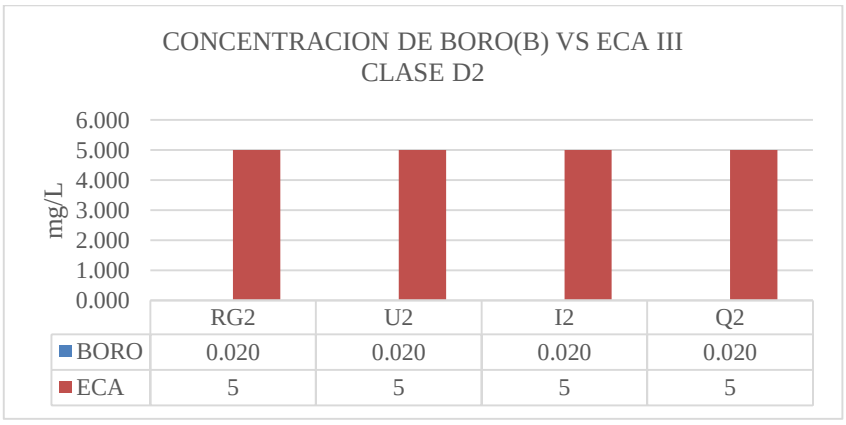

Figura 132 Resultados de Boro (B) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración propia

3.60. Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 148

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

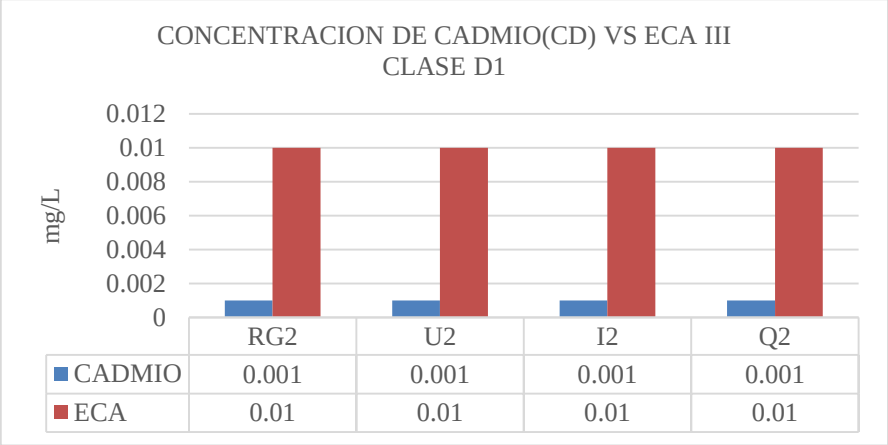

Figura 133 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 149

Resultados de la concentración de Cadmio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

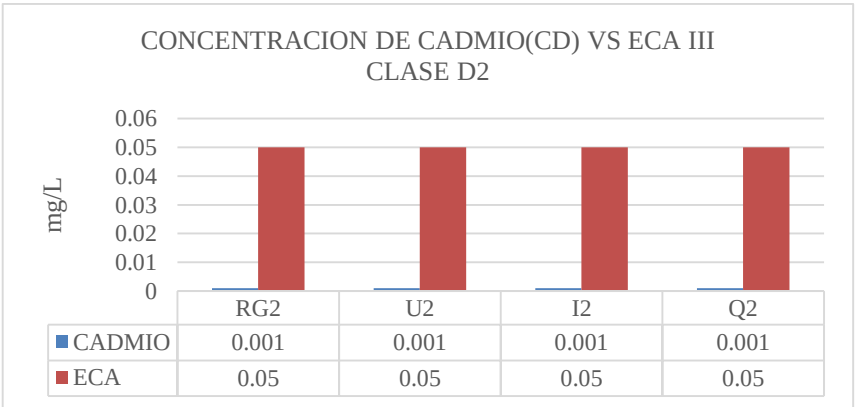

Figura 134 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.61. Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 150

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
COBRE	0.013	0.013	0.013	0.013
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración propia

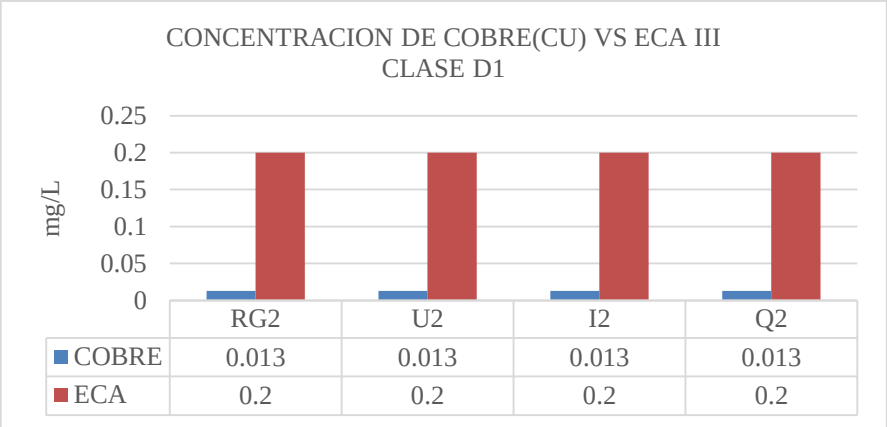

Figura 135 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 151

Resultados de la concentración de Cobre en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
COBRE	0.013	0.013	0.013	0.013
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración propia

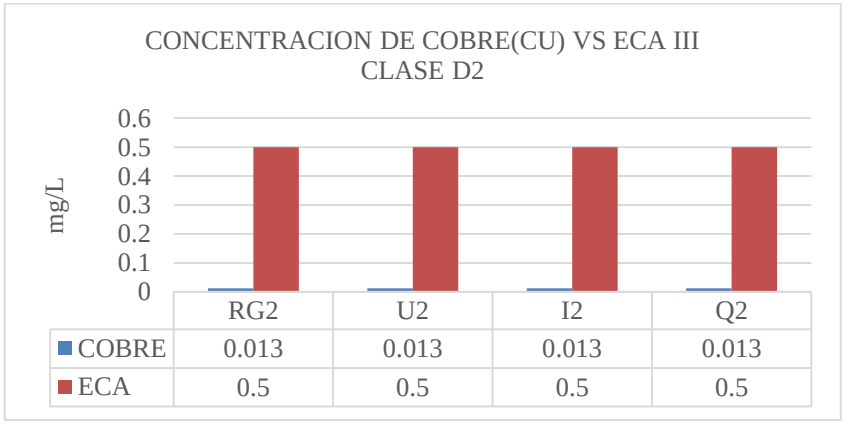

Figura 136 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.62. Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 152

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

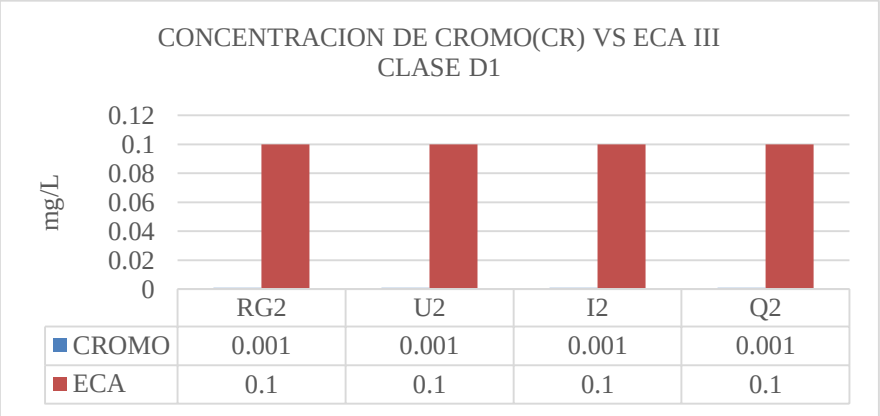

Figura 137 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 153

Resultados de la concentración de Cromo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CROMO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	1	1	1	1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

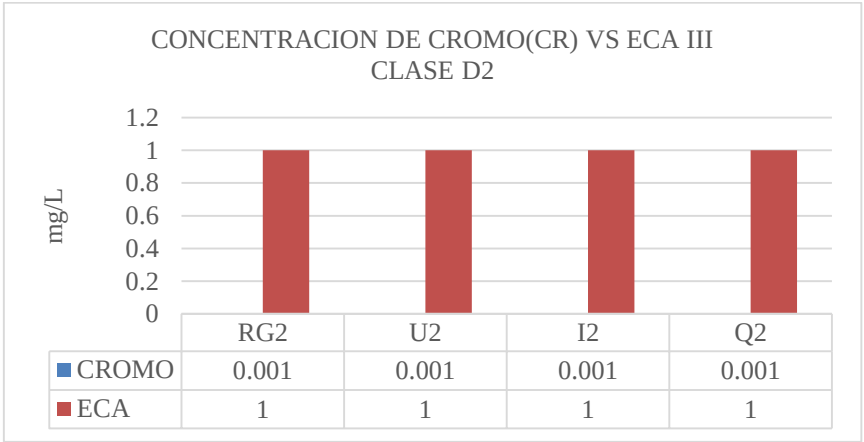

Figura 138 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.63. Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 154

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
HIERRO	0.211	0.350	0.220	0.249
ECA	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia

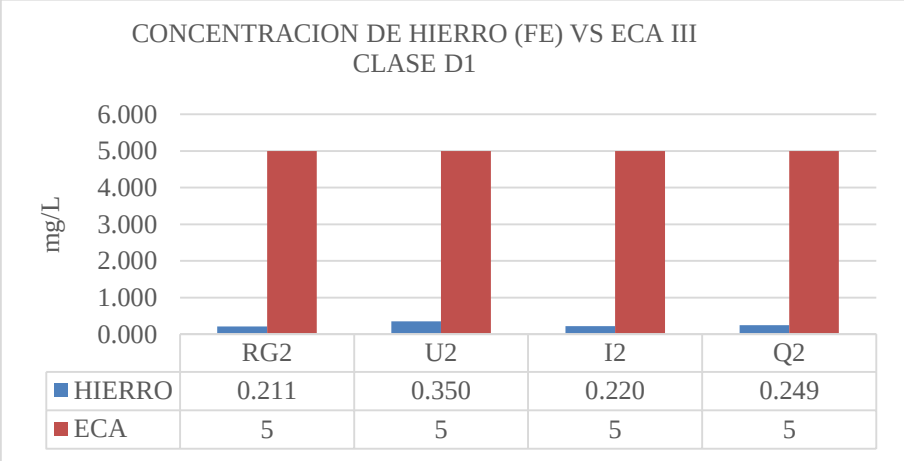

Figura 139 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 155

Resultados de la concentración de Hierro en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
HIERRO	0.211	0.350	0.220	0.249
ECA	**	**	**	**

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el Parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración propia

3.64. Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 156

Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MAGNESIO	1.609	1.781	1.663	1.761
ECA	**	**	**	**

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 157

Resultados de la concentración de Magnesio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
MAGNESIO	1.609	1.781	1.663	1.761
ECA	250	250	250	250

Fuente: Elaboración propia

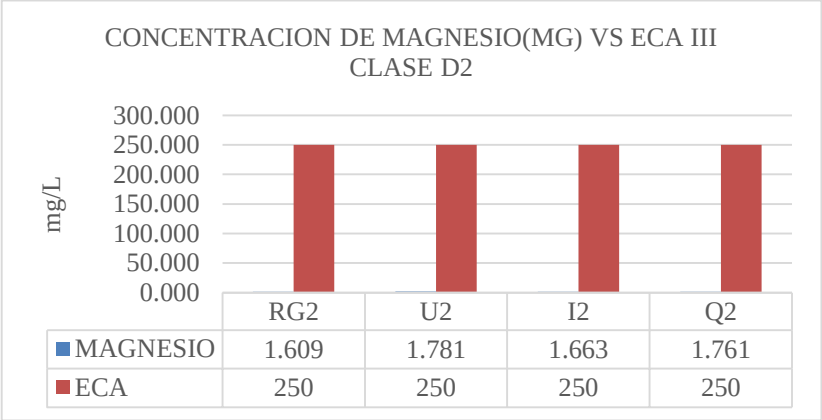

Figura 140 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.65. Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 158

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

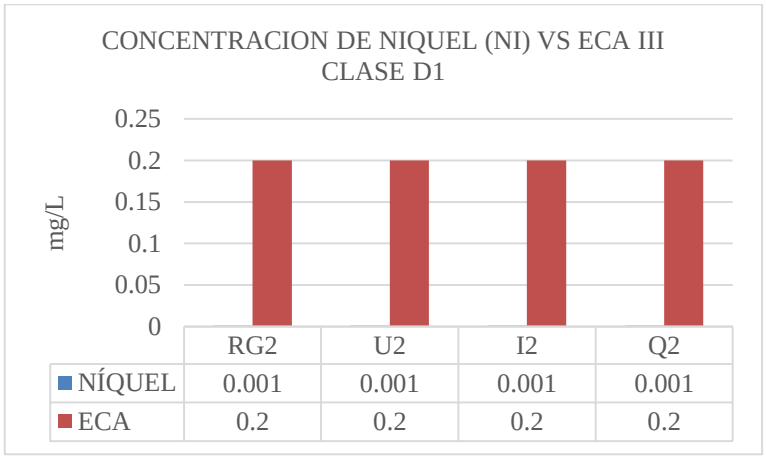

Figura 141 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 159

Resultados de la concentración de Níquel en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
NÍQUEL	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	1	1	1	1

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

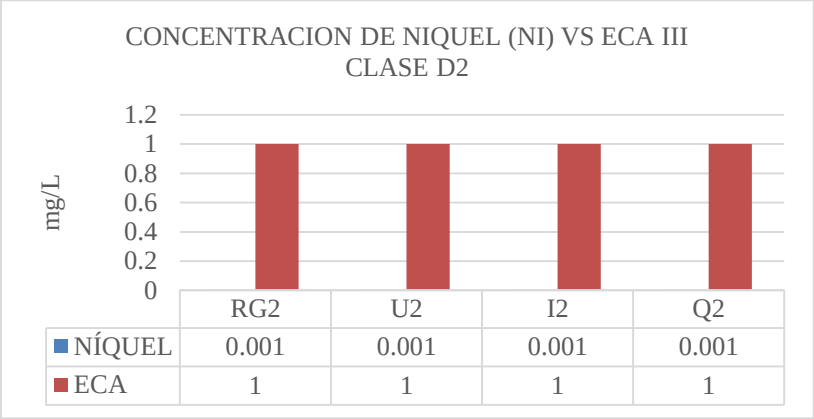

Figura 142 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.66. Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 160

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
PLOMO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

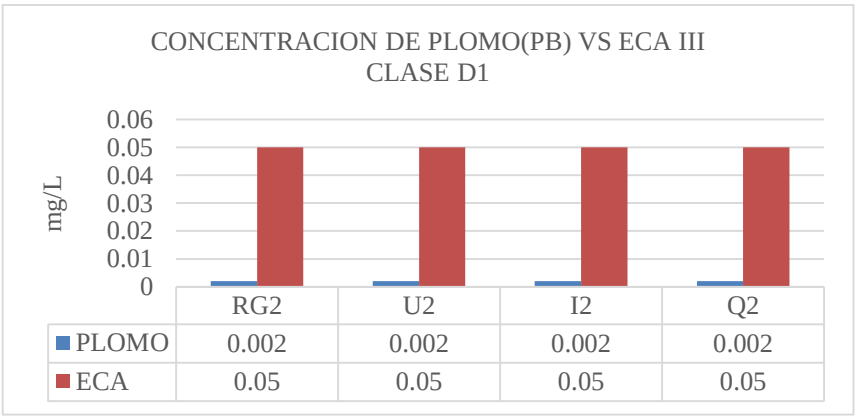

Figura 143 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 161

Resultados de la concentración de Plomo en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
PLOMO	0.002	0.002	0.002	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

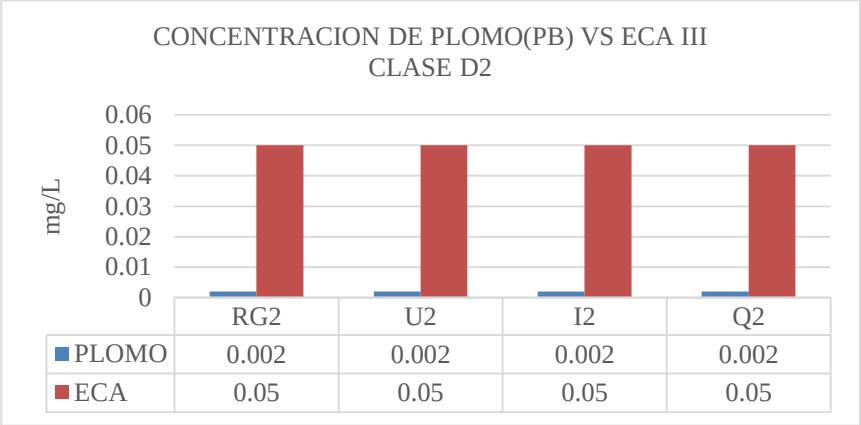

Figura 144 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.67. Resultados de la concentración de Selenio (Se) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 162

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
SELENIO	0.016	0.016	0.016	0.016
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración propia

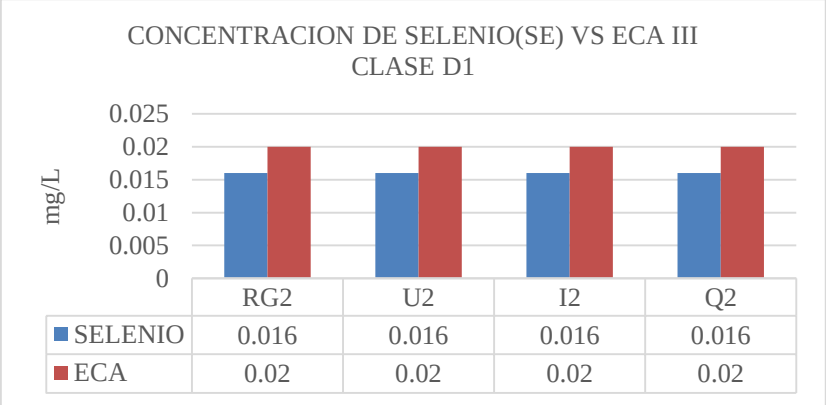

Figura 145 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 163

Resultados de la concentración de Selenio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
SELENIO	0.016	0.016	0.016	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración propia

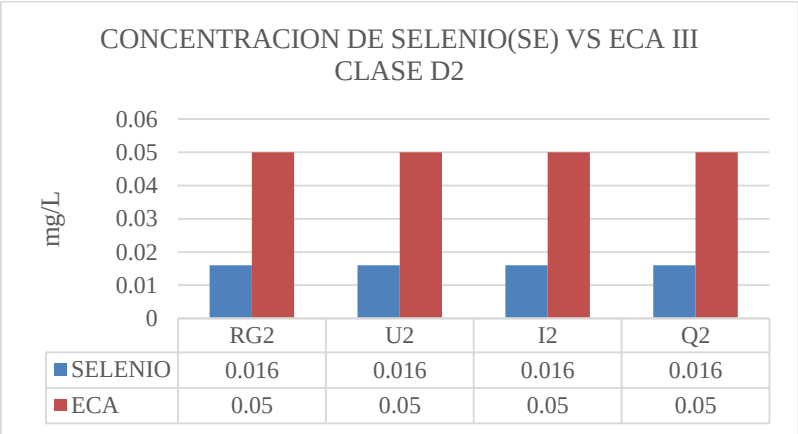

Figura 146 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.68. Resultados de la concentración de Litio (Li) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 164

Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
LITIO	0.008	0.007	0.007	0.007
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración propia

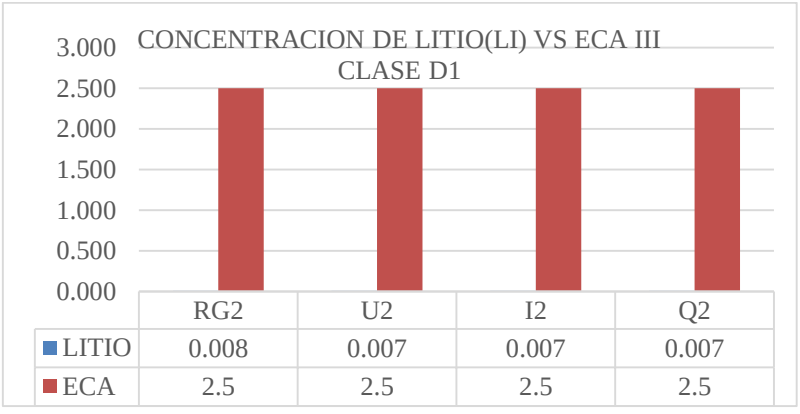

Figura 147 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 165

Resultados de la concentración de Litio en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
LITIO	0.008	0.007	0.007	0.007
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5

Fuente: Elaboración propia

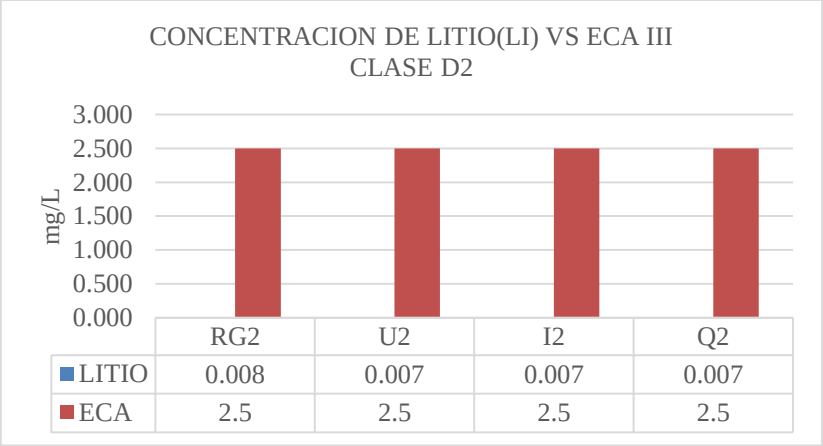

Figura 148 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

3.69. Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, subcategoría D1 y subcategoría D2.

Tabla 166

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ZINC	0.015	0.015	0.015	0.015
ECA	2	2	2	2

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

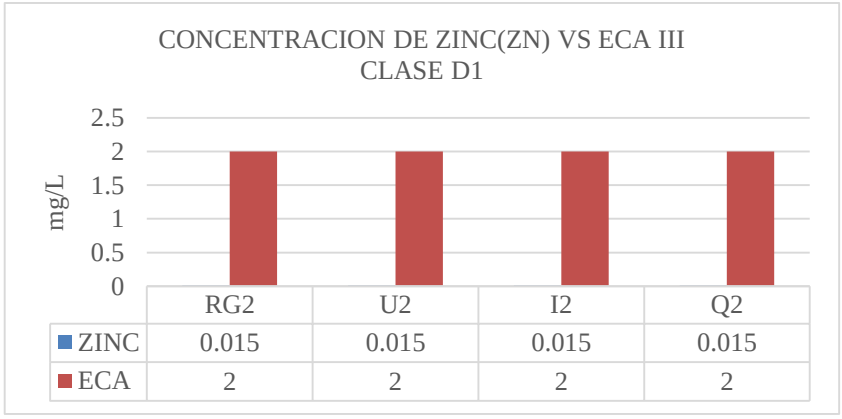

Figura 149 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 167

Resultados de la concentración de Zinc en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ZINC	0.015	0.015	0.015	0.015
ECA	24	24	24	24

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración propia

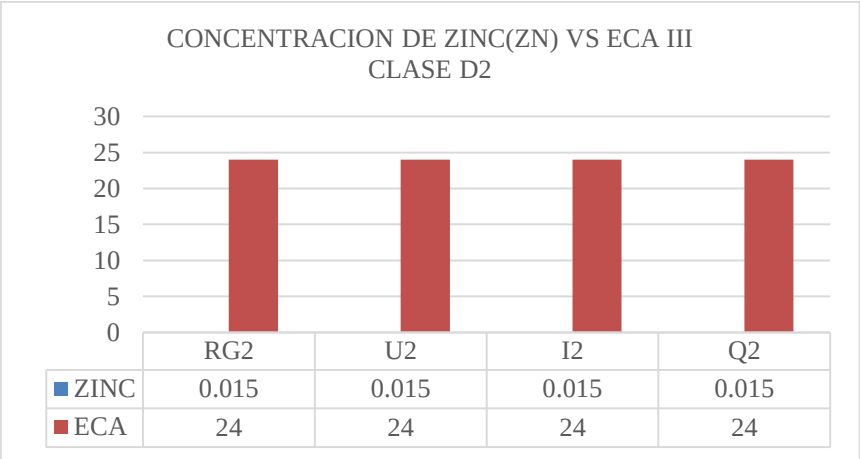

Figura 150 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2.
Fuente: Elaboración propia

COMPARACIÓN DE AMBOS RESULTADOS CON EL ECA I (POBLACIONAL Y RECREACIONAL) CATEGORIA A

3.70. Resultados de ambos análisis de la concentración de Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 168

Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ALUMINIO 1	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	0.9	0.9	0.9	0.9
ALUMINIO 2	1.115	0.900	0.830	0.906

Fuente: Elaboración propia

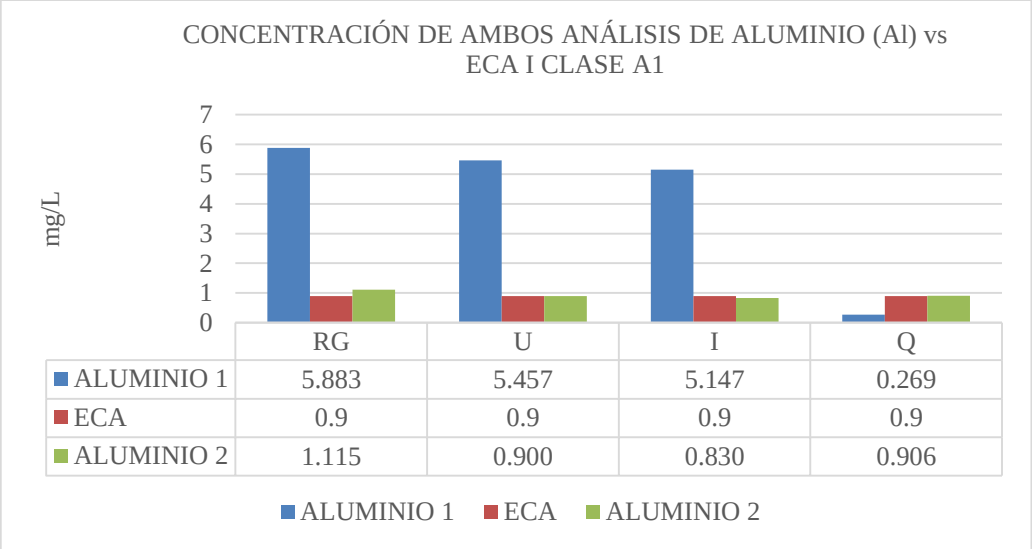

Figura 151 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración propia

Tabla 169

Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ALUMINIO 1	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5
ALUMINIO 2	1.115	0.900	0.830	0.906

Fuente: Elaboración propia

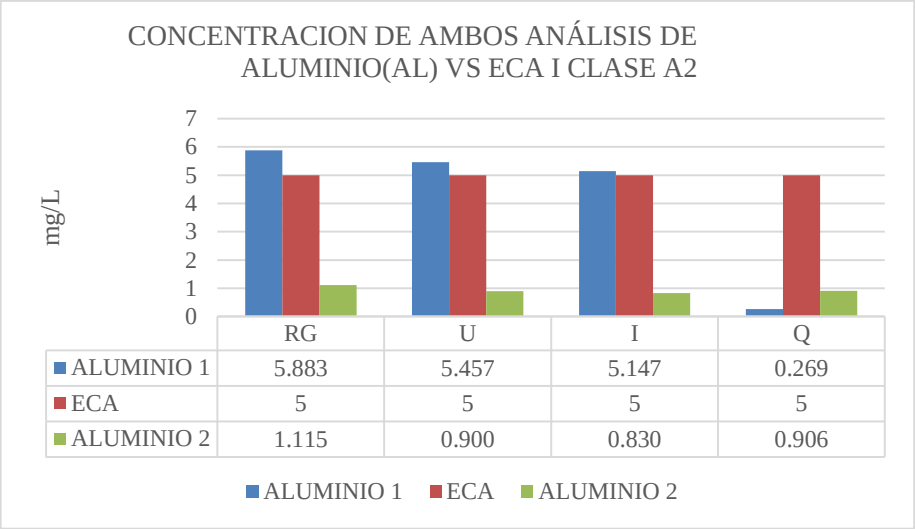

Figura 152 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración propia

Tabla 170

Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ALUMINIO 1	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5
ALUMINIO 2	1.115	0.900	0.830	0.906

Fuente: Elaboración propia

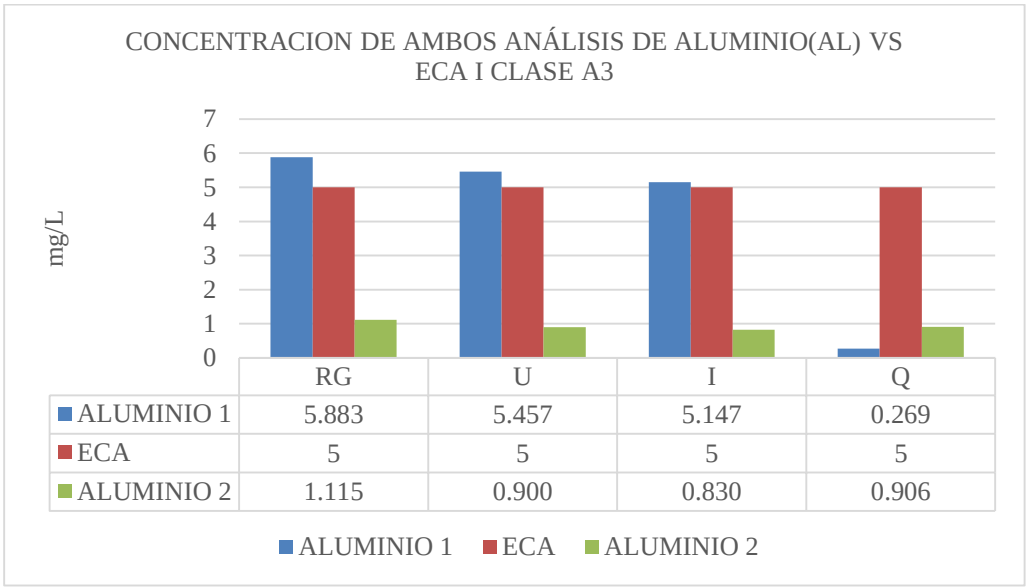

Figura 153 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración propia

3.71. Resultados de ambos análisis de la concentración de Antimonio (Sb) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 171

Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ANTIMONIO 1	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
ANTIMONIO 2	0.004	0.004	0.004	0.004

LCM	0.005
< LCM	0.004

Fuente: Elaboración propia

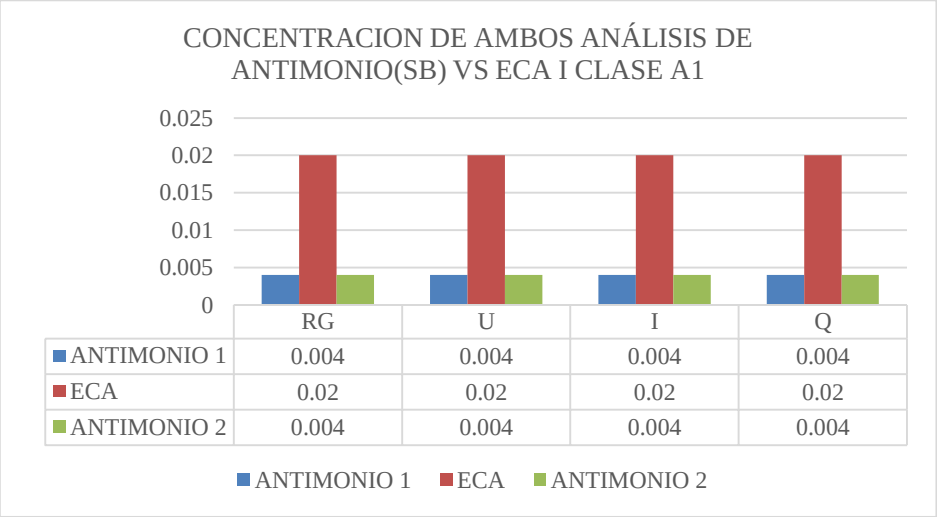

Figura 154 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración propia

Tabla 172

Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ANTIMONIO 1	0.004	0.004	0.004	0.004
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
ANTIMONIO 2	0.004	0.004	0.004	0.004

LCM	0.005
< LCM	0.004

Fuente: Elaboración propia

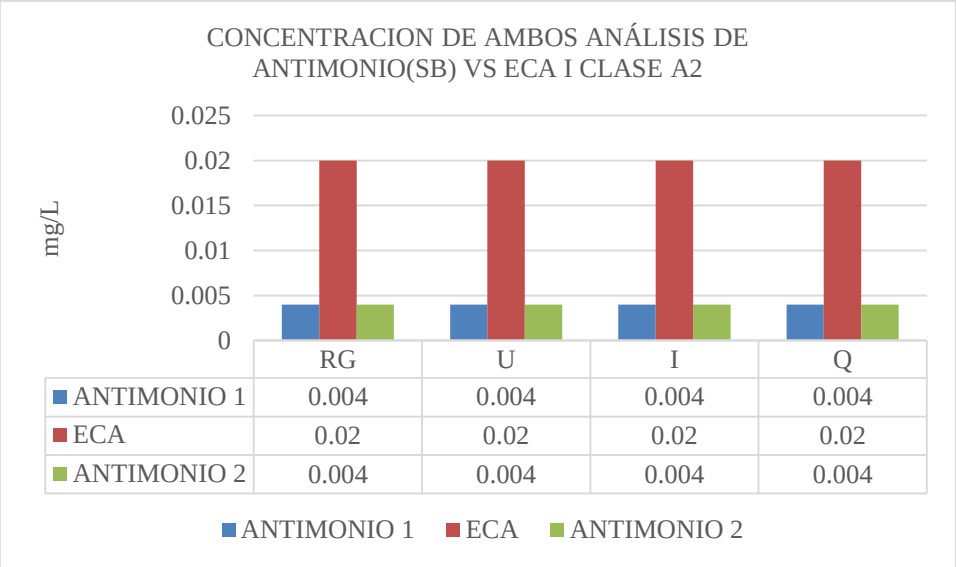

Figura 155 Resultados de Antimonio (Sb) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 173

Resultados de la concentración de Antimonio (Sb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ANTIMONIO 1	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM
ECA	**	**	**	**
ANTIMONIO 2	< LCM	< LCM	< LCM	< LCM

Fuente: Elaboración propia

3.73. Resultados de ambos análisis de la concentración de Arsénico (As) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 174

Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ARSÉNICO 1	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01
ARSÉNICO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

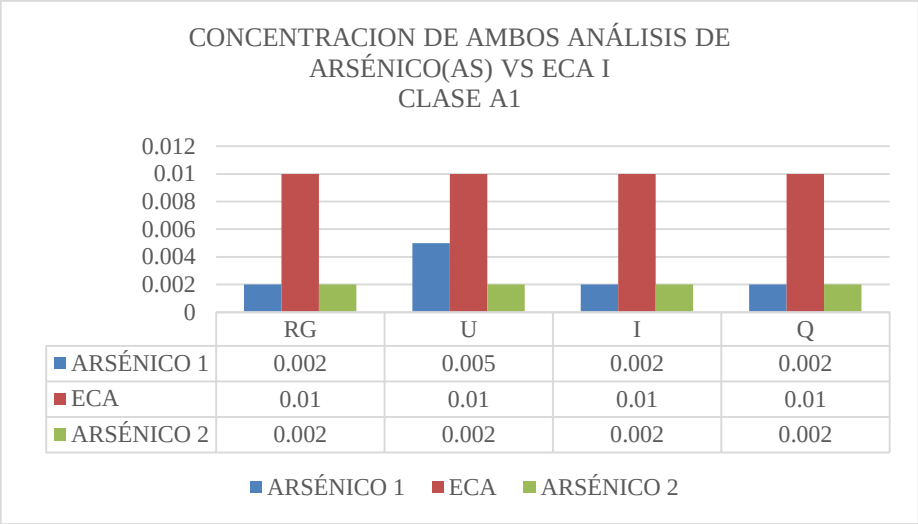

Figura 156 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 175

Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ARSÉNICO 1	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01
ARSÉNICO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración propia

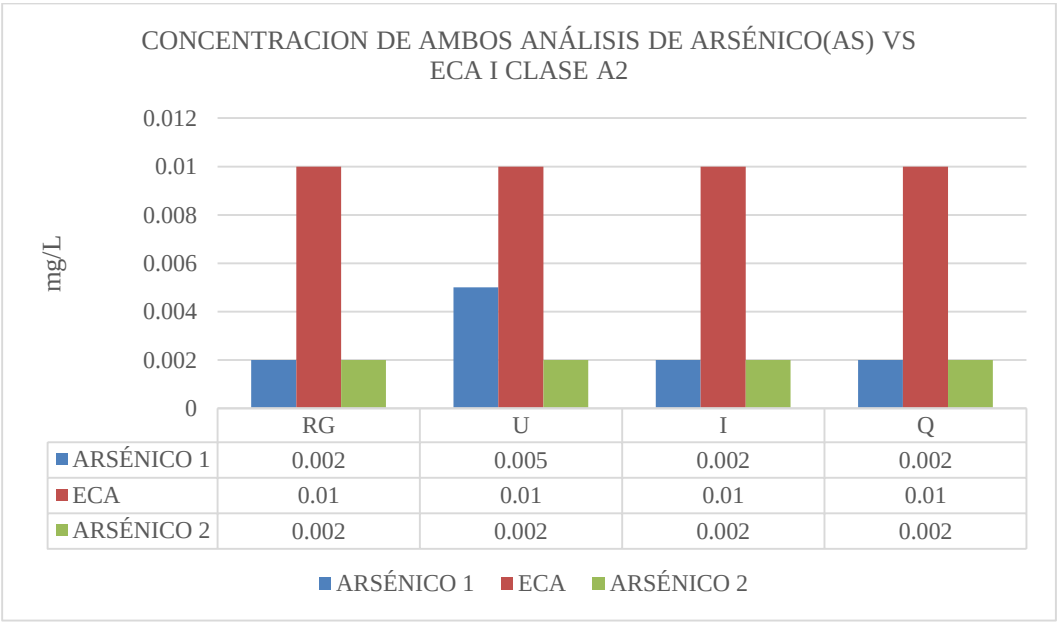

Figura 157 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 176

Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ARSÉNICO 1	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.15	0.15	0.15	0.15
ARSÉNICO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

Fuente: Elaboración propia

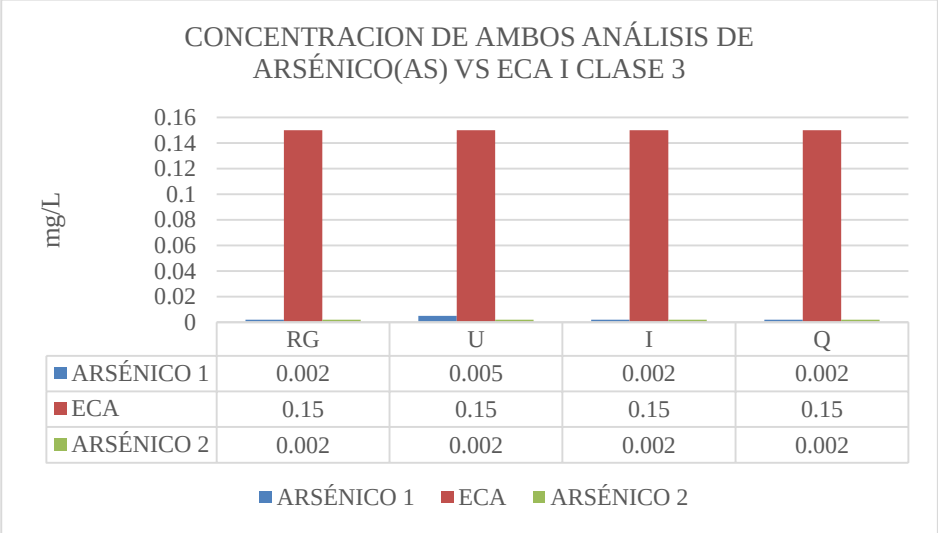

Figura 158 Resultados de Arsénico (As) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

3.74. Resultados de ambos análisis de la concentración de Bario (Ba) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 177

Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BARIO 1	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7
BARIO 2	0.030	0.032	0.030	0.032

Fuente: Elaboración propia

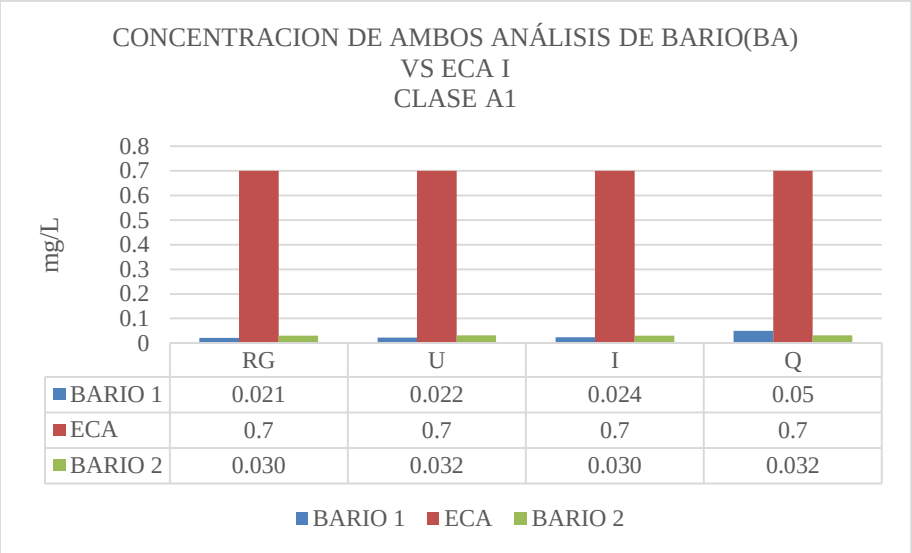

Figura 159 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 178

Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BARIO 1	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	1	1	1	1
BARIO 2	0.030	0.032	0.030	0.032

Fuente: Elaboración propia

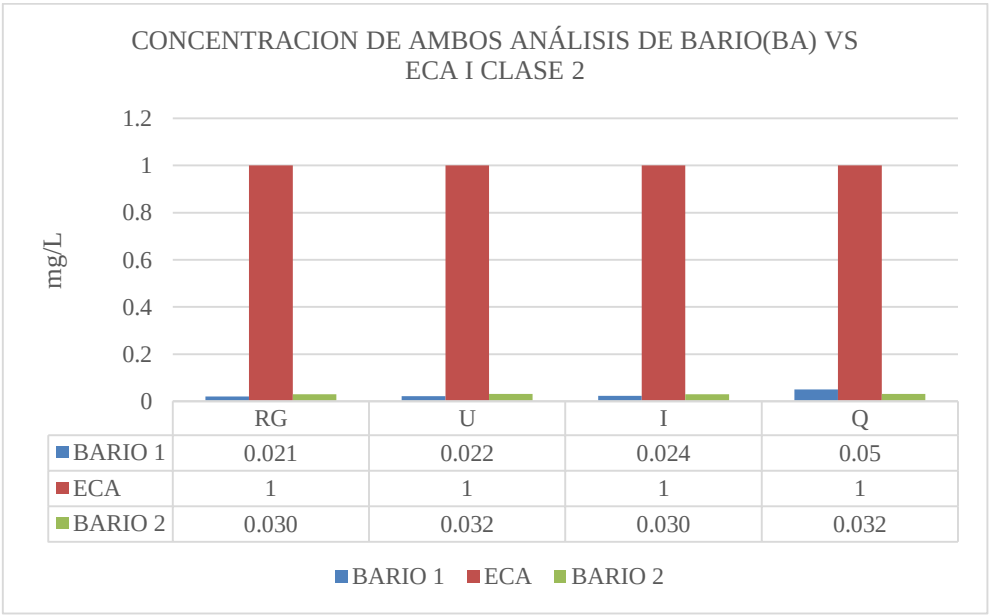

Figura 160 Resultados de Bario (Ba) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 179

Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
BARIO 1	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	**	**	**	**
BARIO 2	0.030	0.032	0.030	0.032

Fuente: Elaboración propia

3.75. Resultados de ambos análisis de la concentración de Berilio (Be) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 180

Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BERILIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.012	0.012	0.012	0.012
BERILIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración propia

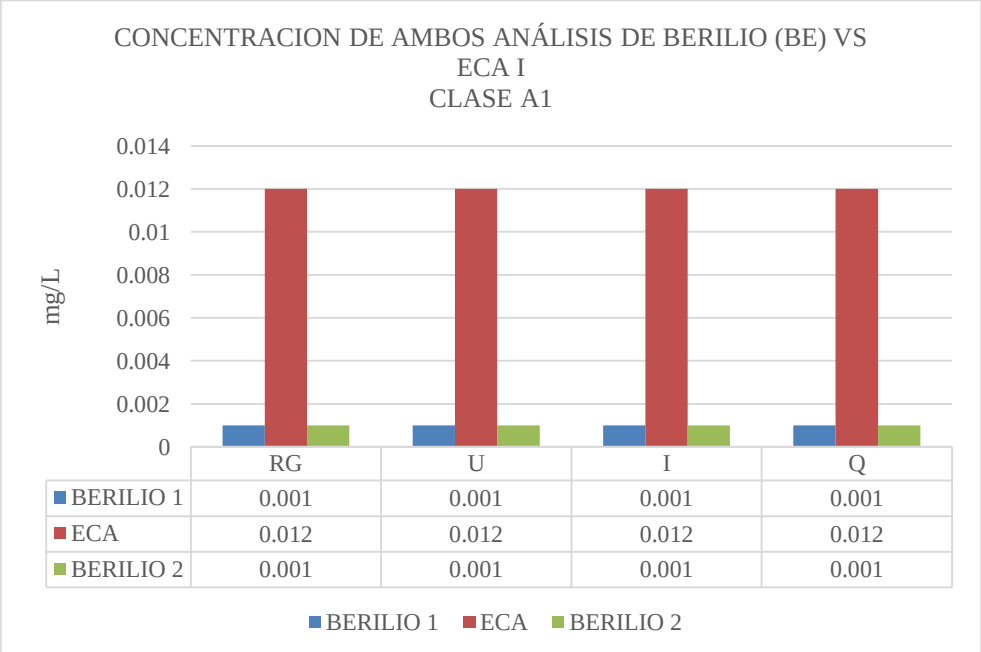

Figura 161 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 181

Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BERILIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04
BERILIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

Fuente: Elaboración propia

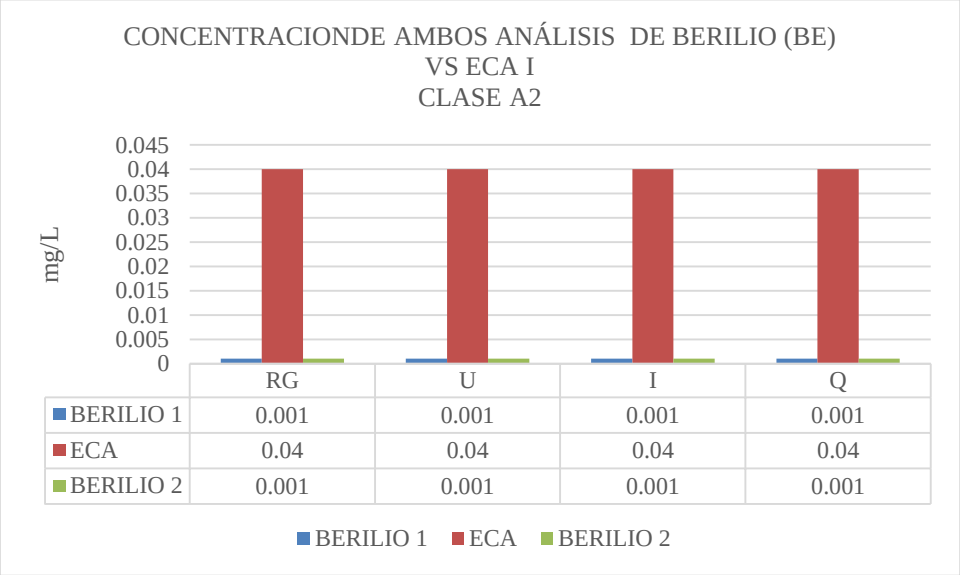

Figura 162 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 182

Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BERILIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1
BERILIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

Fuente: Elaboración propia

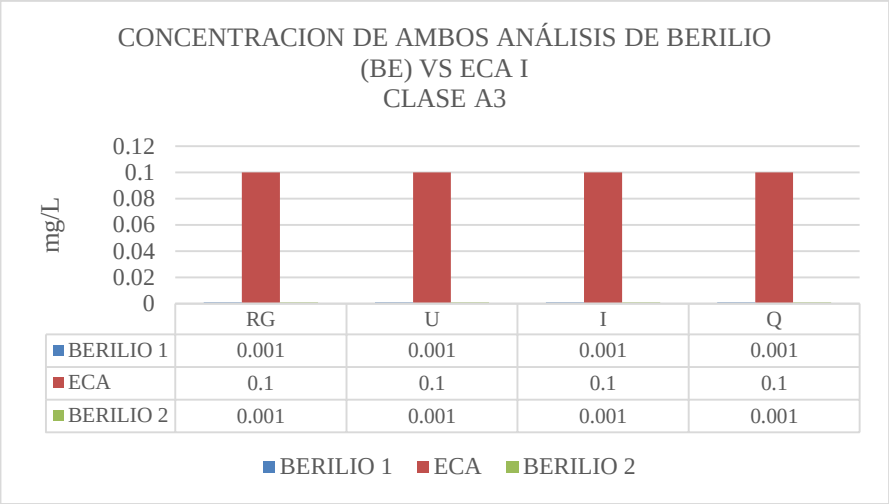

Figura 163 Resultados de Berilio (Be) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración propia

3.76. Resultados de ambos análisis de la concentración de Boro (Bo) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 183

Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BORO 1	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4
BORO 2	0.020	0.020	0.020	0.020

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

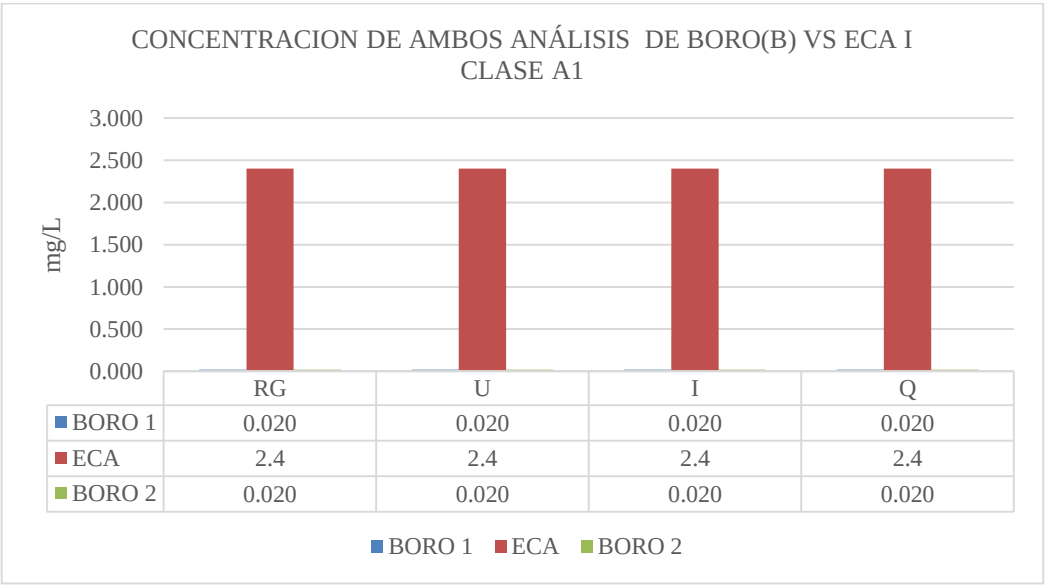

Figura 164 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 184

Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BORO 1	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4
BORO 2	0.020	0.020	0.020	0.020

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

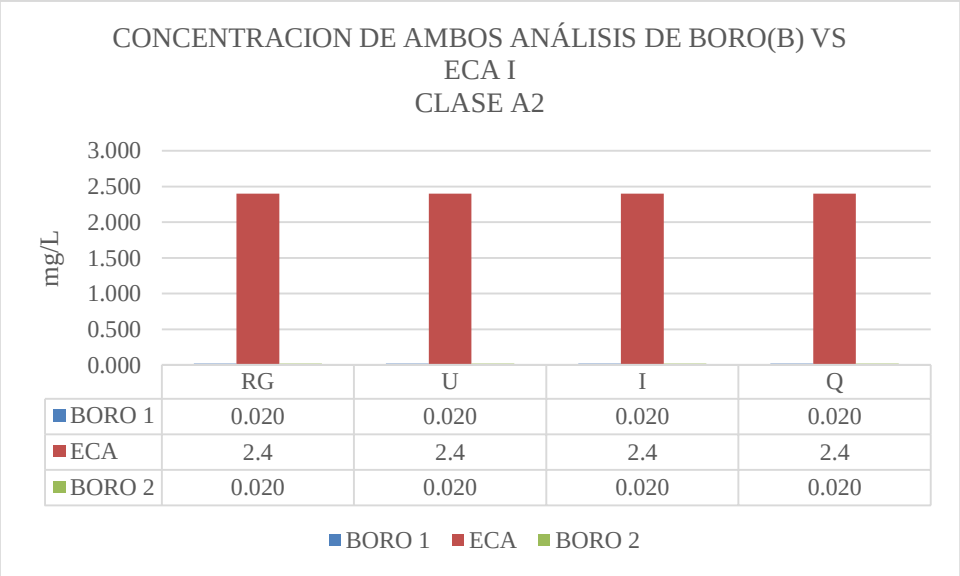

Figura 165 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 185

Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BORO 1	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	2.4	2.4	2.4	2.4
BORO 2	0.020	0.020	0.020	0.020

LCM	0.021
< LCM	0.020

Fuente: Elaboración propia

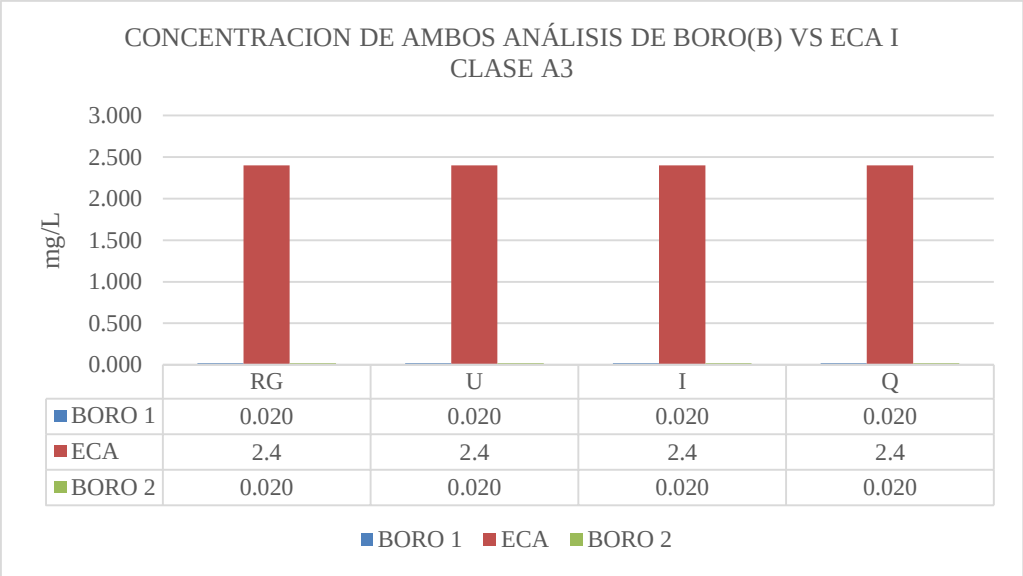

Figura 166 Resultados de Boro (Bo) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración propia

3.77. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 186

Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CADMIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.003	0.003	0.003	0.003
CADMIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

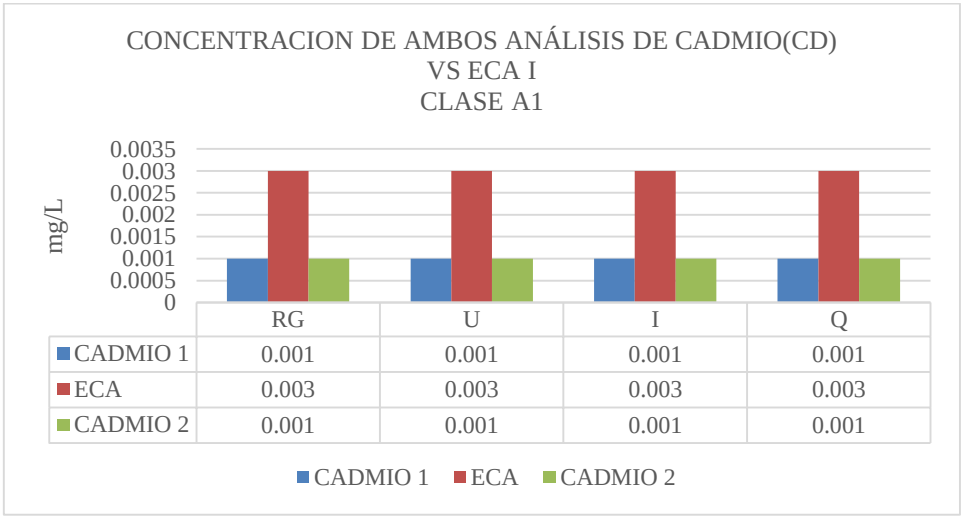

Figura 167 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 187

Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.005	0.005	0.005	0.005
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

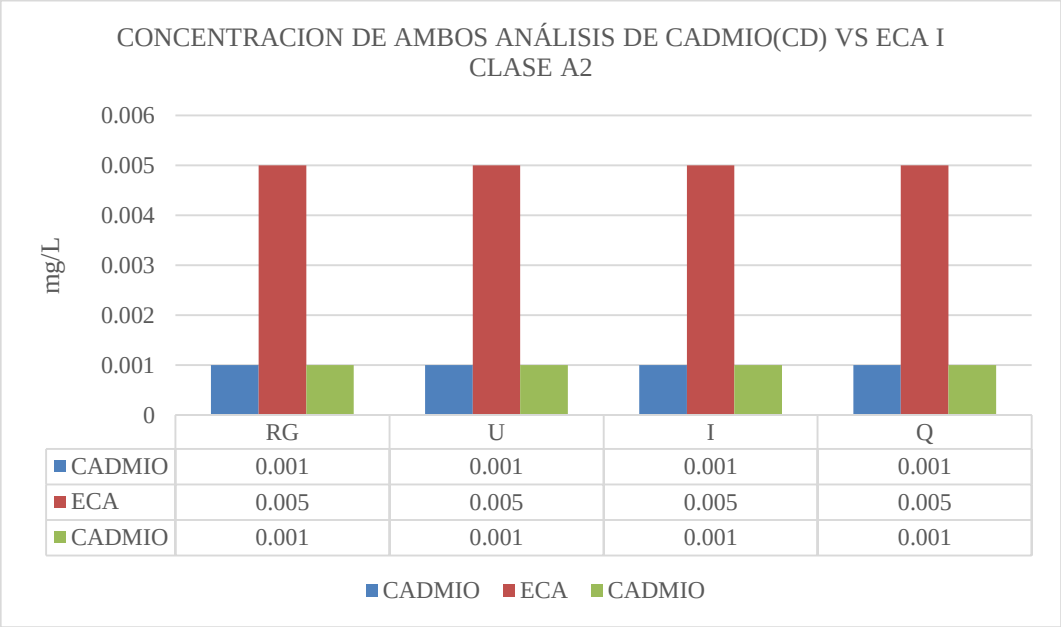

Figura 168 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 188

Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01
CADMIO	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

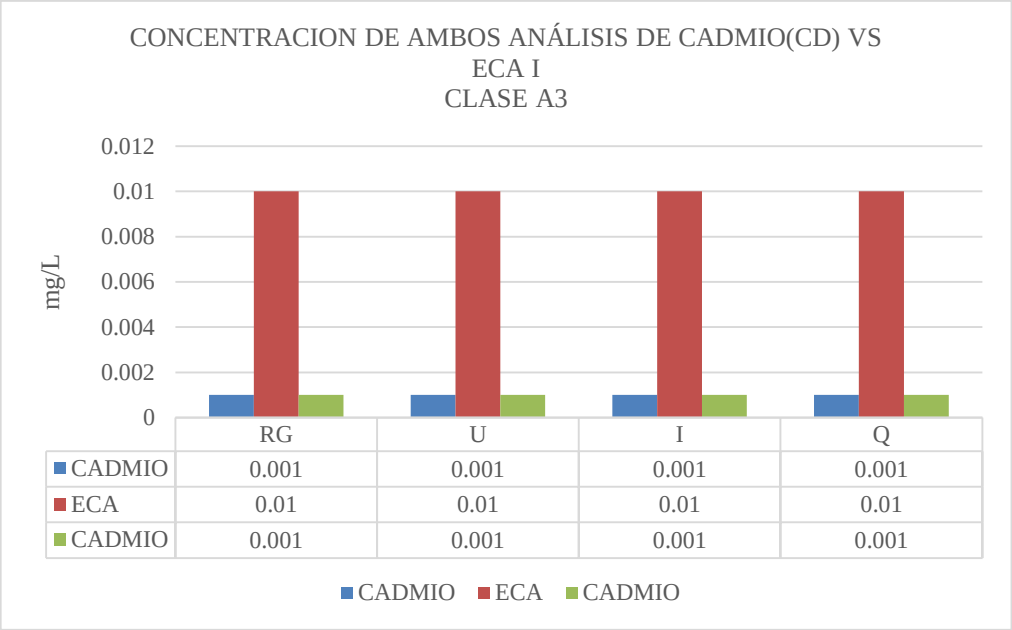

Figura 169 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.78. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 189

Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
COBRE 1	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2
COBRE 2	0.013	0.013	0.013	0.013

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

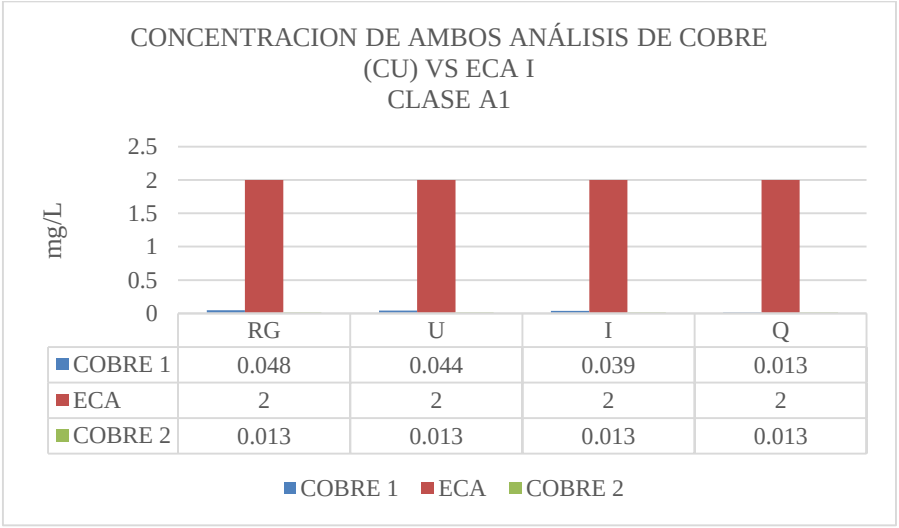

Figura 170 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 190

Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
COBRE 1	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2
COBRE 2	0.013	0.013	0.013	0.013

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

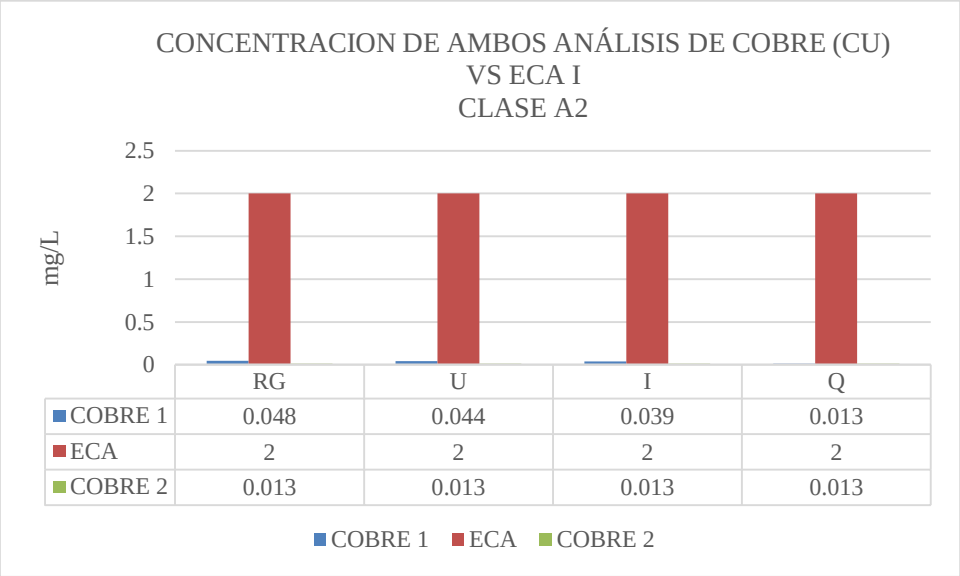

Figura 171 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 191

Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
COBRE 1	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	2	2	2	2
COBRE 2	0.013	0.013	0.013	0.013

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

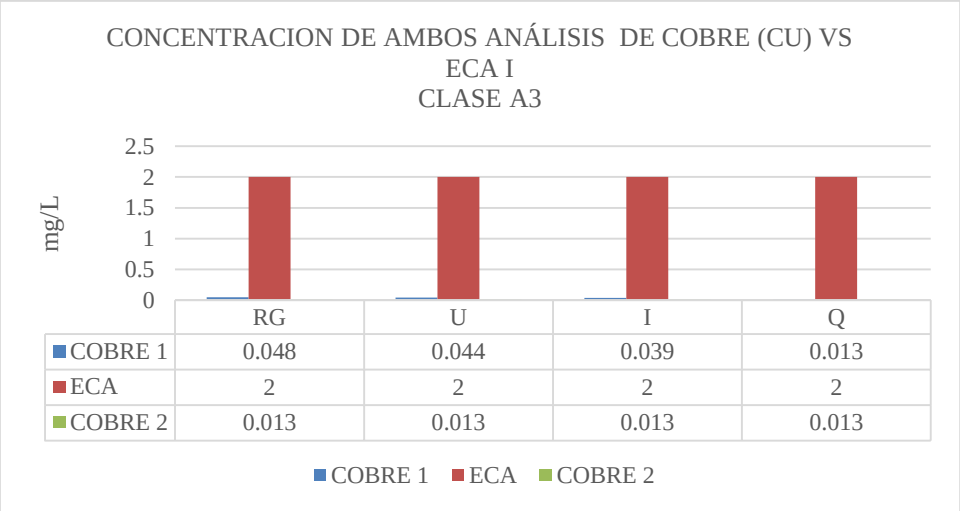

Figura 172 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.79. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 192

Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CROMO 1	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
CROMO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

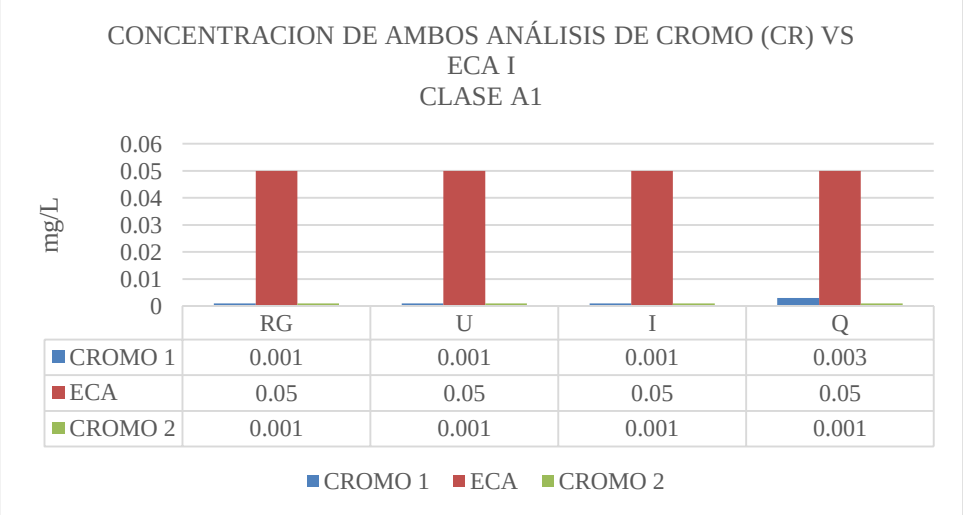

Figura 173 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 193

Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CROMO 1	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
CROMO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

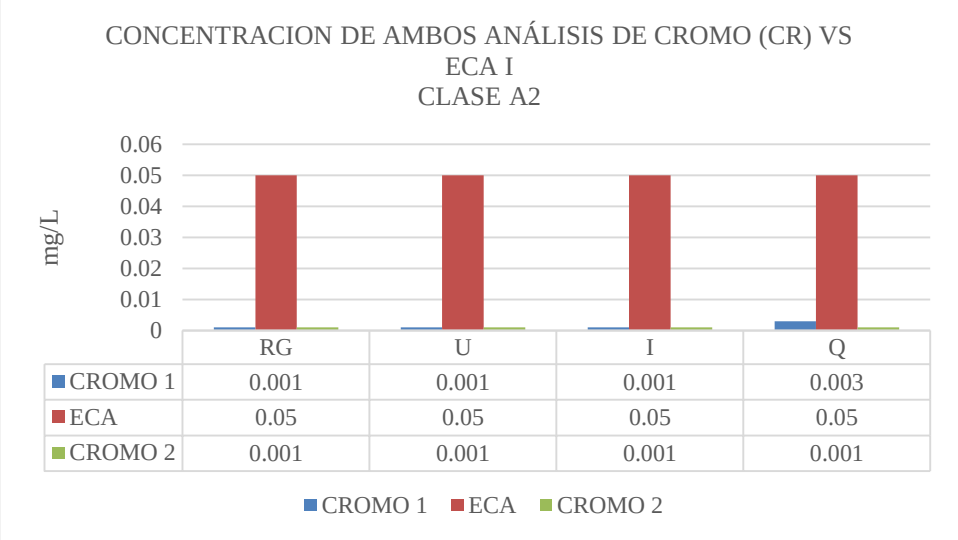

Figura 174 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 194

Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CROMO 1	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
CROMO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

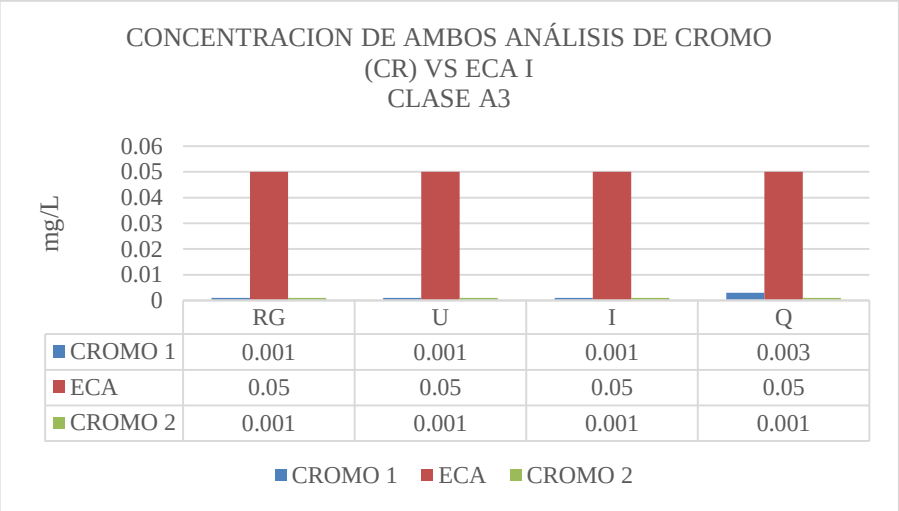

Figura 175 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.80. Resultados de ambos análisis de la concentración de Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3

Tabla 195

Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	0.3	0.3	0.3	0.3
HIERRO 2	0.211	0.350	0.220	0.249

Fuente: Elaboración Propia

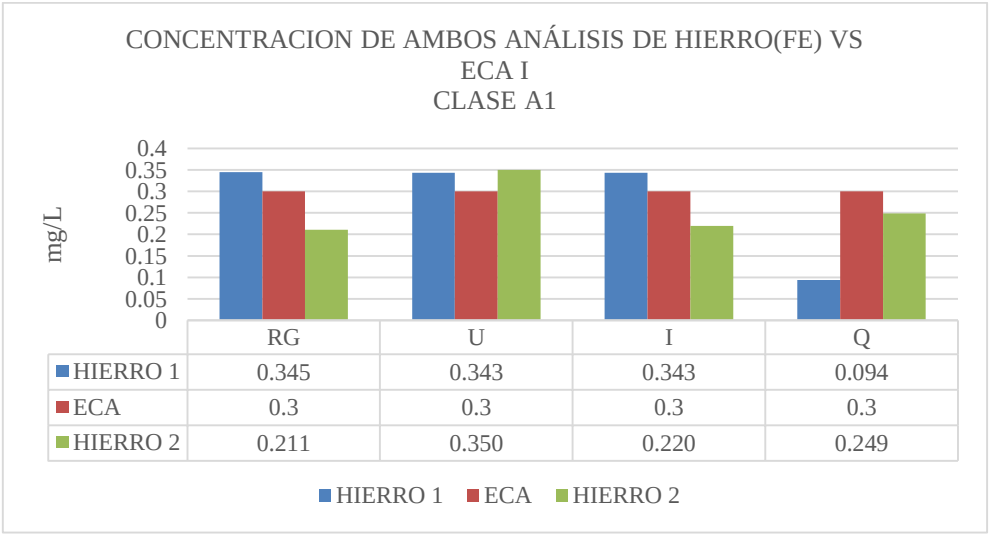

Figura 176 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 196

Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	1	1	1	1
HIERRO 2	0.211	0.350	0.220	0.249

Fuente: Elaboración Propia

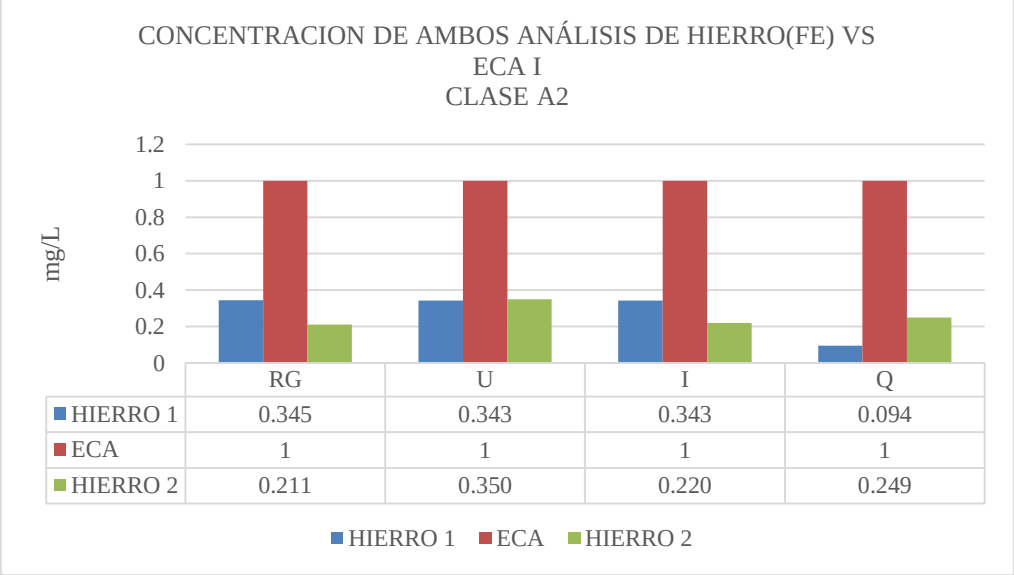

Figura 177 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 197

Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	5	5	5	5
HIERRO 2	0.211	0.350	0.220	0.249

Fuente: Elaboración Propia

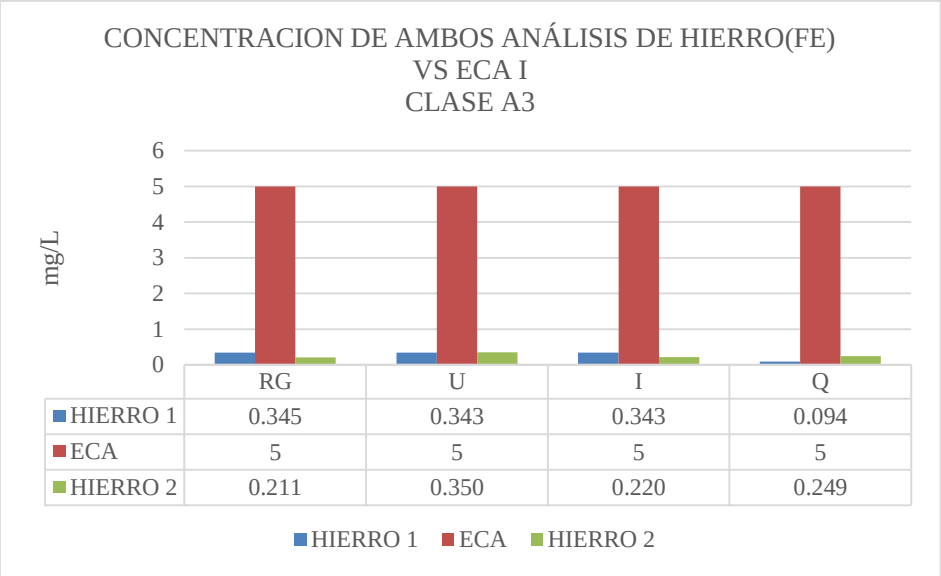

Figura 178 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.81. Resultados de ambos análisis de la concentración de Manganeso (Mn) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3

Tabla 198

Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MANGANESO 1	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4
MANGANESO 2	0.067	0.089	0.073	0.082

Fuente: Elaboración Propia

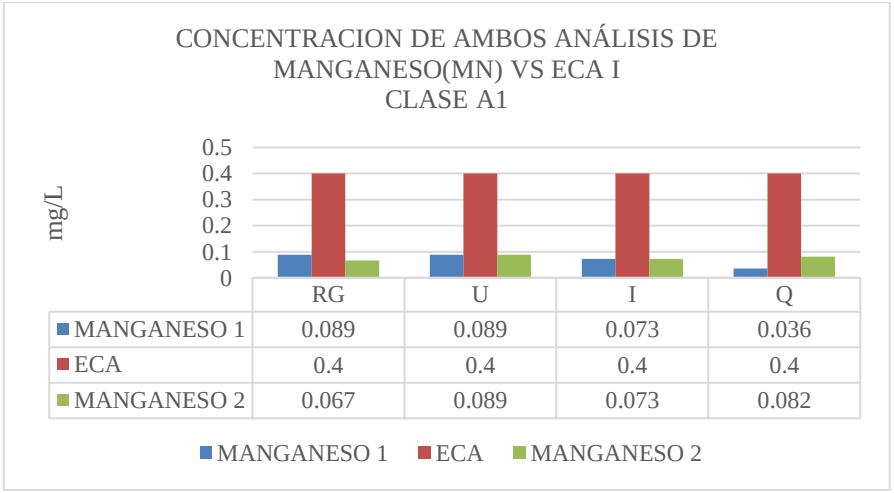

Figura 179 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 199

Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MANGANESO 1	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.4	0.4	0.4	0.4
MANGANESO 2	0.067	0.089	0.073	0.082

Fuente: Elaboración Propia

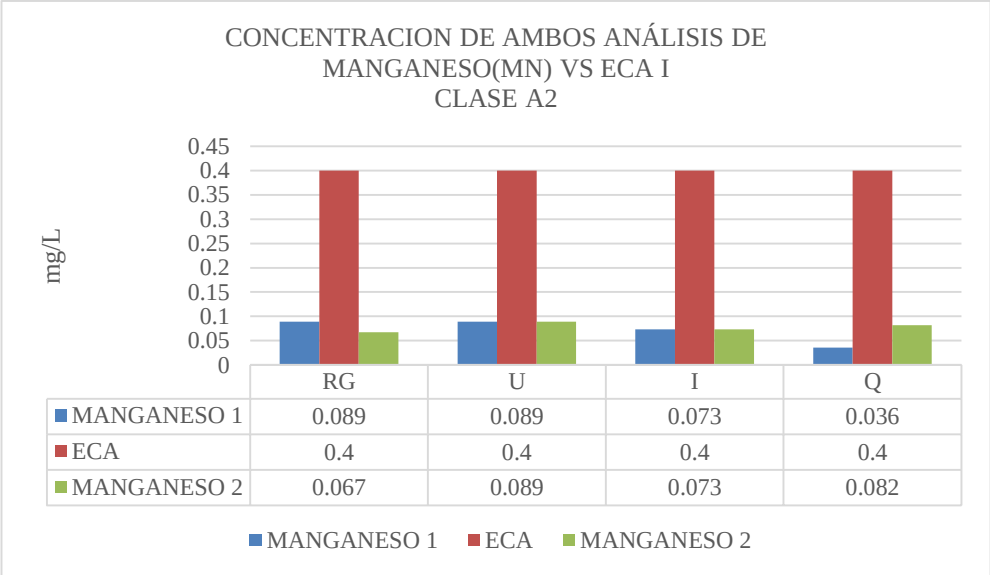

Figura 180 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 200

Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MANGANESO 1	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5
MANGANESO 2	0.067	0.089	0.073	0.082

Fuente: Elaboración Propia

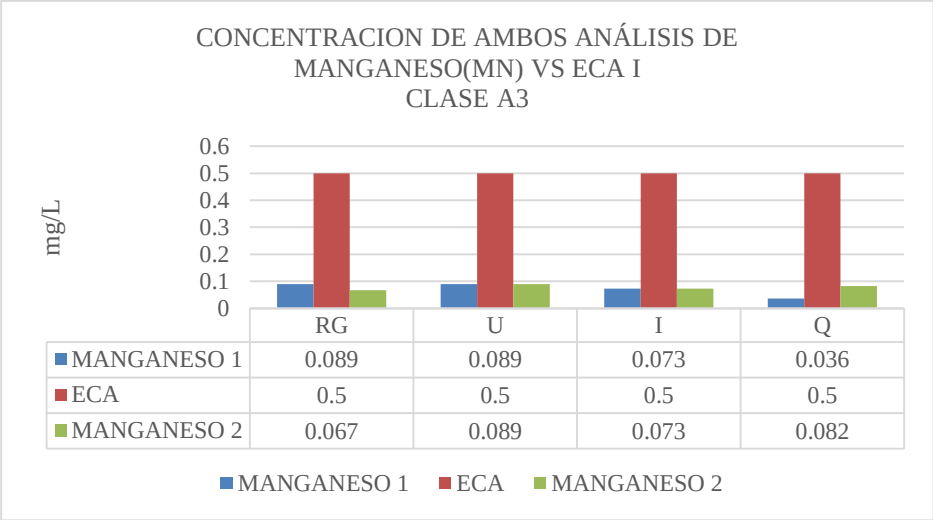

Figura 181 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.82. Resultados de ambos análisis de la concentración de Molibdeno (Mo) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3

Tabla 201

Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MOLIBDENO 1	0.001	0.004	0.001	0.001
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07
MOLIBDENO 2	0.005	0.003	0.004	0.004

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

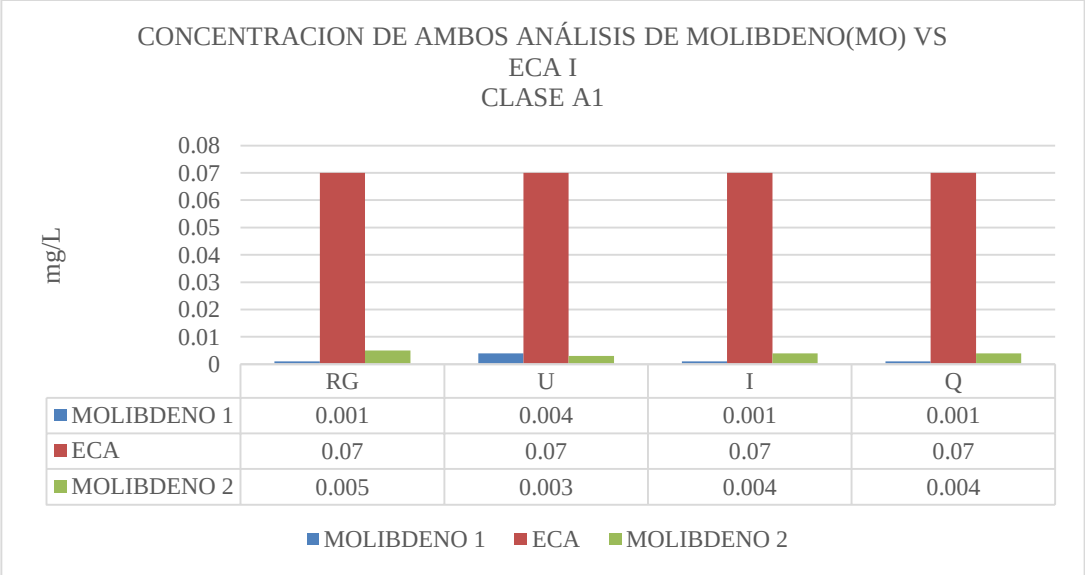

Figura 182 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 202

Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MOLIBDENO 1	0.001	0.004	0.001	0.001
ECA	**	**	**	**
MOLIBDENO 2	0.005	0.003	0.004	0.004

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

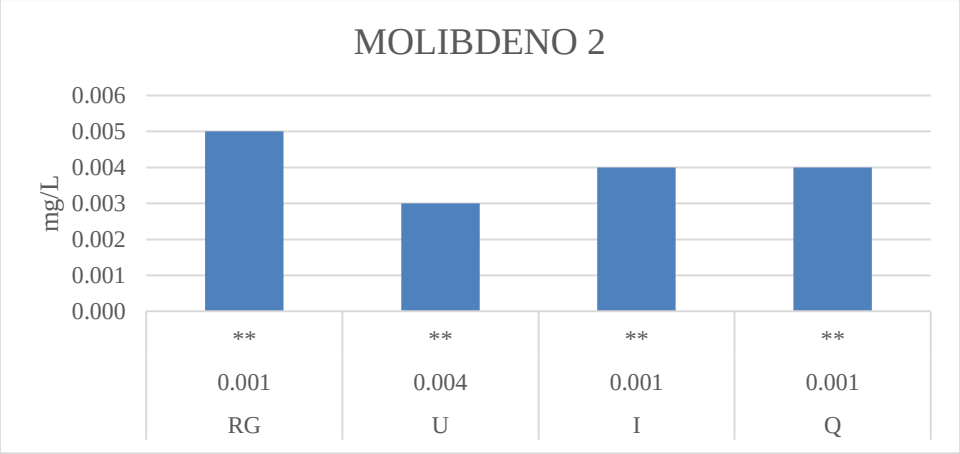

Figura 183 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 203

Resultados de la concentración de Molibdeno (Mo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MOLIBDENO 1	<LCM	0.004	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**
MOLIBDENO 2	0.005	0.003	0.004	0.004

Fuente: Elaboración Propia

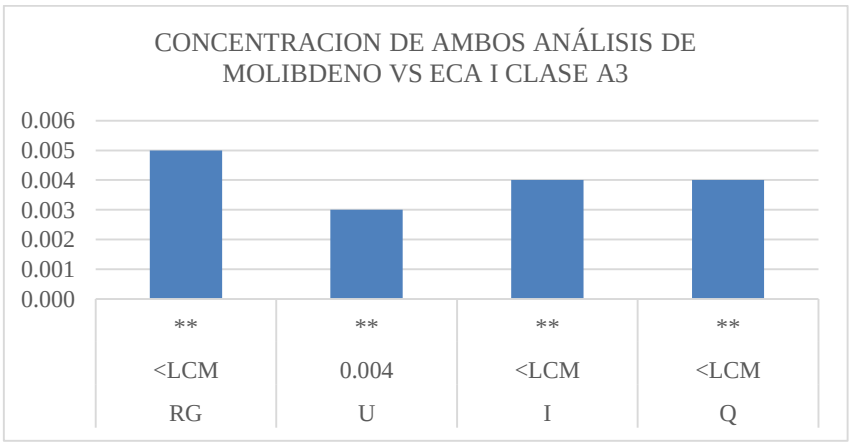

Figura 184 Resultados de Molibdeno (Mo) VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.83. Resultados de ambos análisis de la concentración de Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3

Tabla 204

Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
NÍQUEL 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.07	0.07	0.07	0.07
NÍQUEL 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

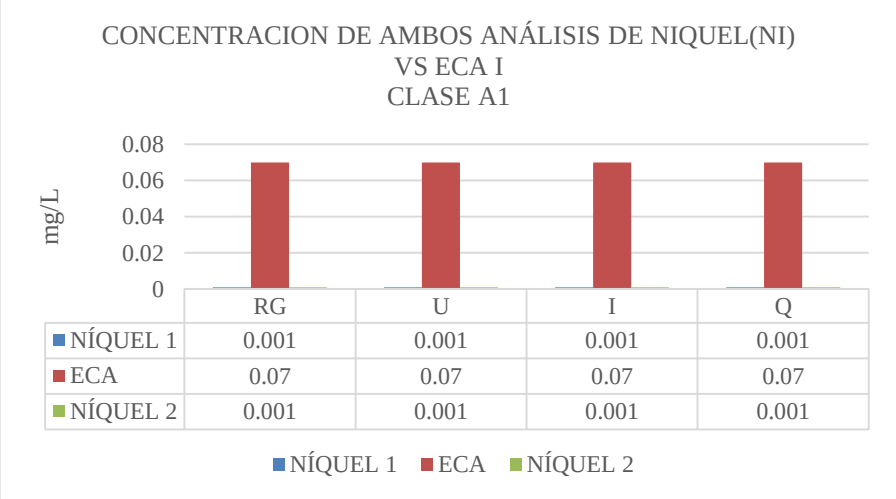

Figura 185 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 205

Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
NÍQUEL 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	**	**	**	**
NÍQUEL 2	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 206

Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
NÍQUEL 1	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
ECA	**	**	**	**
NÍQUEL 2	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Fuente: Elaboración Propia

3.84. Resultados de ambos análisis de la concentración de Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 207

Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
PLOMO 1	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01
PLOMO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

Fuente: Elaboración Propia

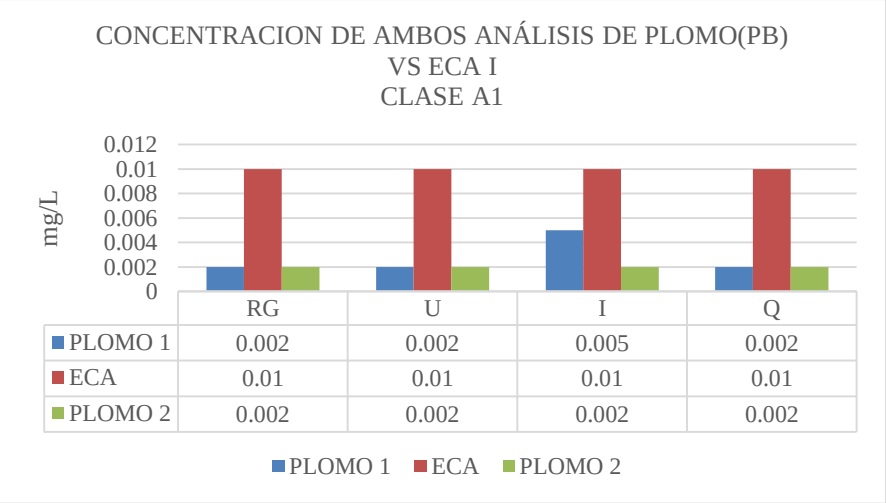

Figura 186 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 208

Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO 1	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
PLOMO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

Fuente: Elaboración Propia

LCM	0.003
<LCM	0.002

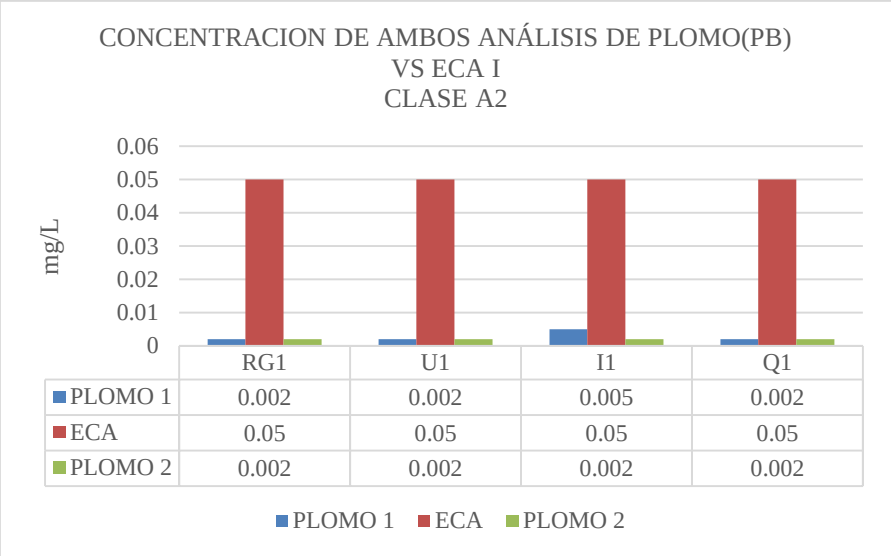

Figura 187 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 209

Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
PLOMO 1	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
PLOMO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

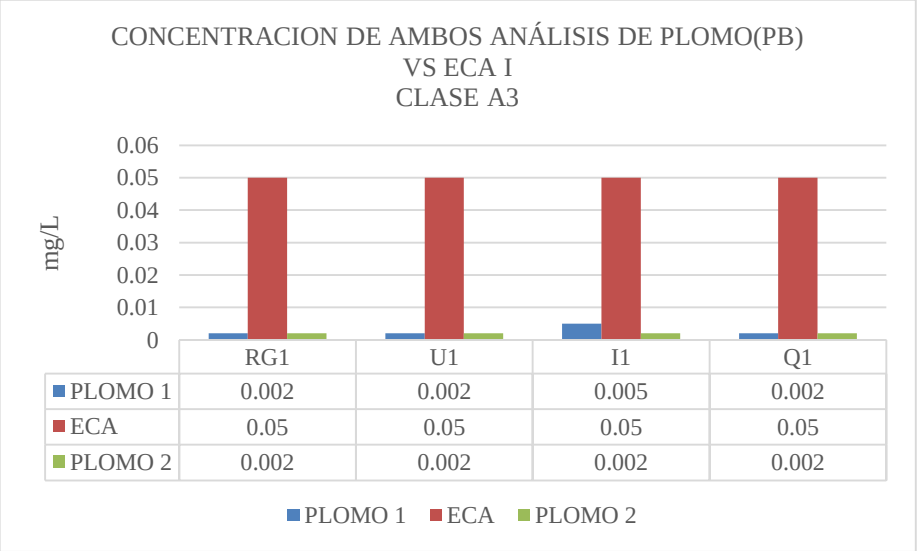

Figura 188 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración Propia

3.85. Resultados de ambos análisis de la concentración de Selenio (Se) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 210

Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
SELENIO 1	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04
SELENIO 2	0.016	0.016	0.016	0.016

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

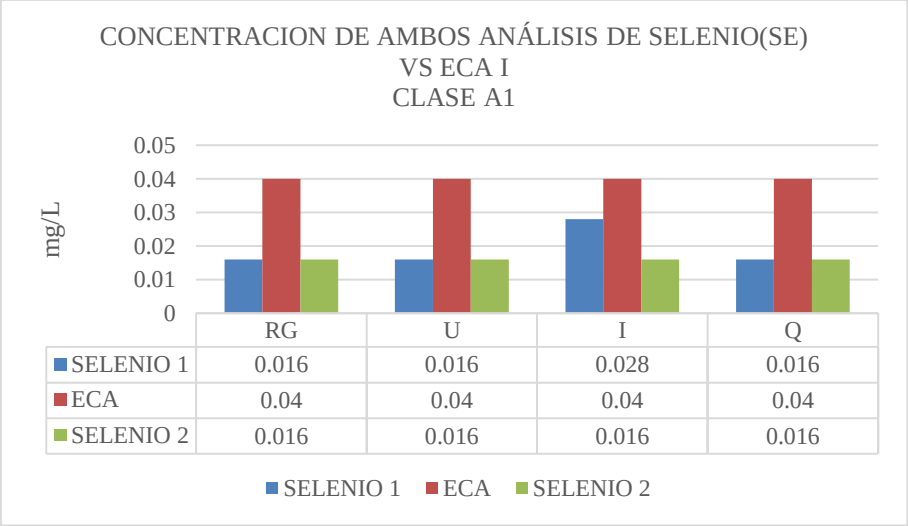

Figura 189 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 211

Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2

MUESTRA	RG	U	I	Q
SELENIO 1	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.04	0.04	0.04	0.04
SELENIO 2	0.016	0.016	0.016	0.016

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

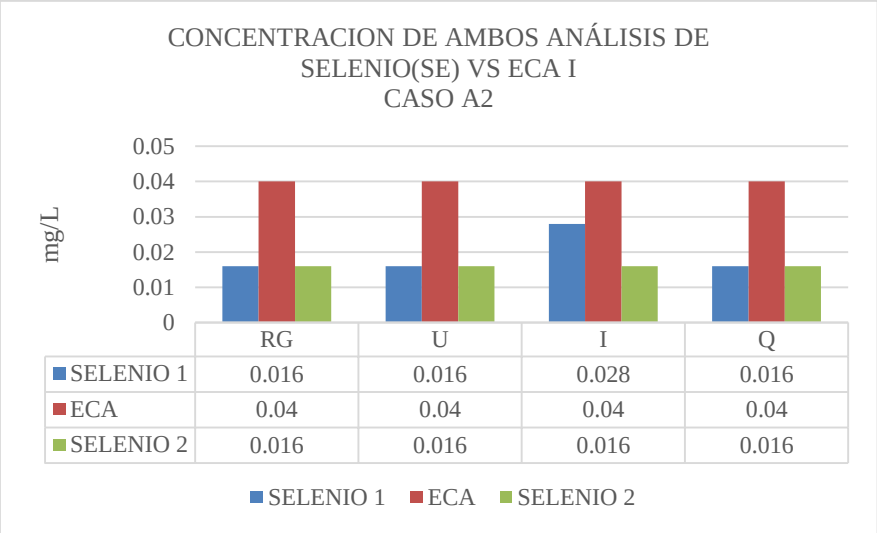

Figura 190 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 212

Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	U	I	Q
SELENIO 1	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
SELENIO 2	0.016	0.016	0.016	0.016

Fuente: Elaboración Propia

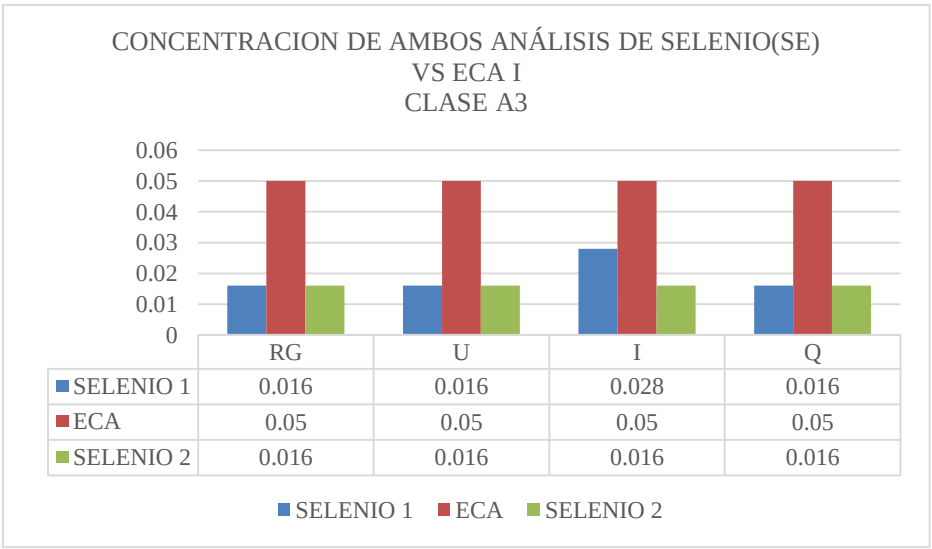

Figura 191 Resultados de Selenio (Se) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración Propia

3.86. Resultados de ambos análisis de la concentración de Uranio (U) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 213

Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
URANIO 1	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
URANIO 2	0.003	0.003	0.003	0.003

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

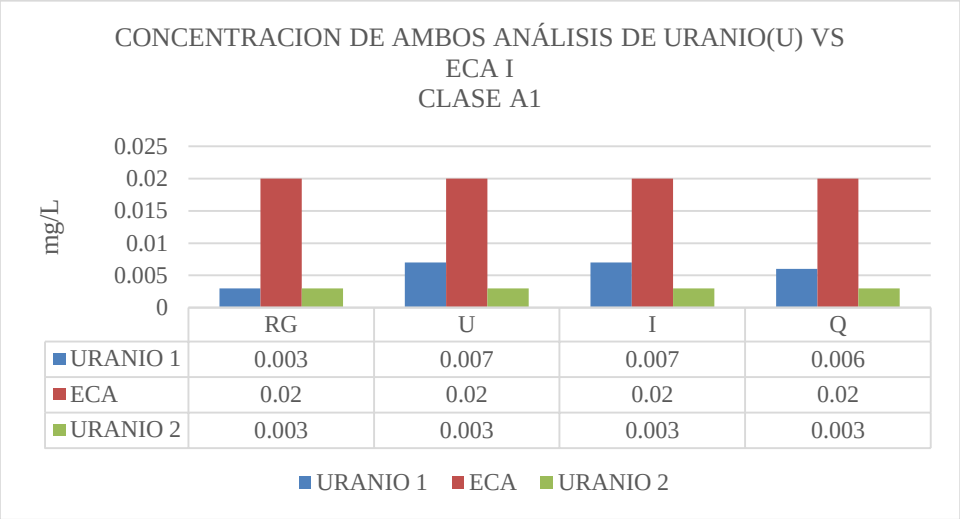

Figura 192 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 214

Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
URANIO 1	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
URANIO 2	0.003	0.003	0.003	0.003

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

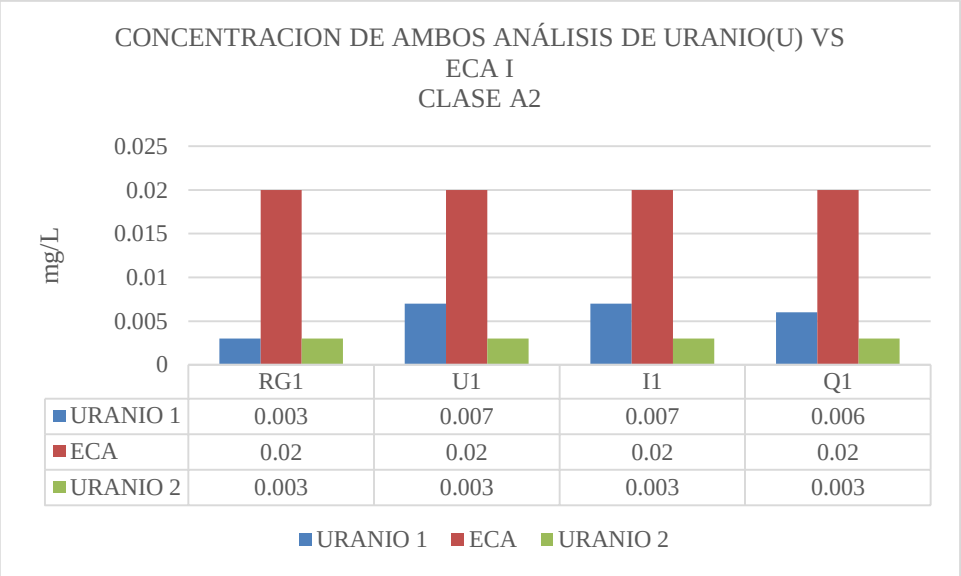

Figura 193 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 215

Resultados de la concentración de Uranio (U) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
URANIO 1	0.003	0.007	0.007	0.006
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
URANIO 2	0.003	0.003	0.003	0.003

Fuente: Elaboración Propia

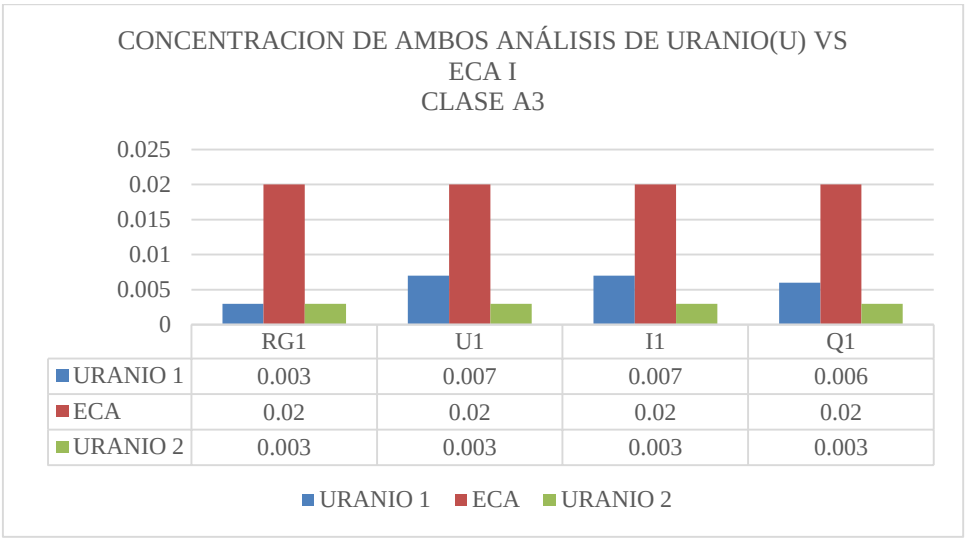

Figura 194 Resultados de Uranio (U) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración Propia

3.87. Resultados de ambos análisis de la concentración de Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 216

Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ZINC 1	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	3	3	3	3
ZINC 2	0.015	0.015	0.015	0.015

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

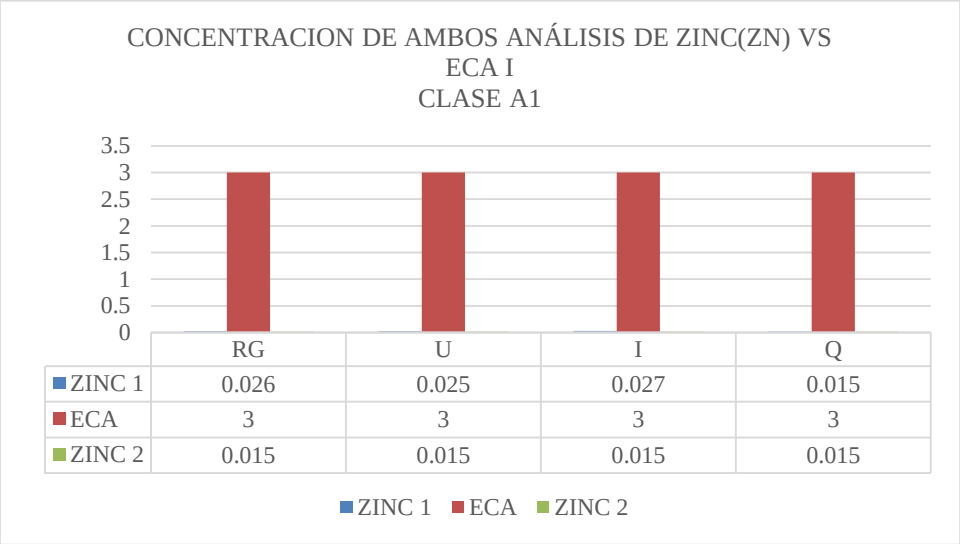

Figura 195 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 217

Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG	Q	U	I
ZINC 1	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	5	5	5	5
ZINC 2	0.015	0.015	0.015	0.015

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

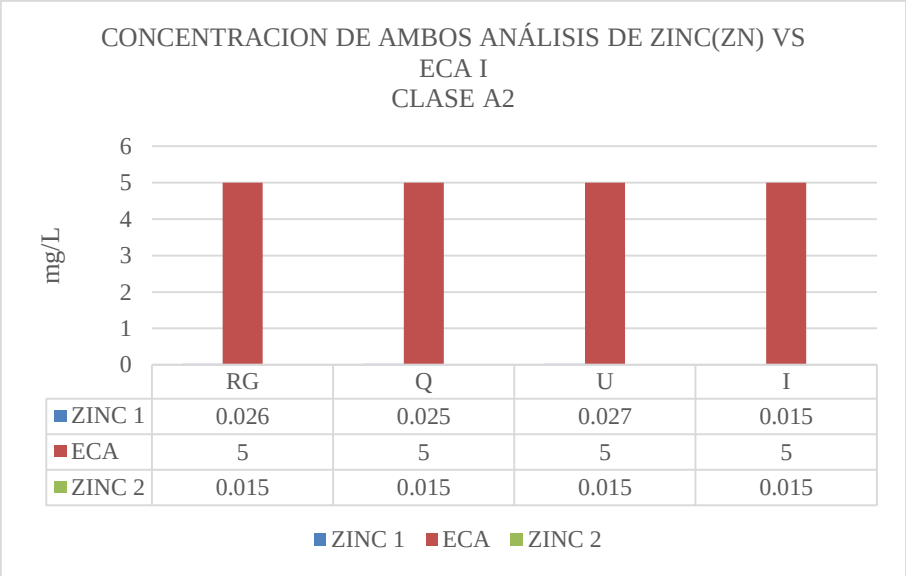

Figura 196 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A2
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 218

Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG	Q	U	I
ZINC 1	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	5	5	5	5
ZINC 2	0.015	0.015	0.015	0.015

Fuente: Elaboración Propia

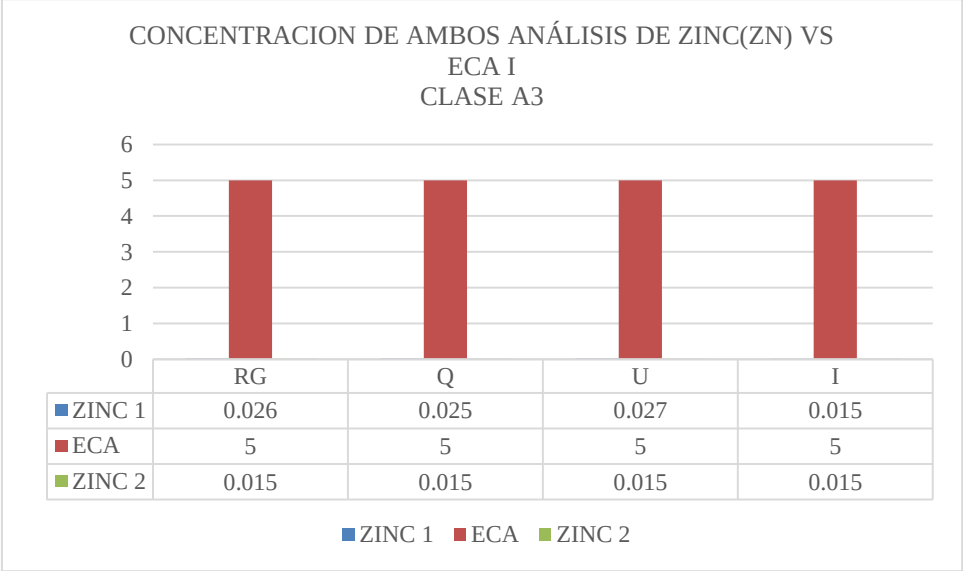

Figura 197 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA I Clase A3
Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE AMBOS RESULTADOS CON EL ECA III RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

3.88. Resultados de ambos análisis de la concentración de Aluminio (Al) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 219

Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ALUMINIO 1	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5
ALUMINIO 2	1.115	1.300	0.830	0.906

Fuente: Elaboración Propia

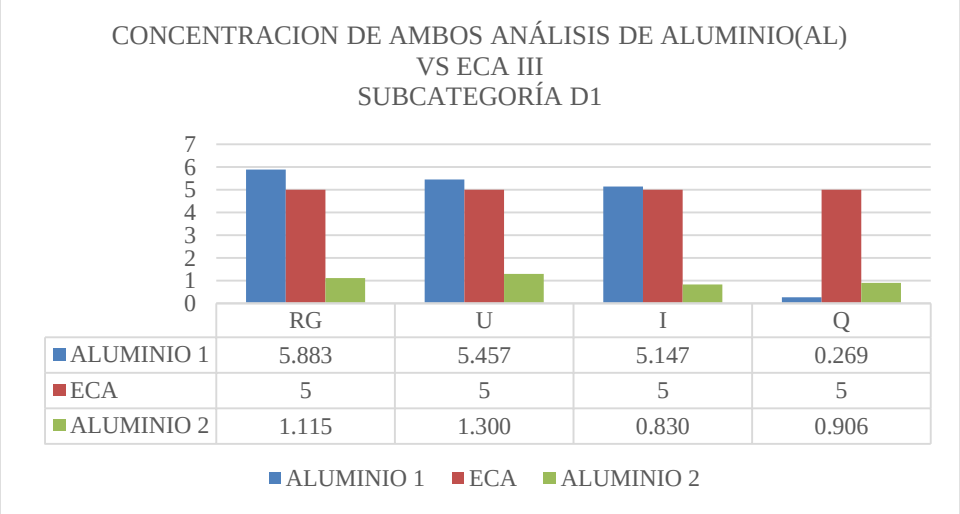

Figura 198 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 220

Resultados de la concentración de Aluminio (Al) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ALUMINIO 1	5.883	5.457	5.147	0.269
ECA	5	5	5	5
ALUMINIO 2	1.115	1.300	0.830	0.906

Fuente: Elaboración Propia

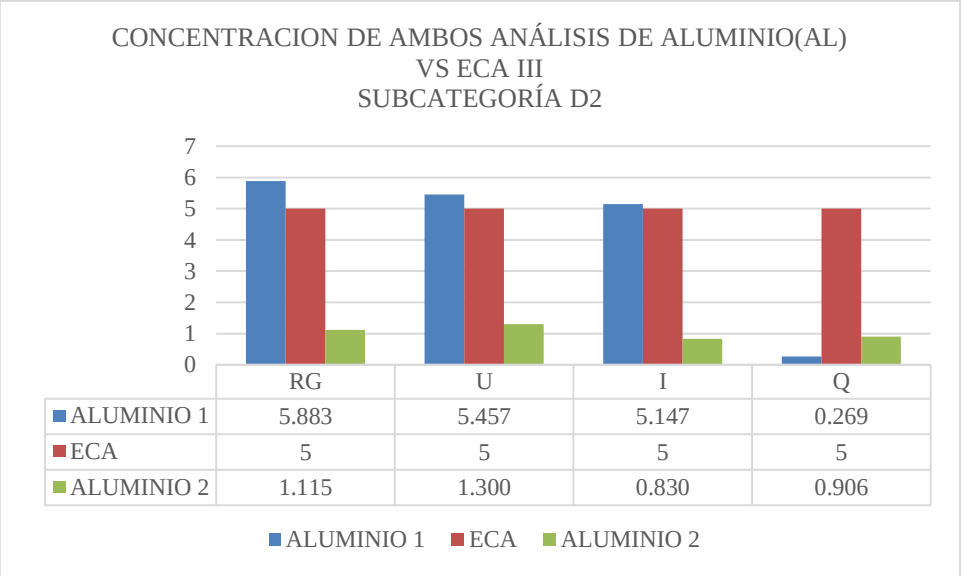

Figura 199 Resultados de Aluminio (Al) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.89. Resultados de ambos análisis de la concentración de Arsénico (As) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 221

Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ARSÉNICO 1	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1
ARSÉNICO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

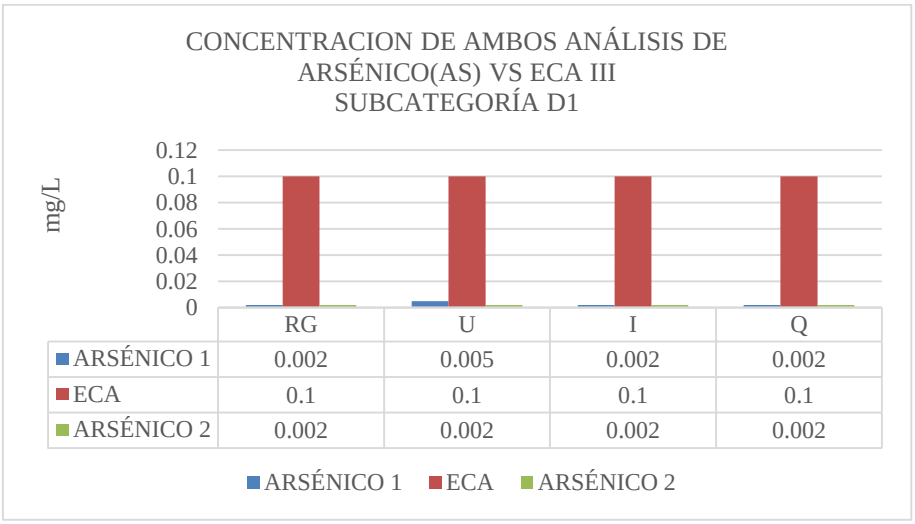

Figura 200 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 222

Resultados de la concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ARSÉNICO 1	0.002	0.005	0.002	0.002
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2
ARSÉNICO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

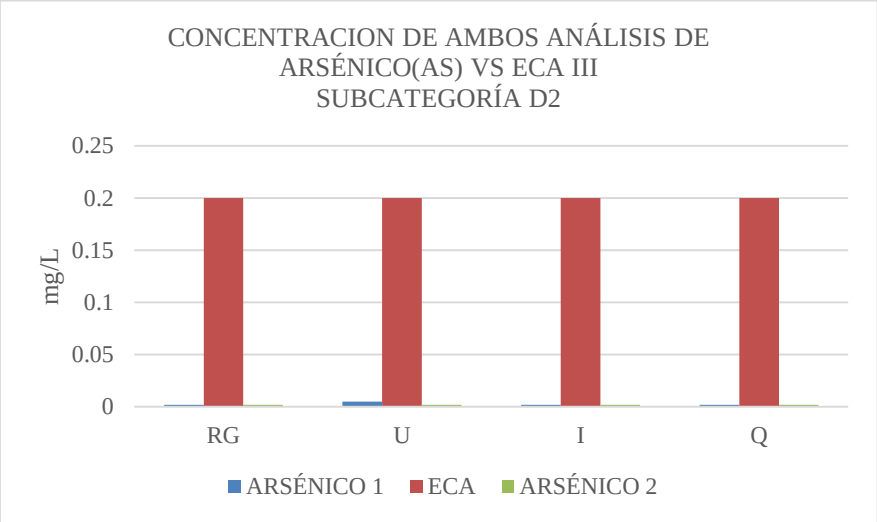

Figura 201 Resultados de Arsénico (As) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.90. Resultados de ambos análisis de la concentración de Bario (Ba) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 223

Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BARIO 1	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	0.7	0.7	0.7	0.7
BARIO 2	0.030	0.032	0.030	0.032

Fuente: Elaboración Propia

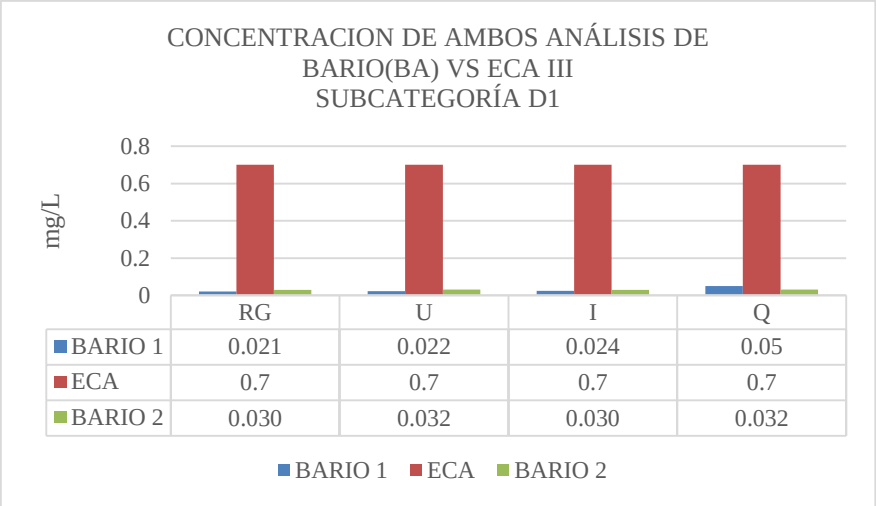

Figura 202 Resultados de Bario (Ba) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 224

Resultados de la concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BARIO 1	0.021	0.022	0.024	0.05
ECA	**	**	**	**
BARIO 2	0.030	0.032	0.030	0.032

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración Propia

3.91. Resultados de ambos análisis de la concentración de Berilio (Be) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 225

Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BERILIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1
BERILIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

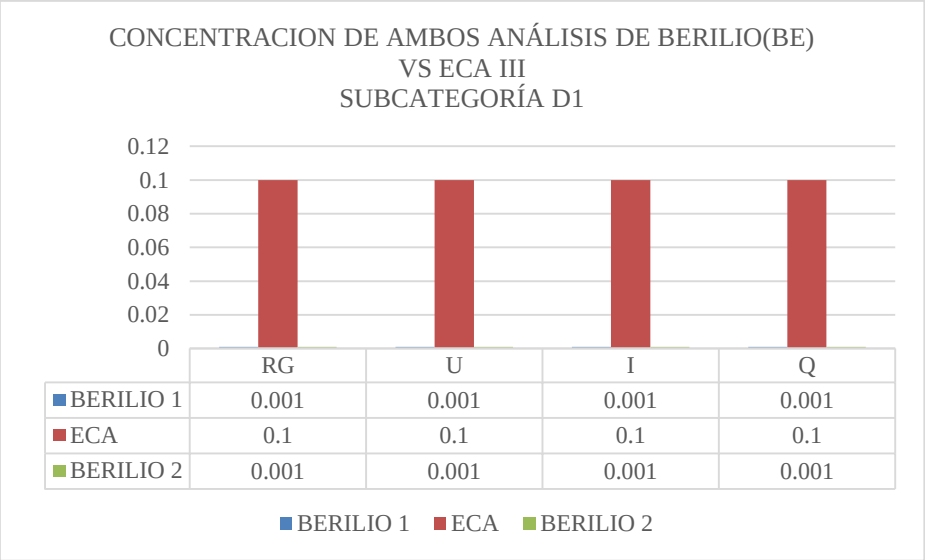

Figura 203 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 226

Resultados de la concentración de Berilio (Be) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BERILIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1
BERILIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

Fuente: Elaboración Propia

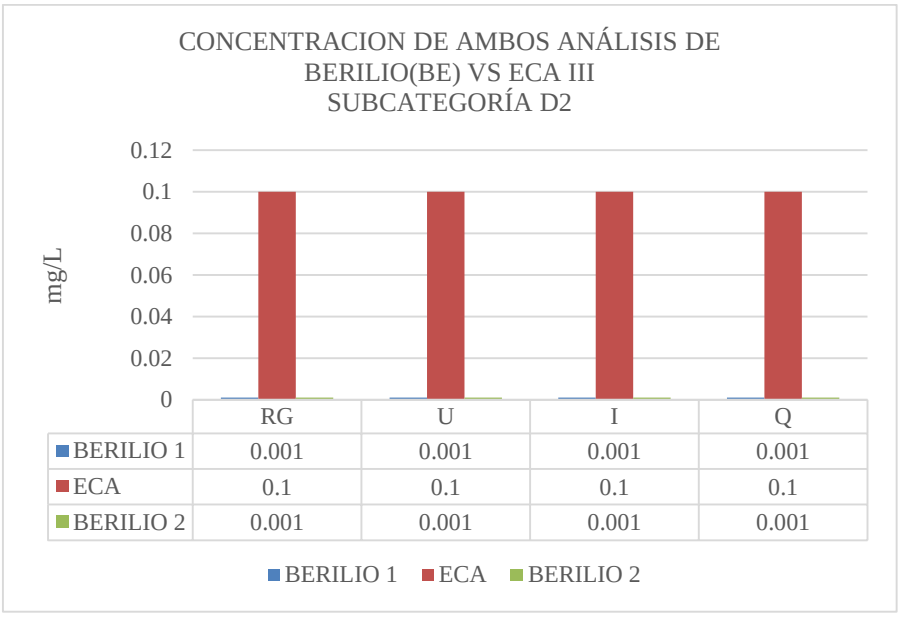

Figura 204 Resultados de Berilio (Be) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.92. Resultados de ambos análisis de la concentración de Boro (Bo) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 227

Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BORO 1	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	1	1	1	1
BORO 2	0.020	0.020	0.020	0.020

Fuente: Elaboración Propia

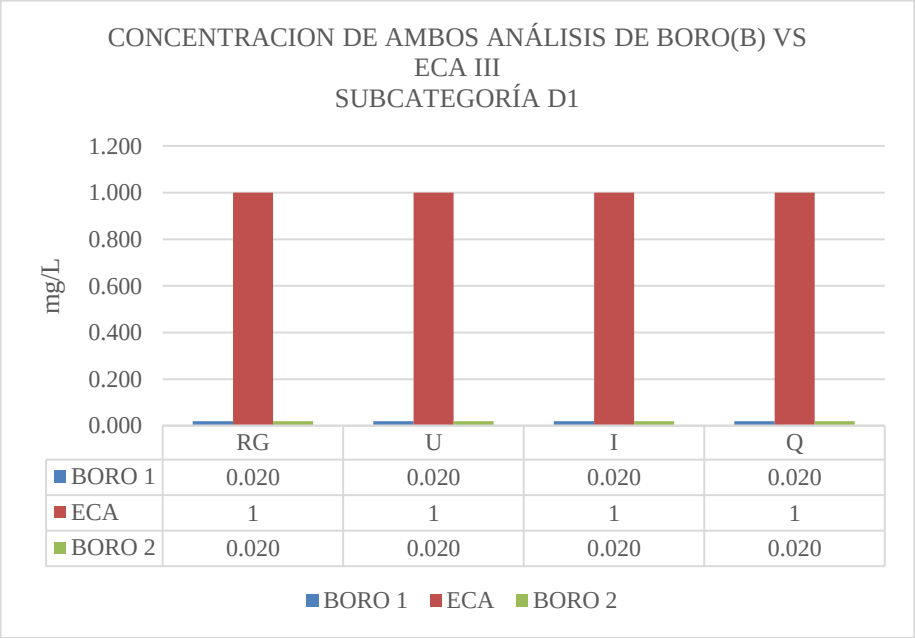

Figura 205 Resultados de Boro (Bo) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 228

Resultados de la concentración de Boro (Bo) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020
ECA	5	5	5	5
BORO	0.020	0.020	0.020	0.020

Fuente: Elaboración Propia

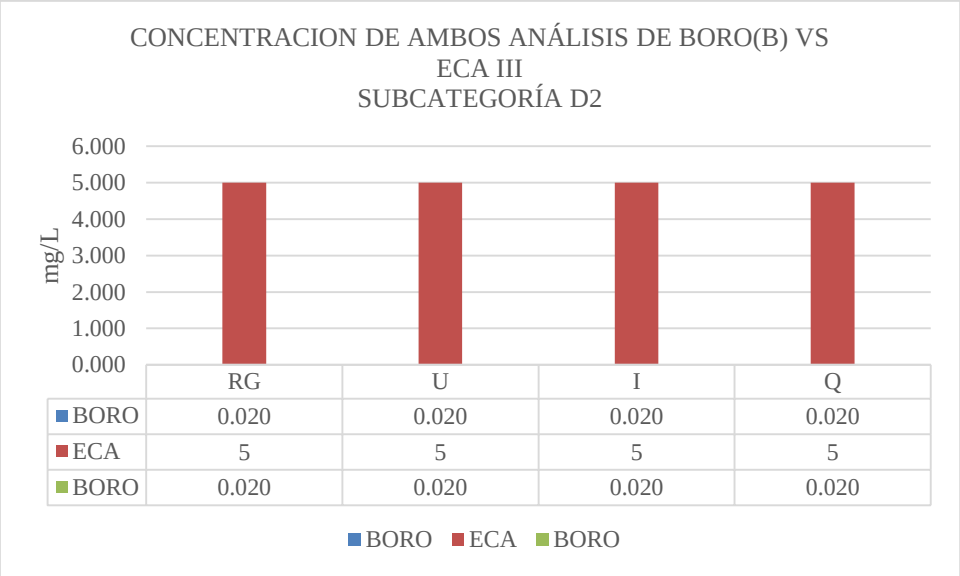

Figura 206 Resultados de Boro (Bo) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.93. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cadmio (Cd) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 229

Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CADMIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.01	0.01	0.01	0.01
CADMIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

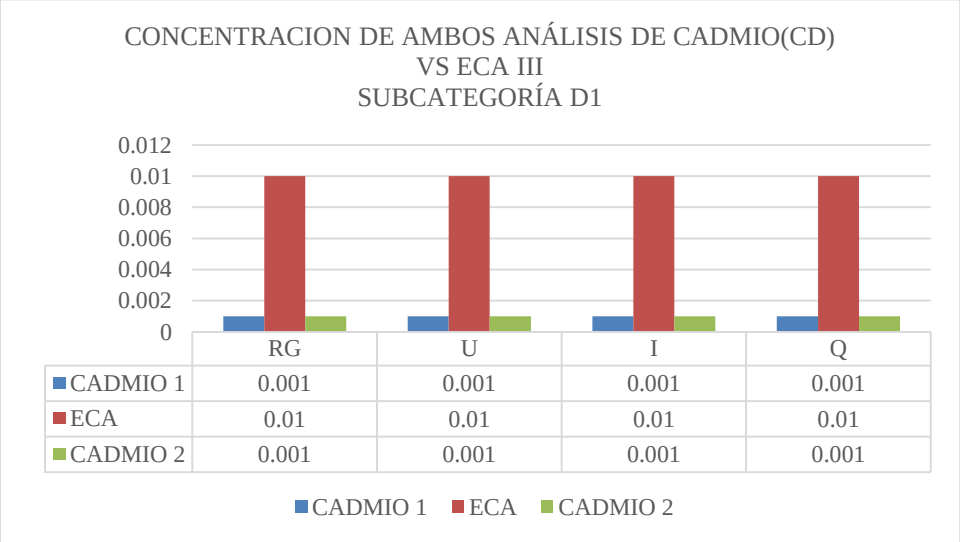

Figura 207 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 230

Resultados de la concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CADMIO 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
CADMIO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

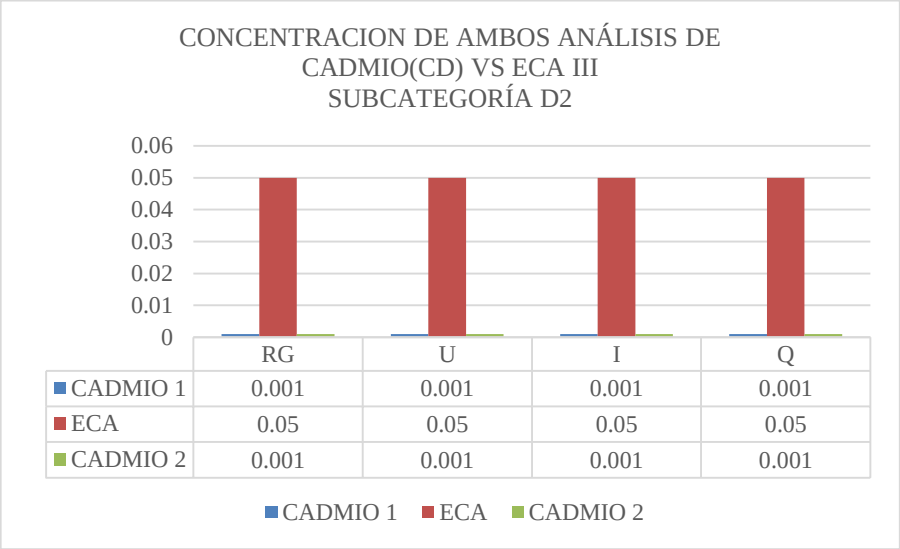

Figura 208 Resultados de Cadmio (Cd) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.94. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cobre (Cu) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 231

Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
COBRE 1	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2
COBRE 2	0.013	0.013	0.013	0.013

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

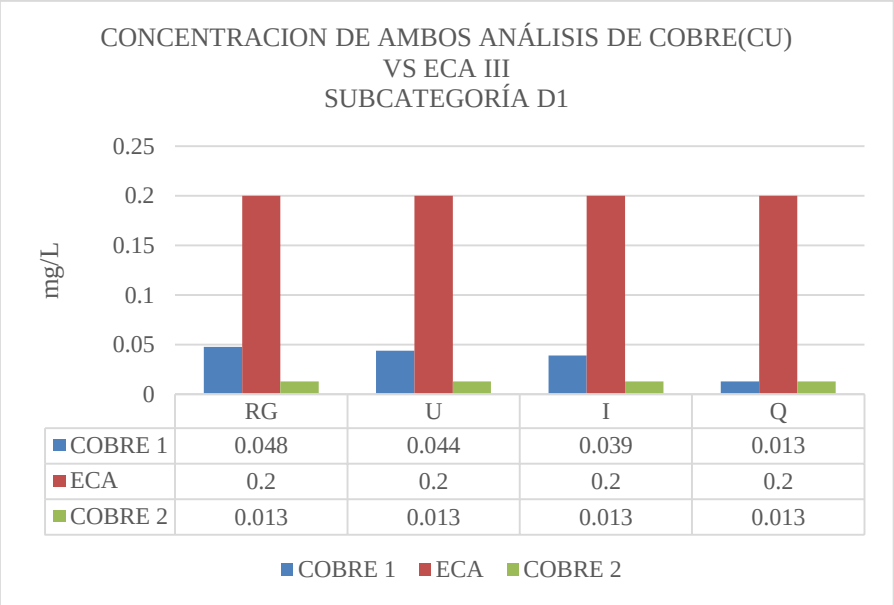

Figura 209 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 232

Resultados de la concentración de Cobre (Cu) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
COBRE 1	0.048	0.044	0.039	0.013
ECA	0.5	0.5	0.5	0.5
COBRE 2	0.013	0.013	0.013	0.013

LCM	0.014
<LCM	0.013

Fuente: Elaboración Propia

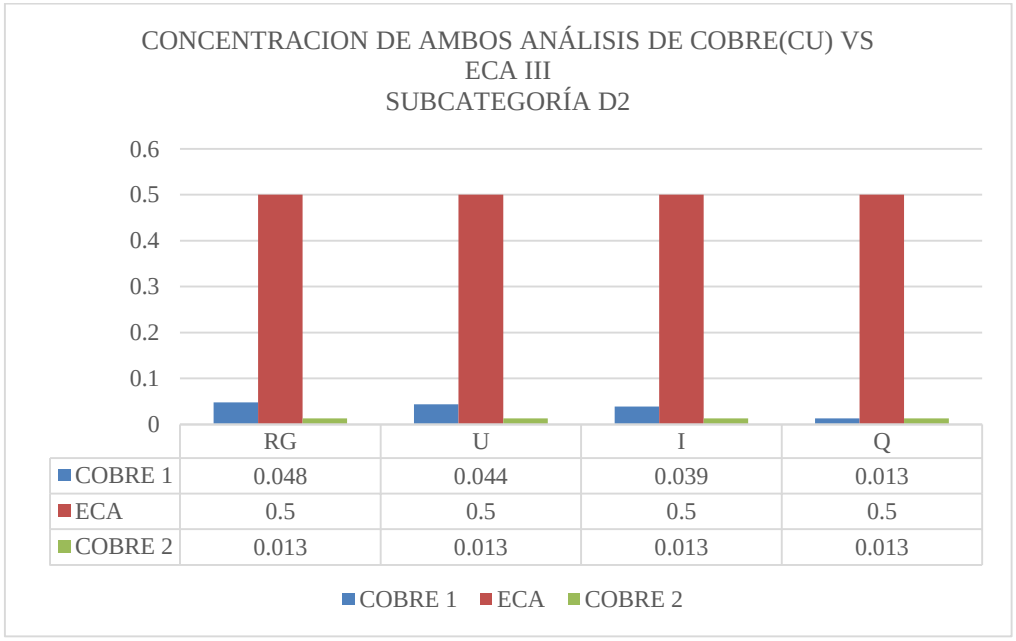

Figura 210 Resultados de Cobre (Cu) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.95. Resultados de ambos análisis de la concentración de Cromo (Cr) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 233

Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CROMO 1	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	0.1	0.1	0.1	0.1
CROMO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

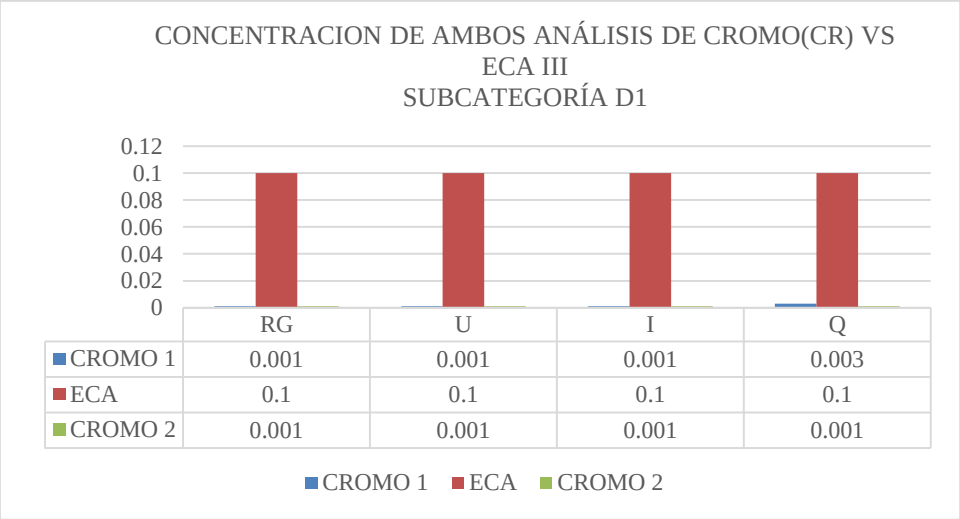

Figura 211 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 234

Resultados de la concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
CROMO 1	0.001	0.001	0.001	0.003
ECA	1	1	1	1
CROMO 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

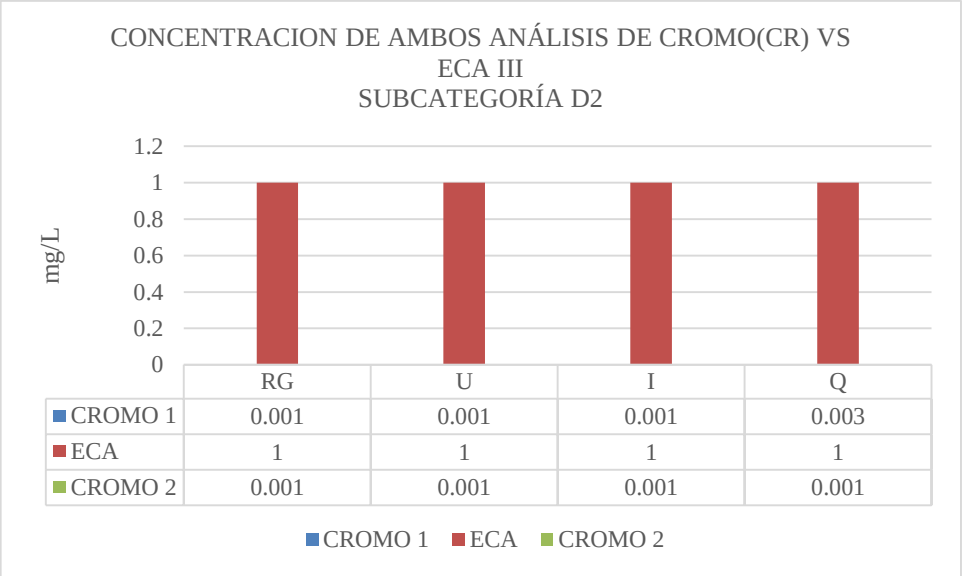

Figura 212 Resultados de Cromo (Cr) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.96. Resultados de ambos análisis de la concentración de Hierro (Fe) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 235

Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	5	5	5	5
HIERRO 2	0.211	0.350	0.220	0.249

Fuente: Elaboración Propia

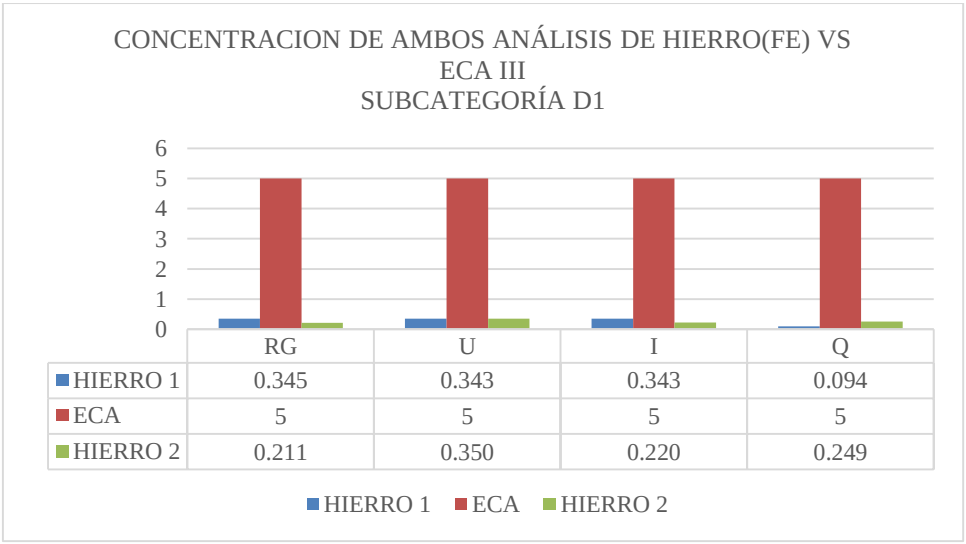

Figura 213 Resultados de Hierro (Fe) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 236

Resultados de la concentración de Hierro (Fe) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1	0.345	0.343	0.343	0.094
ECA	**	**	**	**
HIERRO 2	0.211	0.350	0.220	0.249

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración Propia

3.97. Resultados de ambos análisis de la concentración de Magnesio (Mg) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 237

Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MAGNESIO 1	4.648	4.666	4.403	3.195
ECA	**	**	**	**
MAGNESIO 2	1.609	1.781	1.663	1.761

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 238

Resultados de la concentración de Magnesio (Mg) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MAGNESIO 1	4.648	4.666	4.403	3.195
ECA	250	250	250	250
MAGNESIO 2	1.609	1.781	1.663	1.761

Fuente: Elaboración Propia

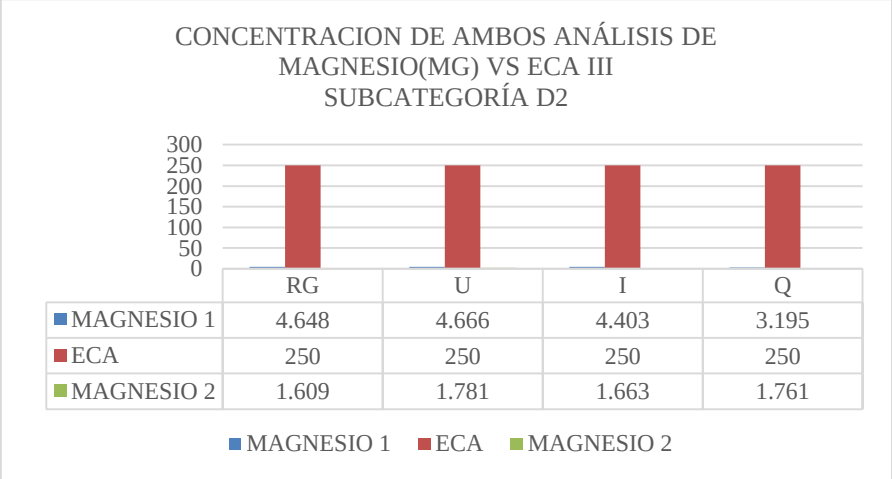

Figura 214 Resultados de Magnesio (Mg) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.98. Resultados de ambos análisis de la concentración de Manganeso (Mn) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 239

Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MANGANESO 1	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2
MANGANESO 2	0.067	0.089	0.073	0.082

Fuente: Elaboración Propia

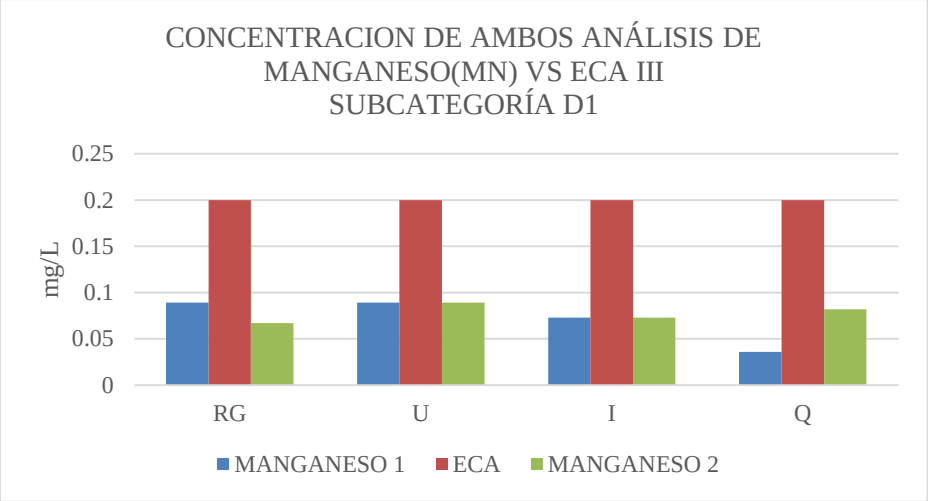

Figura 215 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 240

Resultados de la concentración de Manganeso (Mn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
MANGANESO 1	0.089	0.089	0.073	0.036
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2
MANGANESO 2	0.067	0.089	0.073	0.082

Fuente: Elaboración Propia

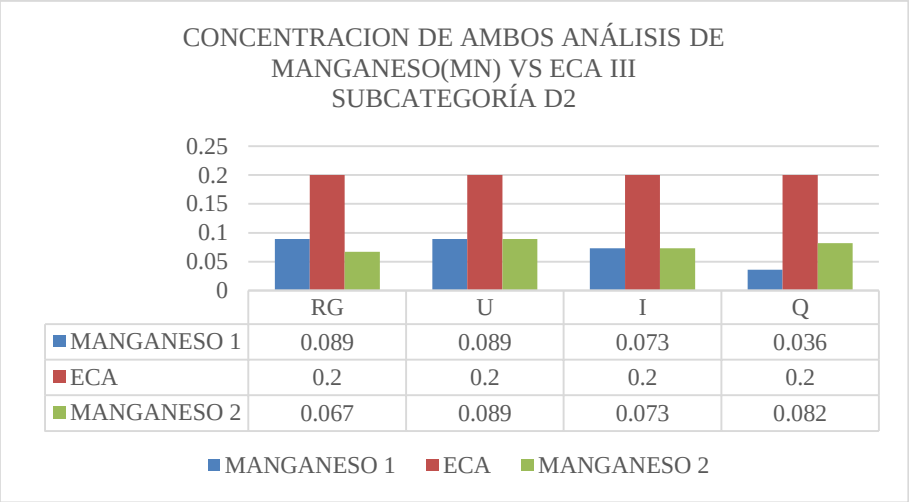

Figura 216 Resultados de Manganeso (Mn) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.99. Resultados de ambos análisis de la concentración de Níquel (Ni) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 241

Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
NÍQUEL 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	0.2	0.2	0.2	0.2
NÍQUEL 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

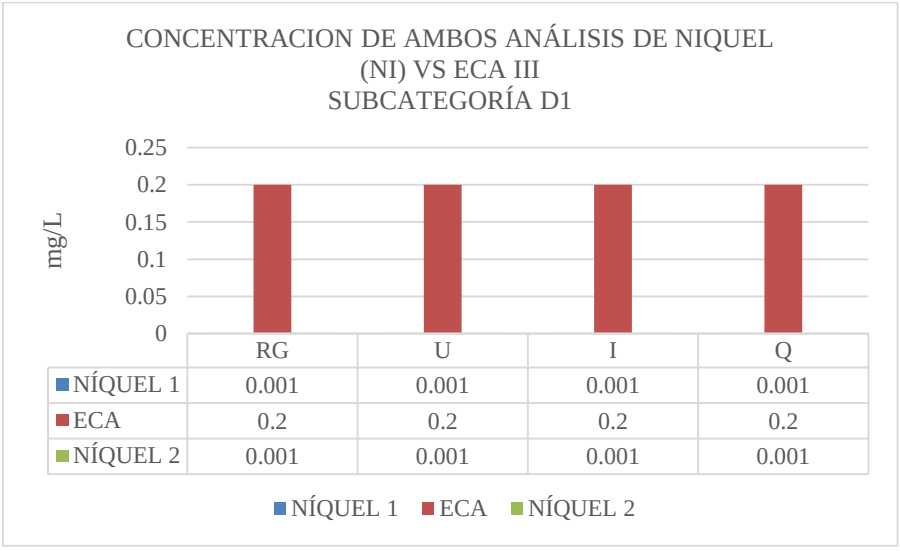

Figura 217 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 242

Resultados de la concentración de Níquel (Ni) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
NÍQUEL 1	0.001	0.001	0.001	0.001
ECA	1	1	1	1
NÍQUEL 2	0.001	0.001	0.001	0.001

LCM	0.002
<LCM	0.001

Fuente: Elaboración Propia

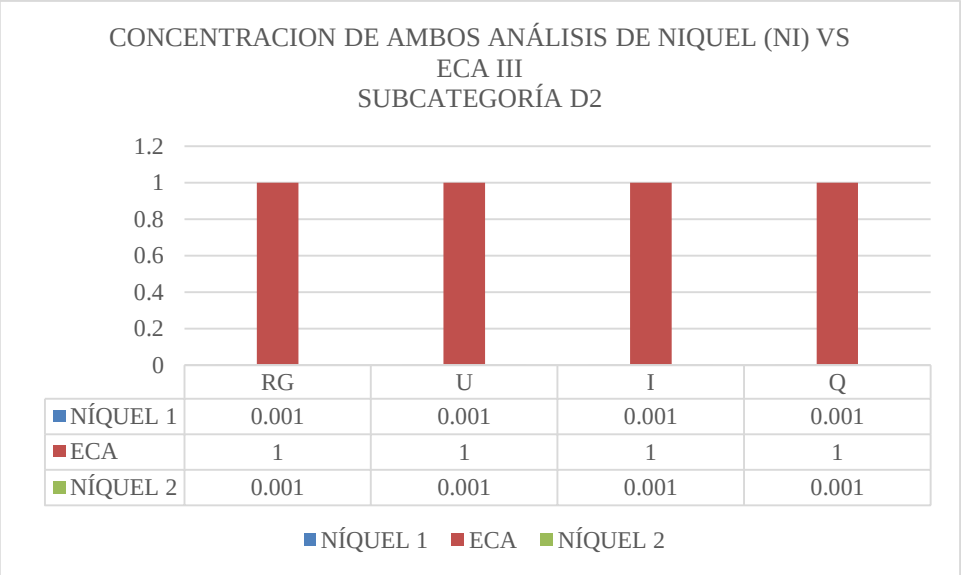

Figura 218 Resultados de Níquel (Ni) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.100. Resultados de ambos análisis de la concentración de Plomo (Pb) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 243

Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
PLOMO 1	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
PLOMO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

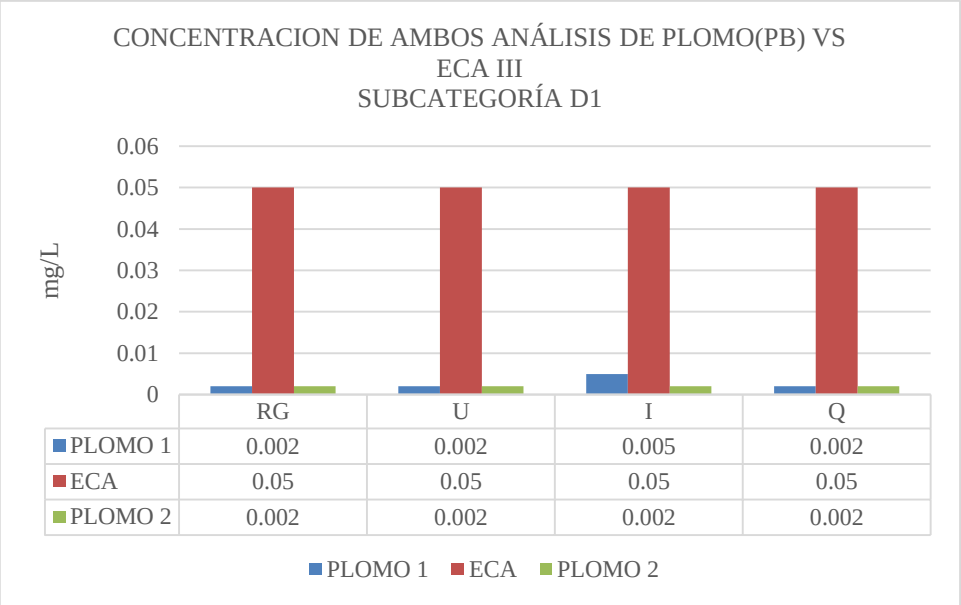

Figura 219 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 244

Resultados de la concentración de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
PLOMO 1	0.002	0.002	0.005	0.002
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
PLOMO 2	0.002	0.002	0.002	0.002

LCM	0.003
<LCM	0.002

Fuente: Elaboración Propia

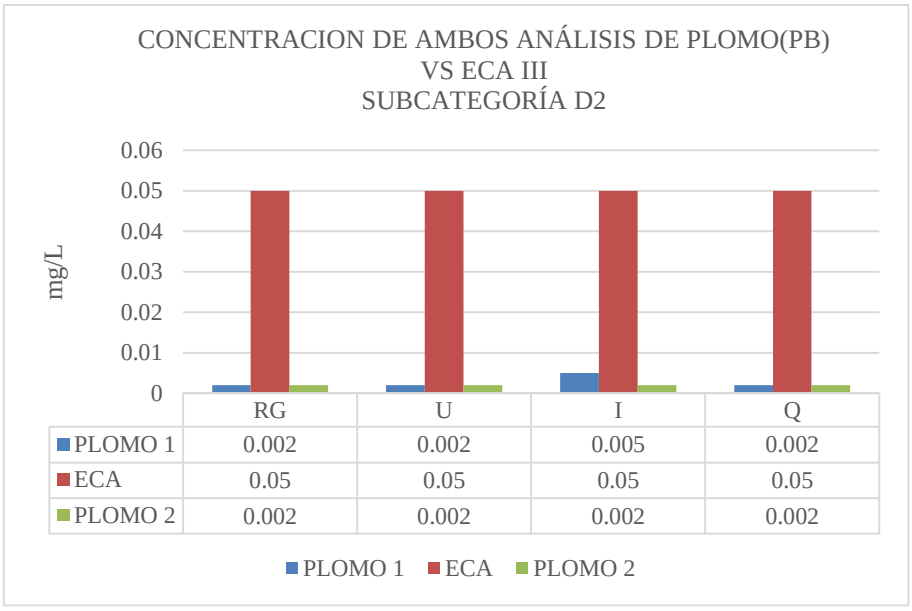

Figura 220 Resultados de Plomo (Pb) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.101. Resultados de ambos análisis de la concentración de Selenio (Se) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales , subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 245

Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
SELENIO 1	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.02	0.02	0.02	0.02
SELENIO 2	0.016	0.016	0.016	0.016

LCM	0.017
<LCM	0.016

Fuente: Elaboración Propia

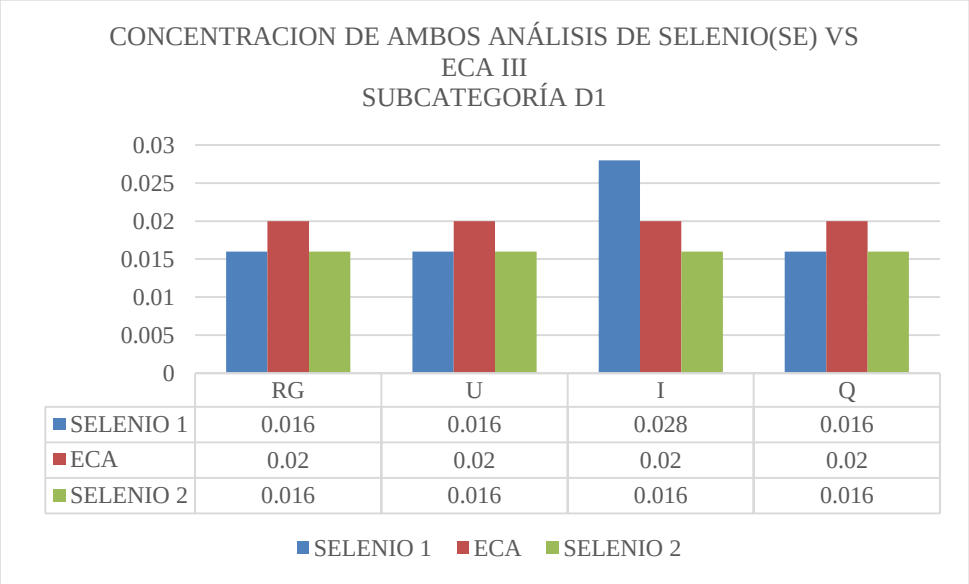

Figura 221 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 246

Resultados de la concentración de Selenio (Se) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
SELENIO 1	0.016	0.016	0.028	0.016
ECA	0.05	0.05	0.05	0.05
SELENIO 2	0.016	0.016	0.016	0.016

Fuente: Elaboración Propia

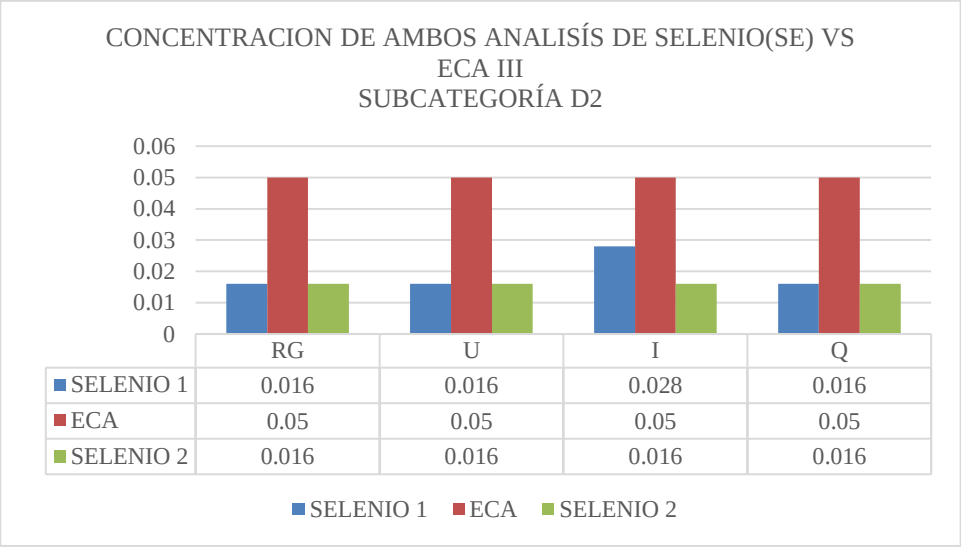

Figura 222 Resultados de Selenio (Se) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.102. Resultados de ambos análisis de la concentración de Litio (Li) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 247

Resultados de la concentración de Litio (Li) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
LITIO 1	0.014	0.013	0.013	0.003
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5
LITIO 2	0.008	0.007	0.007	0.007

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

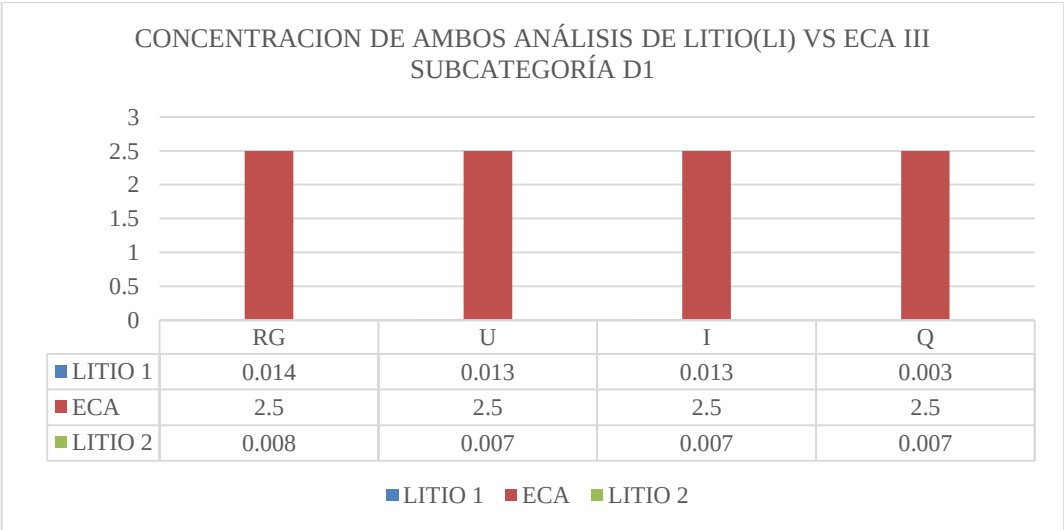

Figura 223 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 248

Resultados de la concentración de Litio (Li) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
LITIO 1	0.014	0.013	0.013	0.003
ECA	2.5	2.5	2.5	2.5
LITIO 2	0.008	0.007	0.007	0.007

LCM	0.004
<LCM	0.003

Fuente: Elaboración Propia

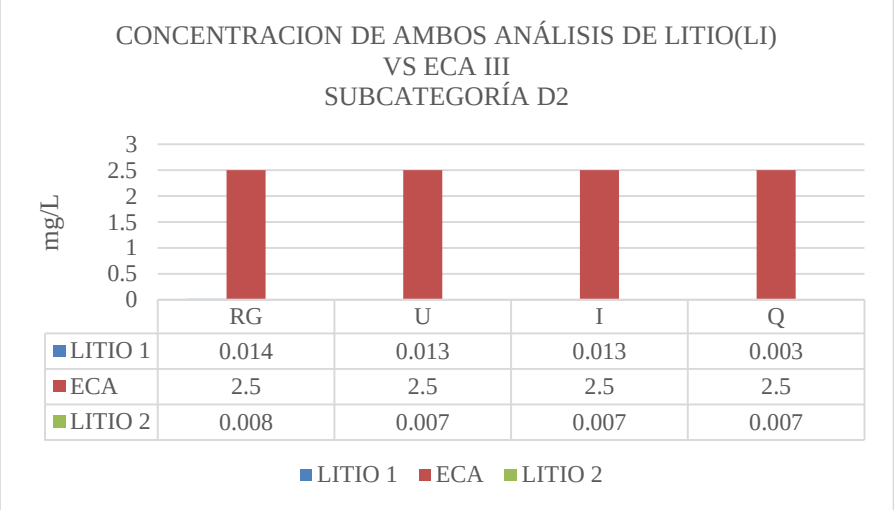

Figura 224 Resultados de Litio (Li) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

3.103. Resultados de ambos análisis de la concentración de Zinc (Zn) en el punto de muestreo RG, U, I y Q en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría 3, Subcategoría D1: Riego de vegetales, subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 249

Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D1.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ZINC 1	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	2	2	2	2
ZINC 2	0.015	0.015	0.015	0.015

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

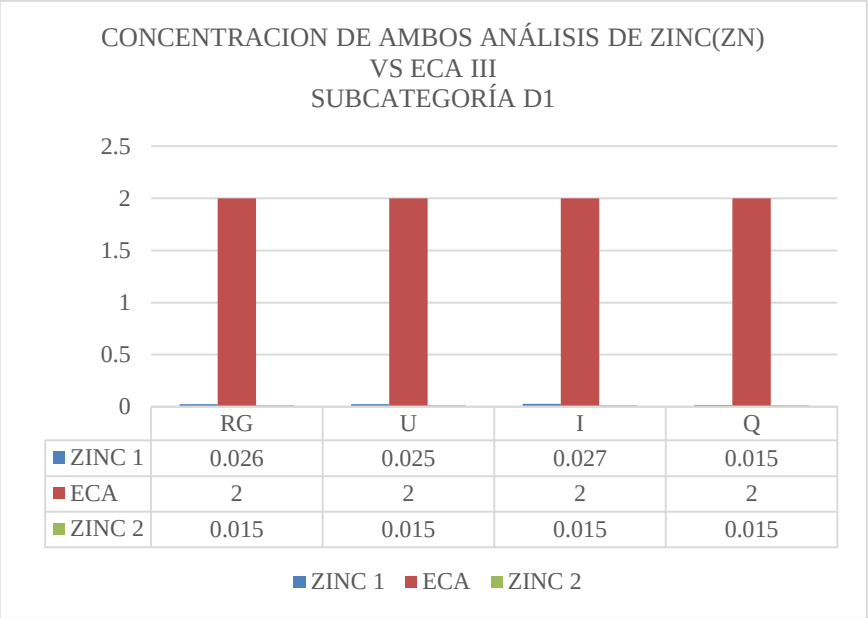

Figura 225 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 250

Resultados de la concentración de Zinc (Zn) en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Subcategoría D2.

MUESTRA	RG	U	I	Q
ZINC 1	0.026	0.025	0.027	0.015
ECA	24	24	24	24
ZINC 2	0.015	0.015	0.015	0.015

LCM	0.016
<LCM	0.015

Fuente: Elaboración Propia

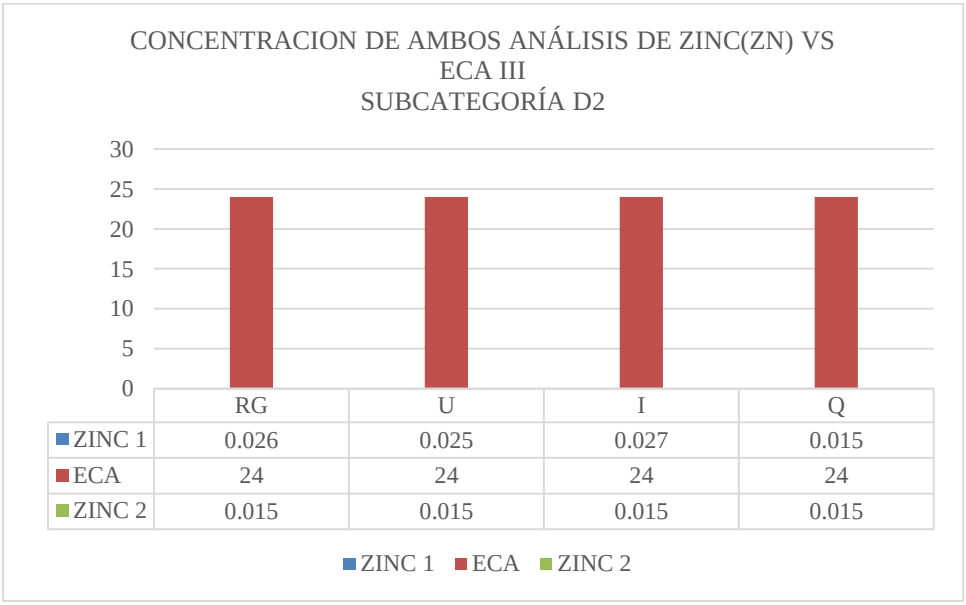

Figura 226 Resultados de Zinc (Zn) VS ECA III Subcategoría D2
Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE PRIMEROS RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOS CON EL ECA I (POBLACIONAL Y RECREACIONAL) CATEGORIA A

3.104. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de pH en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 251

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ECA 1	6.5	6.5	6.5	6.5
pH	6.82	6.83	6.99	7.37
ECA 1	8.5	8.5	8.5	8.5

Fuente: Elaboración Propia

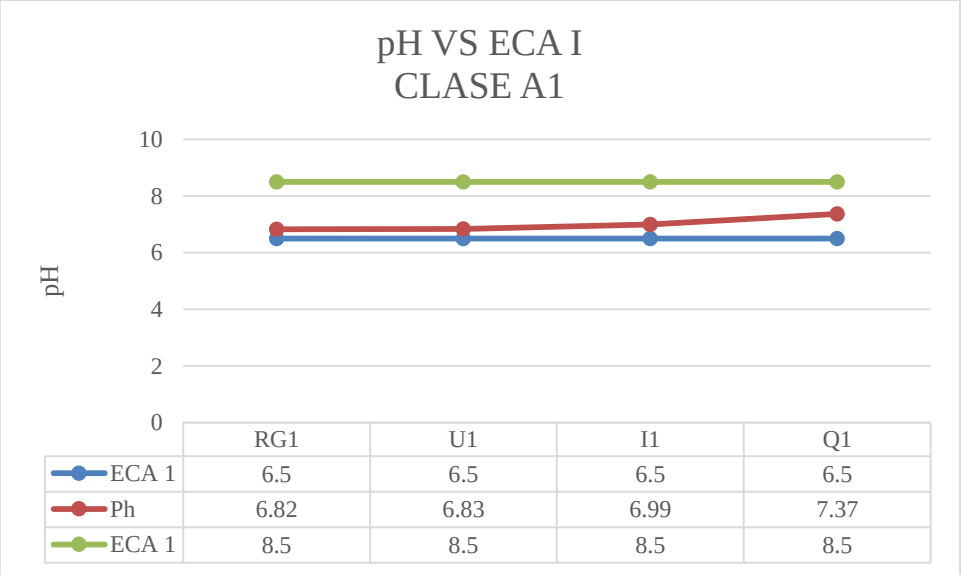

Figura 227 Resultados de pH VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 252

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ECA 1	5.5	5.5	5.5	5.5
pH	6.82	6.83	6.99	7.37
ECA 1	9	9	9	9

Fuente: Elaboración Propia

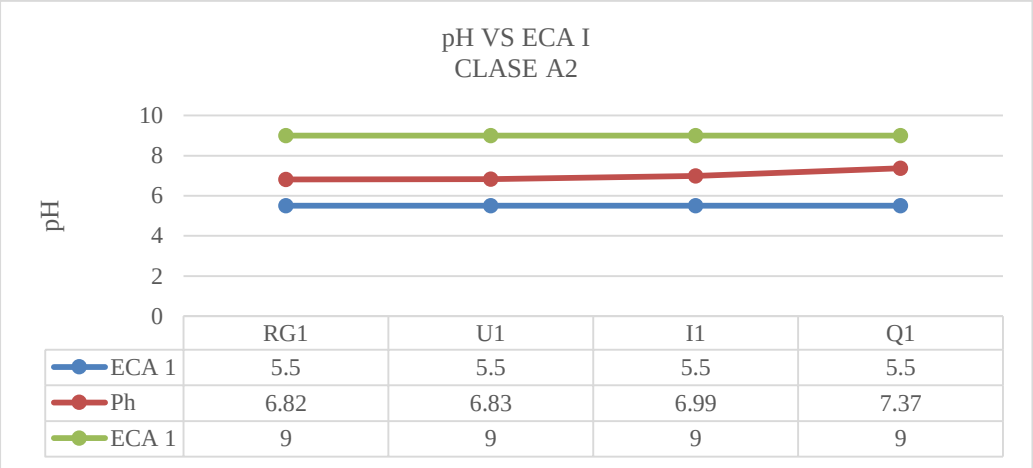

Figura 228 Resultados de pH VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 253

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ECA 1	5.5	5.5	5.5	5.5
pH	6.82	6.83	6.99	7.37
ECA 1	9	9	9	9

Fuente: Elaboración Propia

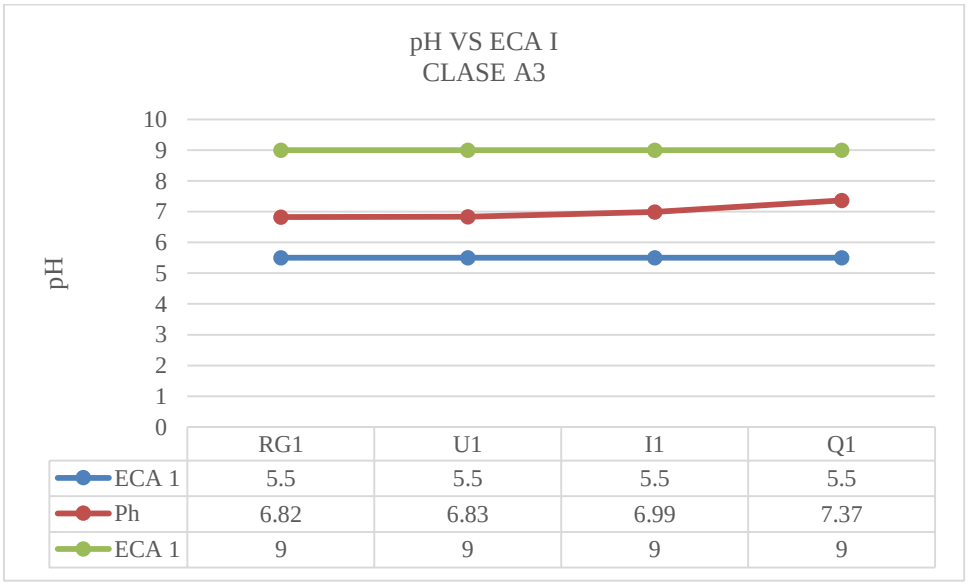

Figura 229 Resultados de pH VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.105. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de Conductividad en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 254

Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD	969.5	935.5	898.5	237.2
ECA 1	1500	1500	1500	1500

Fuente: Elaboración Propia

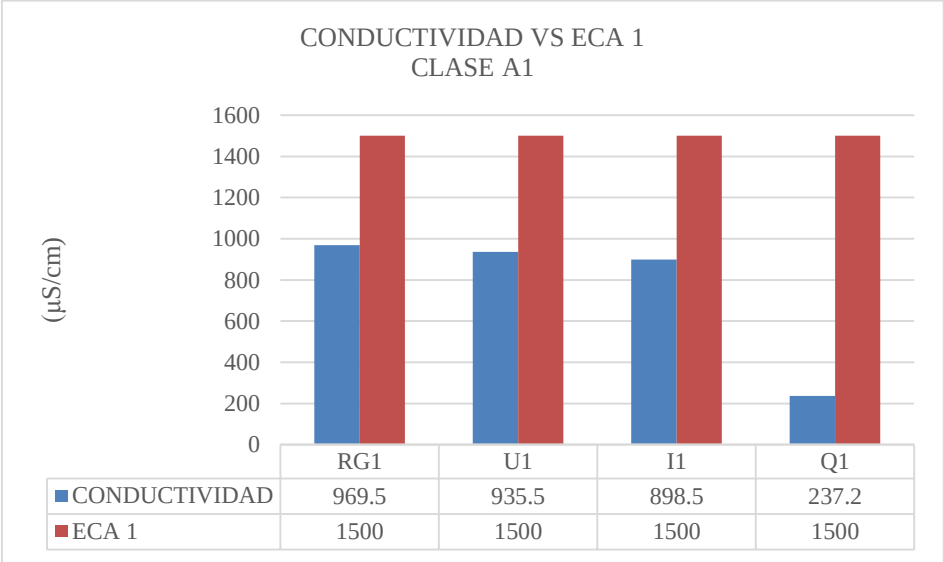

Figura 230 Resultados de Conductividad VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 255

Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD	969.5	935.5	898.5	237.2
ECA 1	1600	1600	1600	1600

Fuente: Elaboración Propia

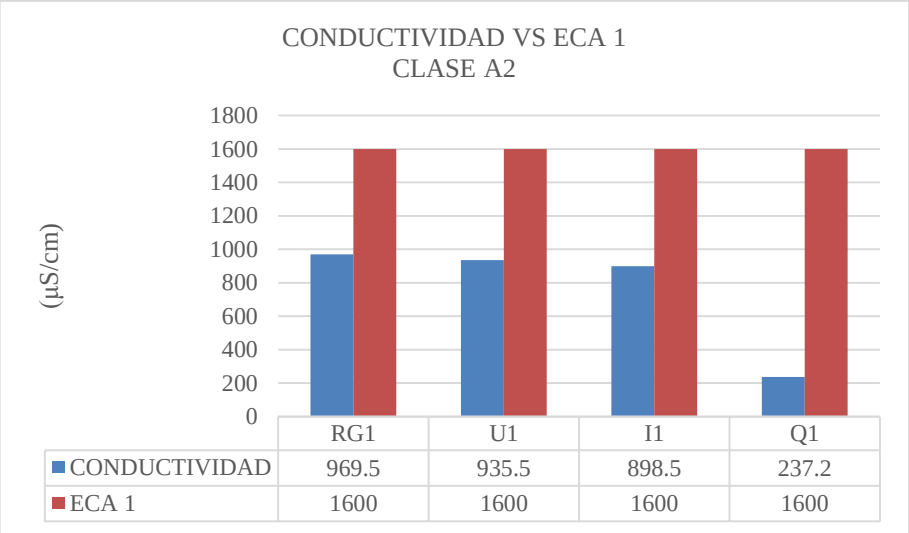

Figura 231 Resultados de Conductividad VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 256

Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD	969.5	935.5	898.5	237.2
ECA 1	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.106. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de Turbidez en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 257

Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
TURBIDEZ	3.52	3.27	3.3	0.79
ECA 1	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

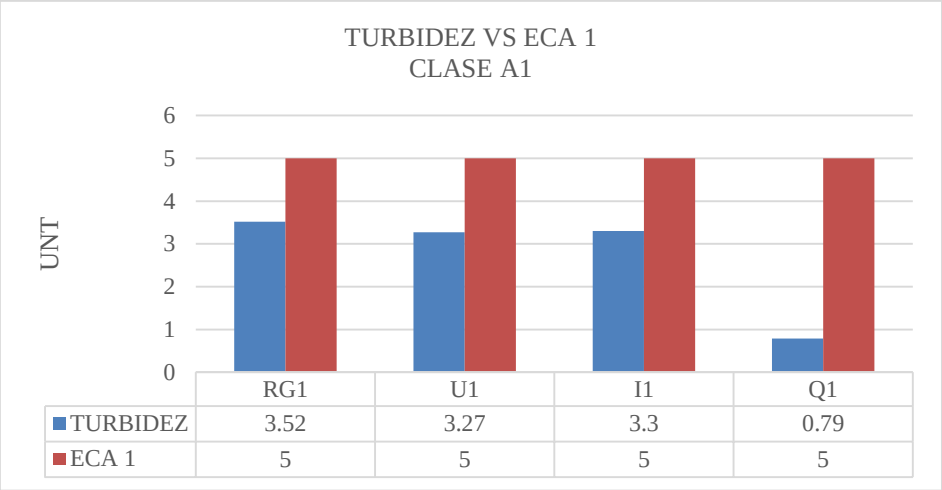

Figura 232 Resultados de Turbidez VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 258

Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
TURBIDEZ	3.52	3.27	3.3	0.79
ECA 1	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia

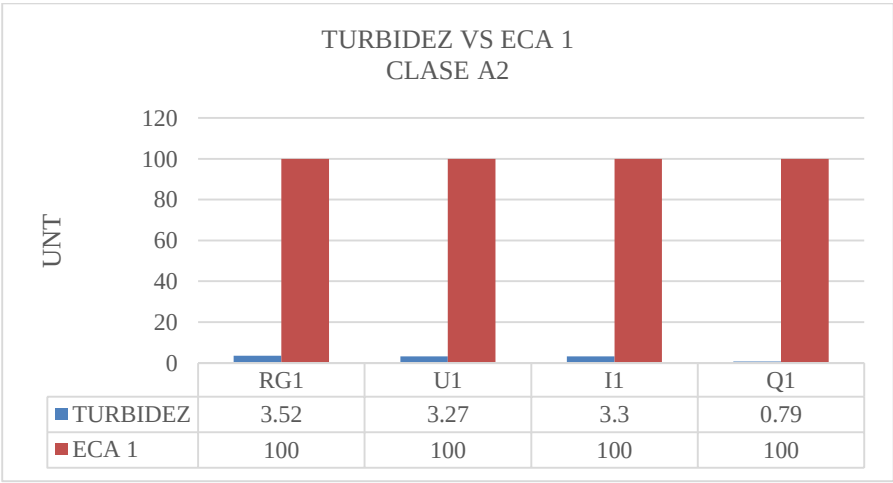

Figura 233 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 259

Resultados de la concentración de Turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
TURBIDEZ	3.52	3.27	3.3	0.79
ECA 1	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE PRIMEROS RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOS CON EL ECA III (POBLACIONAL Y RECREACIONAL) CATEGORIA A

3.107. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de pH en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 260

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
pH	6.5	6.5	6.5	6.5
ECA 3	6.82	6.83	6.99	7.37
pH	8.5	8.5	8.5	8.5

Fuente: Elaboración Propia

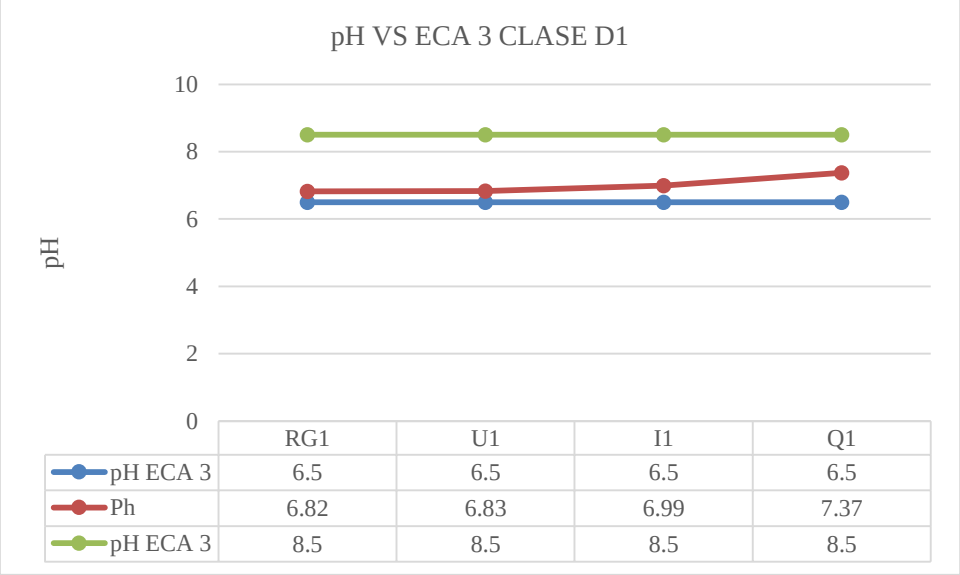

Figura 234 Resultados de pH VS ECA I Clase D1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 261

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
pH	6.5	6.5	6.5	6.5
ECA 3	6.82	6.83	6.99	7.37
pH	8.4	8.4	8.4	8.4

Fuente: Elaboración Propia

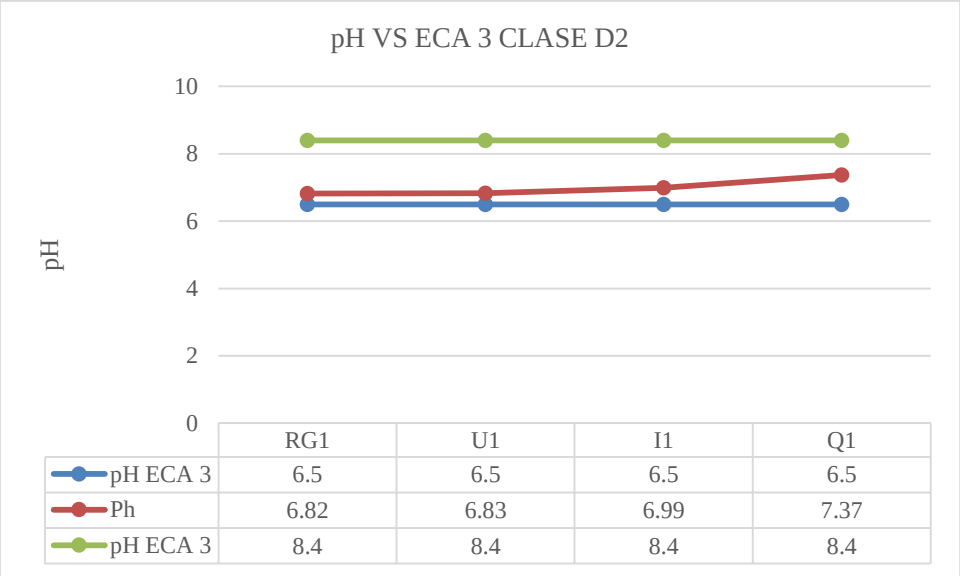

Figura 235 Resultados de pH VS ECA III Clase D2.
Fuente: Elaboración Propia

3.108. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de conductividad en el punto de muestreo RG1, U1, I1 y Q1 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA III – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 262

Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D1.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD	969.5	935.5	898.5	237.2
ECA 3	2500	2500	2500	2500

Fuente: Elaboración Propia

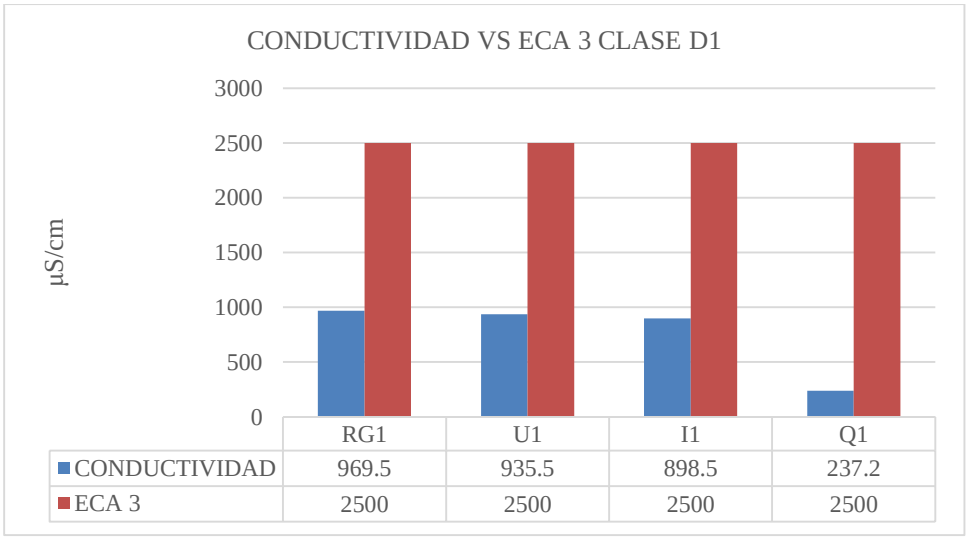

Figura 236 Resultados de Conductividad VS ECA III Clase D1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 263

Resultados de la concentración de Conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA III – Clase D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD	969.5	935.5	898.5	237.2
ECA 3	5000	5000	5000	5000

Fuente: Elaboración Propia

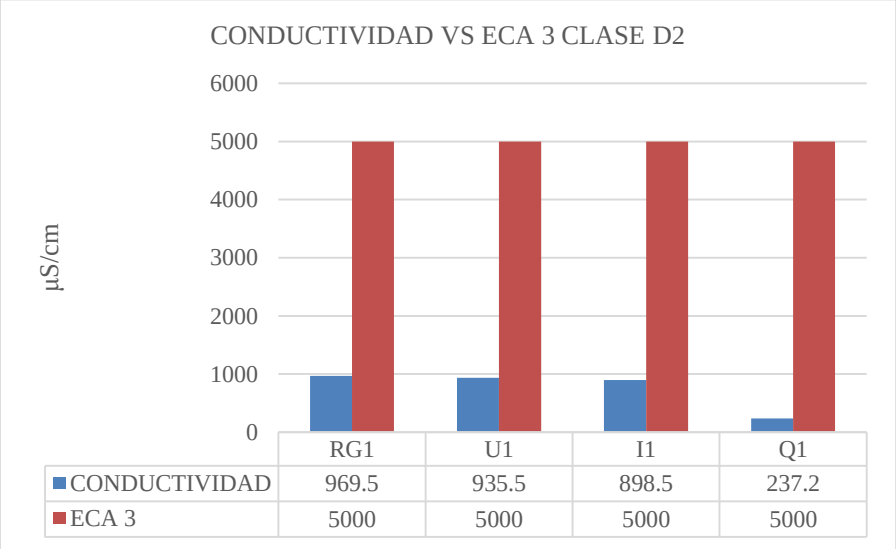

Figura 237 Resultados de Conductividad VS ECA III Clase D2.
Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE SEGUNDOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOS CON EL ECA I (POBLACIONAL Y RECREACIONAL) CATEGORIA A

3.109. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de pH en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 264

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ECA 1	6.5	6.5	6.5	6.5
pH	6.60	6.96	6.83	6.91
ECA 1	8.5	8.5	8.5	8.5

Fuente: Elaboración Propia

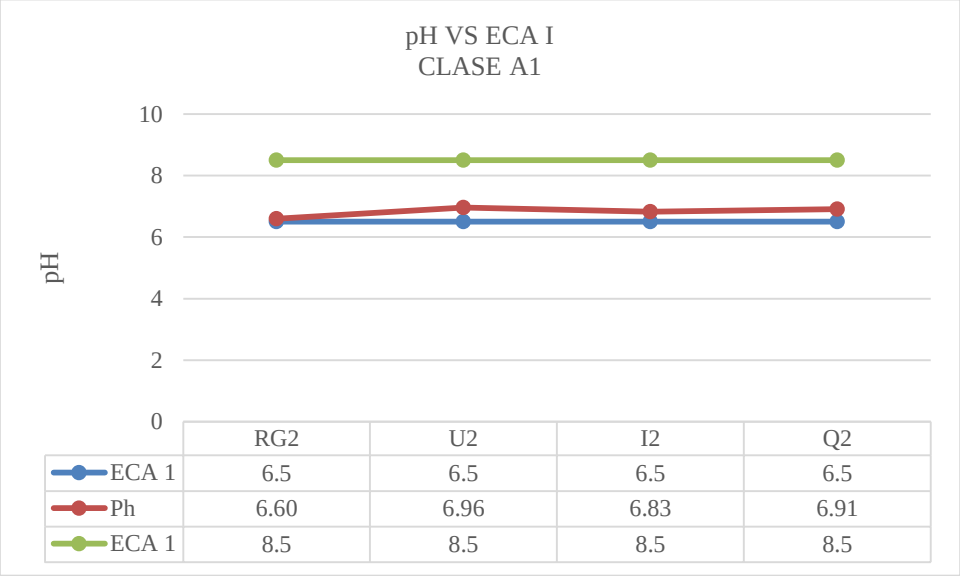

Figura 238 Resultados de pH VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 265

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ECA 1	5.5	5.5	5.5	5.5
pH	6.60	6.96	6.83	6.91
ECA 1	9	9	9	9

Fuente: Elaboración Propia

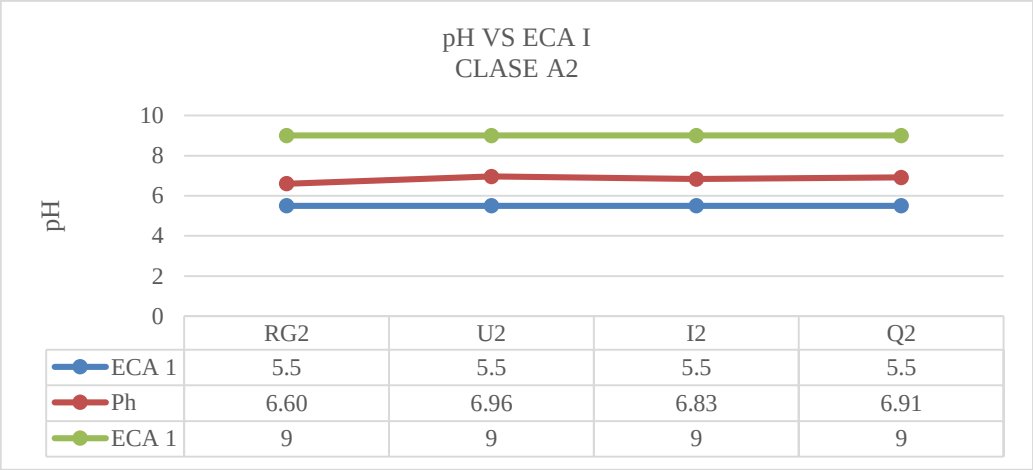

Figura 239 Resultados de pH VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 266

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ECA 1	5.5	5.5	5.5	5.5
pH	6.60	6.96	6.83	6.91
ECA 1	9	9	9	9

Fuente: Elaboración Propia

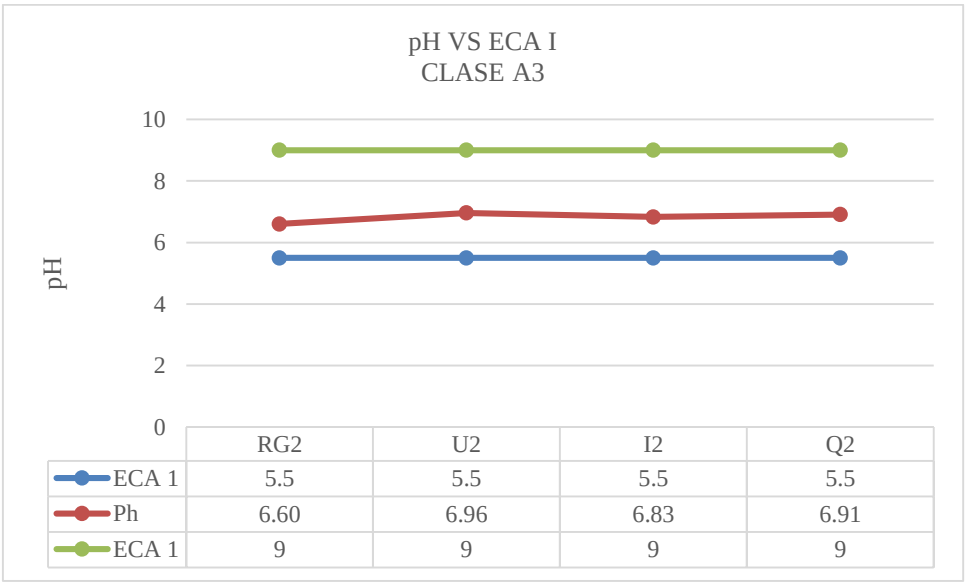

Figura 240 Resultados de pH VS ECA I Clase A3.
Fuente: Elaboración Propia

3.110. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de turbidez en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 267

Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
TURBIDEZ	2.77	8.62	7.04	6.30
ECA 1	5	5	5	5

Fuente: Elaboración Propia

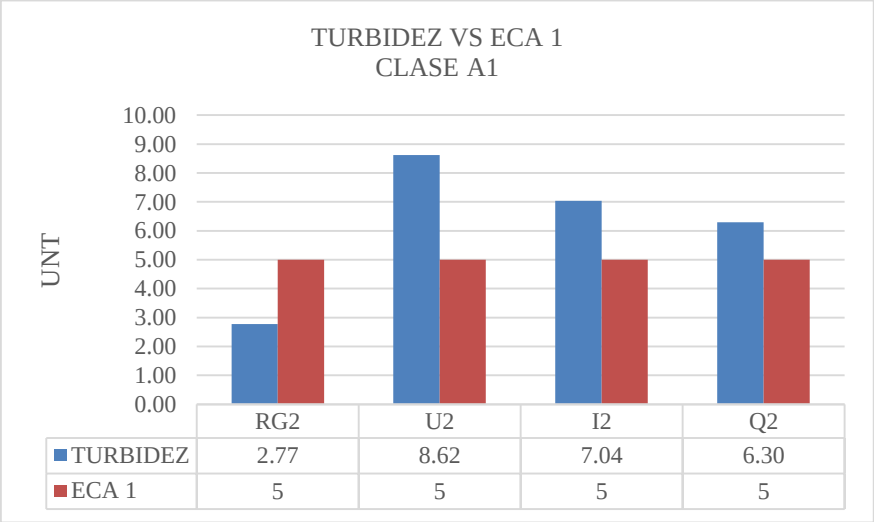

Figura 241 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 268

Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
TURBIDEZ	2.77	8.62	7.04	6.30
ECA 1	100	100	100	100

Fuente: Elaboración Propia

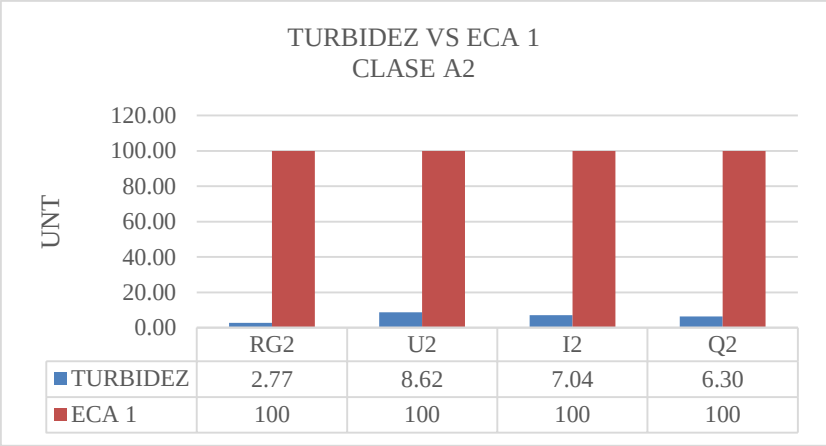

Figura 242 Resultados de turbidez VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 269

Resultados de la concentración de turbidez en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
TURBIDEZ	2.77	8.62	7.04	6.30
ECA 1	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

3.111. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de conductividad en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 270

Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD	855.5	714.5	765.5	769.0
ECA 1	1500	1500	1500	1500

Fuente: Elaboración Propia

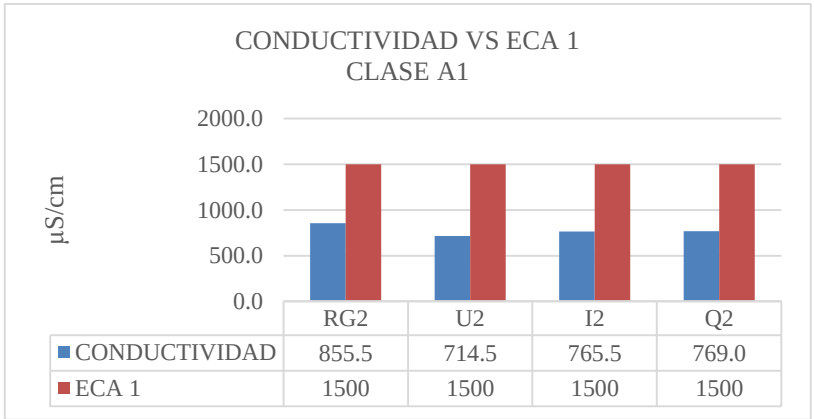

Figura 243 Resultados de conductividad VS ECA I Clase A1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 271

Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD	855.5	714.5	765.5	769.0
ECA 1	1600	1600	1600	1600

Fuente: Elaboración Propia

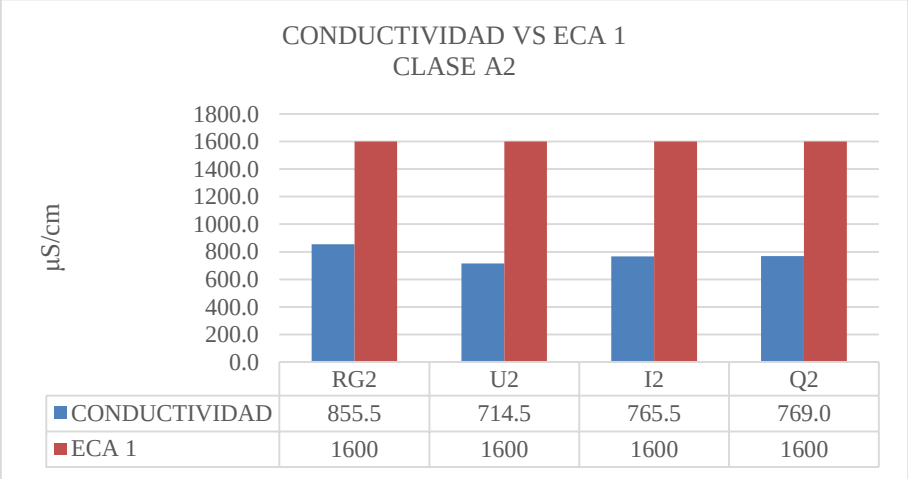

Figura 244 Resultados de conductividad VS ECA I Clase A2.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 272

Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A3.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD	855.5	714.5	765.5	769.0
ECA 1	**	**	**	**

Fuente: Elaboración Propia

COMPARACIÓN DE SEGUNDO ANALISIS DE RESULTADOS DE PARÁMETROS FISICOS CON EL ECA III (POBLACIONAL Y RECREACIONAL) CATEGORIA A

3.112. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de pH en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 273

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase A1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
pH	6.5	6.5	6.5	6.5
ECA 3	6.6	6.96	6.83	6.91
pH	8.5	8.5	8.5	8.5

Fuente: Elaboración Propia

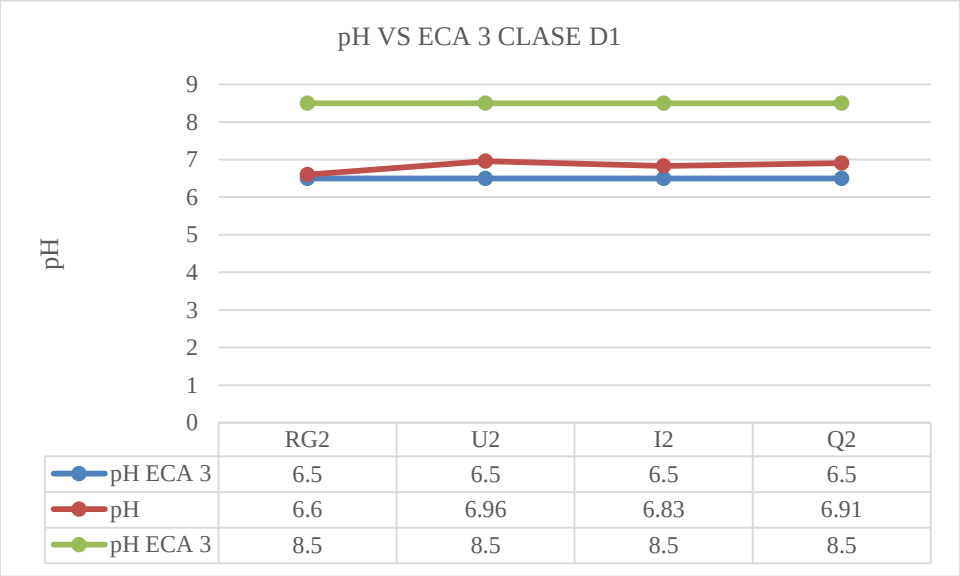

Figura 245 Resultados de pH VS ECA I Clase D1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 274

Resultados de la concentración de pH en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D2.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
pH	6.5	6.5	6.5	6.5
ECA 3	6.82	6.83	6.99	7.37
pH	8.4	8.4	8.4	8.4

Fuente: Elaboración Propia

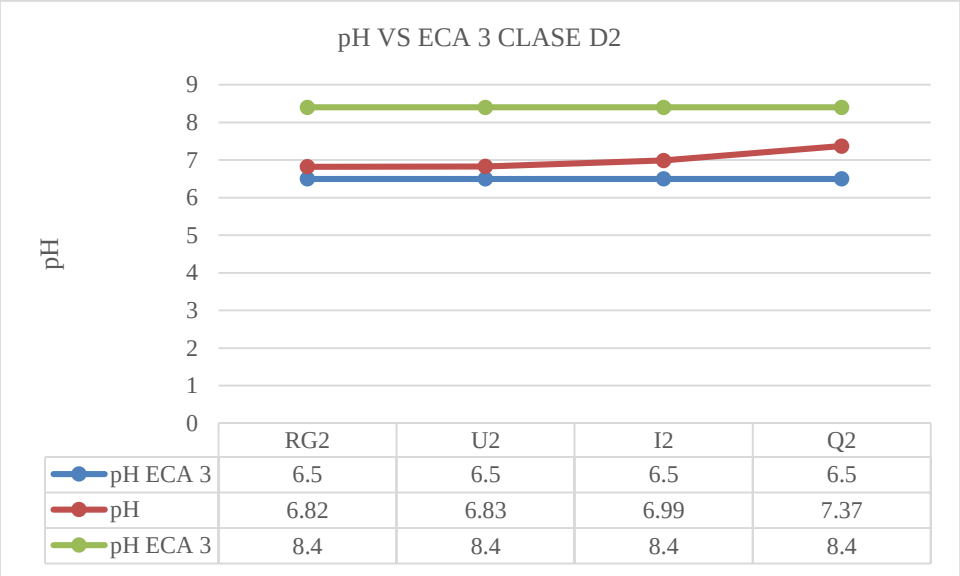

Figura 246 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D2.
Fuente: Elaboración Propia

3.113. Resultados de análisis de parámetros físicos de la concentración de conductividad en el punto de muestreo RG2, U2, I2 y Q2 en el Río Grande y la Quebrada Quishuar, comparados con el ECA I – Categoría A, Clase A1, A2, A3.

Tabla 275

Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D1.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD	855.5	714.5	765.5	769
ECA 3	2500	2500	2500	2500

Fuente: Elaboración Propia

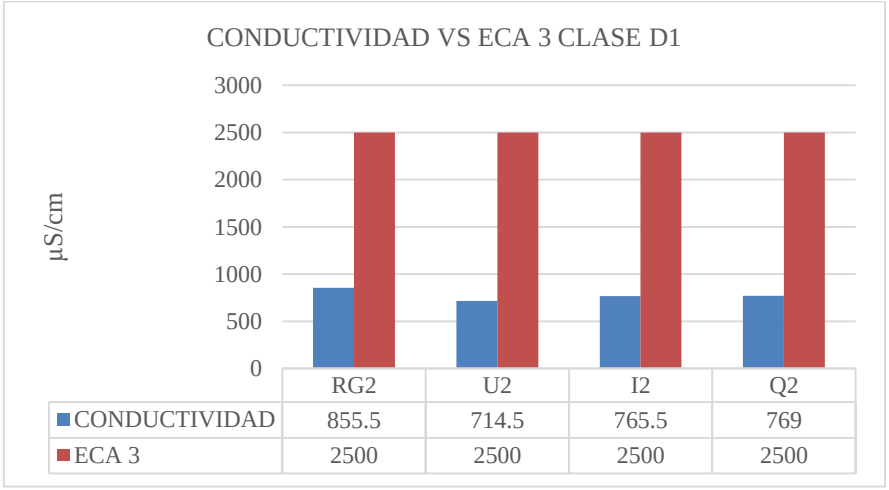

Figura 247 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D1.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 276

Resultados de la concentración de conductividad en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I – Clase D2.

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD	855.5	714.5	765.5	769
ECA 3	5000	5000	5000	5000

Fuente: Elaboración Propia

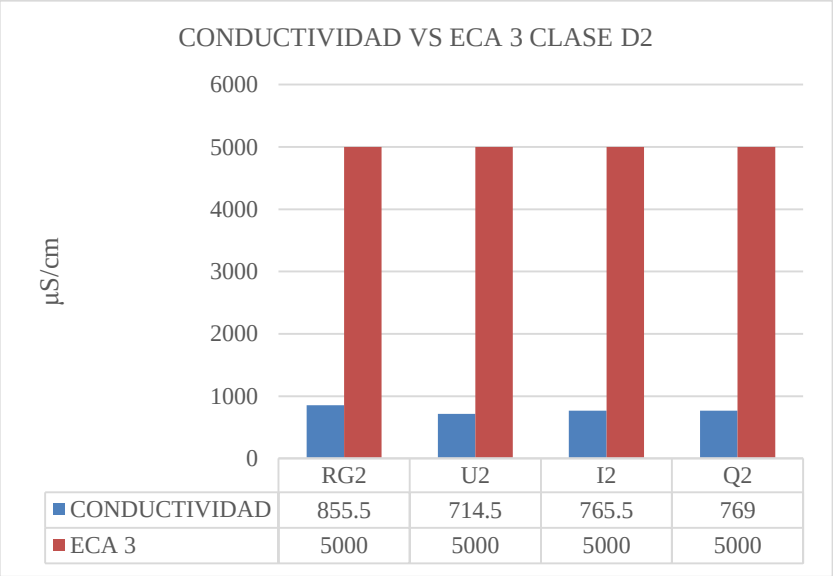

Figura 248 Resultados de conductividad VS ECA I Clase D2.
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- Al evaluar los resultados obtenidos del pH, para el análisis de agua en época de sequía y época de lluvia y al compararlo con el ECA I clase A1, A2 y A3; podemos observar que los valores para el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por el ECA I, por ello esta agua puede ser potabilizada con desinfección, tratamiento convencional y tratamiento avanzado; para el ECA III de igual manera los resultados son favorables e indican que esta puede ser usada para riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados obtenidos de la turbidez, para el análisis de agua en época de sequía observamos que los limites se encuentran dentro de los límites establecidos por el ECA I clase A1, A2, sin embargo, para la época de lluvia los valores de la turbidez son más elevados en tres puntos de muestreo sobrepasando los límites establecidos por el ECA I clase A1 por lo que no se recomienda su potabilización solo por desinfección, se recomienda usar tratamientos convencionales y tratamientos avanzados, ya que para el ECA I clase A2 los valores están dentro de los límites establecidos. Los resultados obtenidos de la propiedad física de conductividad, para el análisis de agua en época de sequía y época de lluvia al compararlo con el ECA I para las clases A1 y A2; se encuentra dentro de los límites establecidos, estos resultados son favorables e indican que el agua de estos puntos pueden ser potabilizadas con desinfección y por tratamiento convencional; para el ECA III de igual manera los resultados son favorables e indican que esta puede ser usada para riego de vegetales y bebida de animales, se asemeja con la investigación realizada por Nieves en el año 2015, quien concluye que los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encentran dentro de los límites establecidos en los

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua, según el DS 004-2017-MINAM.

- Al caracterizar el agua en el primer muestreo durante la época de sequía, se observa en la tabla 5 y figura 3, que se registra una concentración de aluminio (Al) con una valor de 5.883 mg /L en el punto de muestreo RG1, el Al en el punto U1 registra un valor de 5.457 mg /L, el Al en el punto I1 registra un valor de 5.147 mg / L, en el punto Q1 el Al, registra un valor de 0.269 mg/L, la concentración de este metal se encuentra por encima del ECA- categoría 1 en 4.983 mg/L para el punto RG1, en el punto U1 este metal está por encima del ECA en 4.557 mg /L, en el punto I1 este metal está por encima del ECA categoría 1- clase A1 en 4.247 mg/L, en el punto Q1 está por debajo del ECA sub categoría 1- clase A1 en 0.631 mg/ L. Los resultados de los demás metales como, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, U, Zn, están dentro de los ECAS.

  En la tabla N°6 y en la figura N°4 se observa que en el primer muestreo, se registra una concentración de aluminio (Al) con una valor de 5.883 mg/L en el punto de muestreo RG1, el Al en el punto U1 registra un valor de 5.457 mg /L, el Al en el punto I1 registra un valor de 5.147 mg / L, en el punto Q1 el Al, registra un valor de 0.269 mg/L, la concentración de este metal se encuentra por encima del ECA- categoría 1 – Clase A2 y A3 en 0.883 mg/L para el punto RG1, en el punto U1 este metal está por encima del ECA en 0.457 mg /L, en el punto I1 este metal está por encima del ECA categoría 1- clase A2 en 0.147 mg/L, en el punto Q1 está por debajo del ECA categoría 1- clase A en 4.731 mg/ L.

  Al caracterizar el agua en el primer muestreo durante la época de sequía, se observa en la tabla 30 y figura 29, que se registra una concentración de Hierro (Fe) con una

valor de 0.345 mg /L en el punto de muestreo RG1, el Fe en el punto U1 registra un valor de 0.343 mg /L, el Fe en el punto I1 registra un valor de 0.343 mg / L, en el punto Q1 el Fe, registra un valor de 0.094 mg/L, la concentración de este metal se encuentra por encima del ECA- categoría 1, clase A1, en 0.045 mg/L para el punto RG1, en el punto U1 este metal está por encima del ECA en 0.043 mg /L, en el punto I1 este metal está por encima del ECA categoría 1- clase A1 en 0.043 mg/L, en el punto Q1 está por debajo del ECA sub categoría 1- clase A1 en 0.206 mg/ L. Los resultados de los demás metales como, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, U, Zn, están dentro de los ECAS.

En la tabla N°31 y en la figura N°30 se observa que en el primer muestreo, se registra una concentración de Hierro (Fe), que está por debajo de los límites establecidos por el ECA sub categoría 1, Clase A2 y A3; por lo que esta agua es recomendable por tratamiento convencional y tratamiento avanzado.

Los resultados de nuestra investigación, contrastan con los de Alvarez G. 2016, que en su investigación concluye diciendo: en el tiempo de sequía la concentración del Arsénico (As), registra el valor de 0.040 mg/L de la muestra P1 en el Río San Pablo frente a la Mina Paredones, el As en la muestra P3 registra 0.050 mg/L y en la muestra P5 es de 0.030 mg/L; la concentración de este metal en estos puntos se encuentra bajo los límites del ECA - Categoría 3 /D1 y D2.

- Al caracterizar el agua en el segundo muestreo durante la época de lluvia, se observa en la tabla 89 y figura 77 que, se registra una concentración de aluminio (Al) con una valor de 1.115 mg / l en el punto de muestreo RG2, el Al en el punto U2 registra un valor de 0.900 mg /L, el Al en el punto I2 registra un valor de 0.830 mg / L, en el

punto Q2 el Al, registra un valor de 0.906 mg/L, la concentración de este metal se encuentra por encima del ECA - categoría 1 en 1.115 mg/L para el punto RG2. Los resultados de los demás metales como, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, U, Zn, están dentro de los ECAS.

En la tabla 90 y en la figura 78 se observa que en el segundo muestreo, se registra una concentración de aluminio (Al) que está por debajo del ECA categoría 1- clase A2 y también en la clase A3.

Al caracterizar el agua en el segundo muestreo para el ECA I - subcategoría A, clase A1 se puede observar que el valor del hierro solo está por encima del límite del ECA en un punto de muestreo que es el U2. Sin embargo, parla clase A2 y A3 este valor está por debajo por lo que esta agua es recomendable por tratamiento convencional y tratamiento avanzado.

Los resultados de nuestra investigación también contrastan con los de Alvarez G. 2016, que en su investigación concluye que en tiempo de lluvia la concentración del Arsénico (As), registra el valor de 0.012 mg/L de la muestra P1, el As en la muestra P3 registra 0.015 mg/L y en la muestra P5 es de 0.009 mg/L; la concentración de este metal en estos puntos se encuentra bajo los límites del ECA - Categoría 3 /D1 y D2.

- Al comparar los resultados de los monitoreos del agua, tenemos que en RG1, el Aluminio tiene valores elevados en tiempo de sequía comparados con el ECA (5.883 mg/L vs 0.900 mg/L); de igual manera sucede en tiempo de lluvias (1,115 mg/L vs 0.900 mg/L), así mismo el Hierro (Fe) en época de sequía tiene valores elevados comparados con el ECA (0.345 mg/L vs 0.3 mg/L) de igual manera en época de lluvia solo en el punto U2 (0.350 mg/L vs 0.3 mg/L). Los resultados de los demás

metales como, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Cu, Cr, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, U, Zn, están dentro de los ECAS. De igual manera la comparación realizada de nuestra investigación, se asemeja con la investigación realizada por Alvarez G. en el año 2016, quién concluye lo siguiente: en la prueba de hipótesis 1 - Arsénico (As), se tiene que la concentración de As en el río San Pablo, según el ECA, en tiempo de sequía, es mayor a la concentración en tiempos de lluvia (H1); por tanto H1: $\mu s > \mu LL$ y $\alpha = 0.05$, obteniendo como valor de significancia $p = 0.217$, el cual es menor a $\alpha=0.05$, por lo que nos permite aceptar la hipótesis alternativa de que la concentración de Arsénico en el río San Pablo, según el ECA, en tiempo de sequía, es mayor a la concentración en tiempos de lluvia.

- Se determinó que en el punto de muestreo "RG" existe una ligera contaminación para la época de sequía, se observa que existe mayor concentración de aluminio que comparándolo con el ECA I para las clases de tipo A1, A2, A3 esta agua no es apta para ser potabilizada, ya que sus valores exceden para las 3 clases; para el ECA III de igual manera los valores de aluminio son altos, por lo que no es recomendable para riego de vegetales y bebida de animales. En la época de lluvia se observa que el nivel de concentración de aluminio ha disminuido, debido a que se ha diluido por el incremento en el caudal de agua, sin embargo para la clase A1 excede en 0.215 mg/L, para la clase A2 y A3 está por debajo del ECA, por lo que si se recomendaría su uso y esta podría ser potabilizada por tratamiento convencional y tratamiento avanzado. Para el ECA III si es recomendable para el riego de vegetales y bebida de animales ya que sus valores están por debajo de esta.

Se determinó que en el punto de muestreo "U" existe una ligera contaminación para la época de sequía, se observa que existe mayor concentración de aluminio que comparándolo con el ECA I para las clases de tipo A1, A2, A3 esta agua no es apta para ser potabilizada, ya que sus valores exceden para las 3 clases; para el ECA III de igual manera los valores de aluminio son altos por lo que no es recomendable para riego de vegetales y bebida de animales. En la época de lluvia se observa que el nivel de concentración de aluminio ha disminuido, debido a que se ha diluido por el incremento en el caudal de agua, para la clase A1, A2 y A3 está por debajo del ECA, por lo que si se recomendaría su uso y esta podría ser potabilizada por desinfección, tratamiento convencional y tratamiento avanzado. Para el ECA III si es recomendable para el riego de vegetales y bebida de animales ya que sus valores están por debajo de esta.

Se determinó que en el punto de muestreo "I" existe una ligera contaminación para la época de sequía, se observa que existe mayor concentración de aluminio que comparándolo con el ECA I para las clases de tipo A1, A2, A3 esta agua no es apta para ser potabilizada ya que sus valores exceden para las 3 clases; para el ECA III de igual manera los valores de aluminio son altos por lo que no es recomendable para riego de vegetales y bebida de animales. En la época de lluvia se observa que el nivel de concentración de aluminio ha disminuido, debido a que se ha diluido por el incremento en el caudal de agua, para la clase A1, A2 y A3 está por debajo del ECA, por lo que si se recomendaría su uso y esta podría ser potabilizada por desinfección, tratamiento convencional y tratamiento avanzado. Para el ECA III si es recomendable para el riego de vegetales y bebida de animales ya que sus valores están por debajo de esta.

Se determinó que en el punto de muestreo "Q" no existe contaminación para la época de sequía, se observa que los valores obtenidos de aluminio están por debajo del ECA I para las clases de tipo A1, A2, A3 por lo que sería apta para ser potabilizada por desinfección, tratamiento convención y tratamiento avanzado; para el ECA III de igual manera los valores de aluminio son bajos por lo que es recomendable para riego de vegetales y bebida de animales. En la época de lluvia se observa que el nivel de concentración de aluminio no supera los límites permitidos por el ECA, por lo que si se recomendaría su uso y esta podría ser potabilizada por desinfección, tratamiento convencional y tratamiento avanzado. Para el ECA III si es recomendable para el riego de vegetales y bebida de animales ya que sus valores están por debajo de esta. Los resultados de nuestra investigación también se asemejan con los de Álvarez G. 2016, quién concluye lo siguiente: luego de su comparación con los límites establecidos con el ECA, que no existe contaminación en el río San Pablo, concluyendo que en tiempo de sequía y lluvia no existe contaminación por As, Cu, Fe, Pb, Zn en el río San Pablo.

4.2 Conclusiones

Se evaluó el nivel de contaminación, presencia de metales, pH, conductividad y turbidez de agua, basándose en las características físico-químicas, tomando 4 muestras de agua en un primer análisis y otras 4 en segundo análisis en el Río Grande y la Quebrada Quishuar; reportadas luego por el laboratorio Regional del Agua, por lo que se concluye que hay una ligera contaminación por el Aluminio y el Hierro que excede el ECA. En época de sequía la turbidez, el pH y la conductividad del agua se encuentra dentro de los límites establecidos por el ECA I y las tres clases, con las que estamos realizando la comparación, las características y valores de estas tres propiedades son favorables, por lo tanto el agua en este tiempo puede ser destinada a la producción de agua potable, y esta podría ser tratada por desinfección, por tratamiento convencional y por tratamiento avanzado. De igual manera se concluye que en época de sequía el pH y la conductividad del agua se encuentra dentro de los límites establecidos por el ECA III y las dos clases, con las que estamos realizando la comparación, las características y valores de estas dos propiedades son favorables, por lo tanto el agua en este tiempo puede ser destinada para el riego de vegetales y para el consumo de animales. Así mismo, en época de lluvia la turbidez no se encuentra dentro de los límites establecidos para el ECA I clase A1, ya que excede en tres de los puntos de muestreo por lo tanto no sería recomendable realizar un tratamiento solo de desinfección para la potabilización de esta agua, sería preferible realizar un tratamiento convencional o un tratamiento avanzado puesto que los valores de la turbidez, el pH y la conductividad del agua que estos encuentran dentro de los límites establecidos por el ECA I y las clases A2 Y A3, con las que estamos realizando la comparación. También, se concluye que en época de lluvia el pH y la conductividad del agua se encuentra dentro de los límites establecidos por el ECA III

y las dos clases, con las que estamos realizando la comparación, las características y valores de estas dos propiedades son favorables, por lo tanto el agua en este tiempo puede ser destinada para el riego de vegetales y para el consumo de animales.

La caracterización de las aguas de la Quebrada Quishuar y Río Grande, muestran que dentro de los resultados obtenidos del análisis físico no se tiene ningún tipo de excesos de valores con respecto a ECA; por otro lado en el análisis químico se tiene valores que exceden en el aluminio y hierro tanto en las épocas de sequía como de lluvia.

Se comparó los resultados con el ECA según la legislación vigente (DS 004-2017-MINAM) concluyendo que la calidad del agua del Río Grande y la Quebrada Quishuar, el pH y otros elementos se mantienen dentro del ECA, a diferencia de algunos elementos como tenemos el aluminio, que su ECA es de 0.900 pero este excede en un primer análisis con 5.883 y en segundo análisis con 1. 115 excepto en la quebrada Quishuar que está por debajo del ECA. Así mismo, en hierro el límite es de 0.3 en el primer análisis en la clase A1 está por 0.345 y en el segundo análisis esta con 0.220.

Se determinó que en el punto "RG" hay contaminación de aluminio en la época de sequía puesto que sus valores exceden a los límites establecidos por el ECA I y ECA III, en época de lluvia se determinó que hay contaminación solo para el ECA I, clase A1.

Se determinó que en el punto "U" hay contaminación de aluminio en la época de sequía puesto que sus valores exceden a los límites establecidos por el ECA I y ECA III, en época de lluvia se determinó que no hay contaminación.

Se determinó que en el punto "I" hay contaminación de aluminio en la época de sequía puesto que sus valores exceden a los límites establecidos por el ECA I y ECA III, en época de lluvia se determinó que no hay contaminación.

Se determinó que en el punto "Q" no hay contaminación de aluminio en la época de sequía ni en la época de lluvia puesto que sus valores no exceden a los límites establecidos por el ECA I y ECA III.

REFERENCIAS

Alvarez Sangay, G. (2016). *Medición de las propiedades geoquímicas del drenaje de agua subterránea del nivel 6 y del relave del pasivo ambiental de la mina paredones y su contaminación en el río san pablo - san bernardino - marzo 2016.*

Pamo, E. L., Aduvire, O., & Barettino, D. (2006). *Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina*: *estado actual y perspectivas de futuro*. Boletín Geológico y minero, 113, 3-21.

Rodríguez, R., Oldecop, L., Linares, R., & Salvador, V. (2012). *Los grandes desastres medioambientales producidos por la actividad minero-metalúrgica a nivel mundial: causas y consecuencias ecológicas y sociales.* Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 12(24), 7-25.

Yacoub López, C. (2007). *Identificación y cuantificación de los efectos y consecuencias de los impactos ambientales generados por la minería de extracción de oro por lixiviación de cianuro.* Caso Minería Yanacocha SRL, en Cajamarca, Perú.

Campanario, c. D. R. (2006). *Implementación de un biomonitoreo participativo de calidad de agua para la sostenibilidad social y ambiental.*

Kuramoto, J. R. (2000). *Las aglomeraciones productivas alrededor de la minería: el caso de la Minera Yanacocha, SA*. CEPAL.

De Echave, J., Diez, A., Revesz, B., Huber, L., Tanaka, M., & Ricard Lanata, X. (2009). *Minería y conflicto social*. Lima.

Gutiérrez-Ruiz, M., Romero, F. M., & González-Hernández, G. (2007). Suelos y sedimentos afectados por la dispersión de jales inactivos de sulfuros metálicos en la zona minera de Santa Bárbara, Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, *24*(2), 170184.

Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Índices de Calidad de Agua en fuentes superficiales utilizadas en la Producción de Agua para Consumo Humano: Una Revisión Crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*,*8* (15), 79-94.

Moran, R. (2001). Aproximaciones al costo económico de impactos ambientales en la minería. *Revista Ambiente y Desarrollo*, *17*(1).

Banks, D., Younger, P. L., Arnesen, R. T., Iversen, E. R., & Banks, S. B. (1997). *Minewater chemistry: the good, the bad and the ugly. Environmental Geology*, 32(3), 157-174.

Bebbington, A., & Williams, M. (2008). *Water and mining conflicts in Peru.* Mountain Research and Development, 28(3), 190-195.

Florea, R. M., Stoica, A. I., Baiulescu, G. E., & Capotă, P. (2005). Water pollution in gold mining industry: a case study in Roşia Montană district, Romania. *Environmental Geology*, *48*(8), 1132-1136.

Luís, A. T., Teixeira, P., Almeida, S. F. P., Ector, L., Matos, J. X., & Da Silva, E. F. (2009). Impact of acid mine drainage (AMD) on water quality, stream sediments and periphytic diatom communities in the surrounding streams of Aljustrel mining area (Portugal). *Water, air, and soil pollution*, *200*(1-4), 147-167.

Achterberg, E. P., Herzl, V. M., Braungardt, C. B., & Millward, G. E. (2003). *Metal behaviour in an estuary polluted by acid mine drainage: the role of particulate matter.* Environmental Pollution, 121(2), 283-292.

Hilson, G. (2000). *Pollution prevention and cleaner production in the mining industry*: an analysis of current issues. Journal of Cleaner Production, 8(2), 119-126.

ANEXOS

ANEXO N° 1 Resultados de análisis Químicos de San Quintín

	pH	Hg (ppb)	As (ppm)	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
SQ-4	2.2	65,764488	< l. d.	24,049	70,103	1,0127	1.554,8
SQ-15	7.1	No datos	< l. d.	0,55178	2,1858	41,326	110,88
SQ-35	5.28	1,537364	< l. d.	1,3150	0,72494	4,1035	217,05
SQ-41	3.61	27,362186	< l. d.	2,5651	2,0465	3,0966	388,69
SQ-46	2.49	87,47089	< l. d.	30,942	50,589	1,3793	1.550,6
SQ-51	5.20	0	< l. d.	1,2303	0,39920	3,9590	185,30

Fuente: Madrigal. 2005

ANEXO N° 2 Parámetros físico - químicos in situ en la cuenca del río Tablachaca

Punto de muestreo / Parámetro	Valoración							
	Punto 1	**Punto 2**	**Punto 3**	**Punto 4**	**Punto 5**	**Punto 6**	**Punto 7**	**Punto 8**
pH	8	7.3	7.4	7.4	6.7	6.6	8	7.7
Nitrato (mg/L)	1.6	0.6	0	0.1	1.4	0.6	0.5	0
Nitrito LR (mg/L)	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Fosfato (mg/L)	15.5*	11.1*	- - -	- - -	- - -	33.0*	33.0*	- - -
Cromo VI HR (µg/L)	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	23	- - -	- - -
Aluminio (mg/L)	- - -	- - -	- - -	0.16	0	- - -	- - -	- - -

(- - -) estos parámetro no se lograron medir
(*) Valores que están sobre el límite permisible establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

Fuente: Nieves, 2015

INFORMÁTICA Y COMUNICACIÓ

ANEXO N° 3 Registro de Parámetros de la Estación 1 Moronacocha

Parámetro	ECA Agua (D.S. 015-2015-MINAM)	Estación 1		
		1° Muestreo (27/04/16)	2° Muestreo (27/05/16)	3° Muestreo (10/06/16)
Transparencia (cm)	-	133	98	107
Temperatura (°C)	**Δ 3**	27.5	27	26
Potencial de Hidrógeno (pH)	**6.5 a 9.0**	5.5	5.0	5.0
Oxígeno Disuelto (mg/L)	**≥5**	4.0	3.8	6.2
Conductividad (uS/cm)	**1000**	40	40	30
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	-	20	20	20
Turbidez (NTU)	-	4.63	6.94	7.00
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	**≤25**	34.76	52.05	52.50
Nitratos (NO3-) (mg/L)	**13**	-	-	-
Amoniaco (mg/L)	**1.9**	0.2	0.2	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) (mg/L)	**5**	1.8	2.0	2.2
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	**1000**	240	33	110

Fuente: Minaya, 2017

ANEXO N° 4 Registro de Parámetros de la Estación 2 Moronacocha

Parámetro	Estándar de Calidad de Agua (D.S. 015-2015-MINAM)	Estación 2		
		1° Muestreo (27/04/16)	2° Muestreo (27/05/16)	3° Muestreo (10/06/16)
Transparencia (cm)	-	122	105	104
Temperatura (°C)	**Δ 3**	27.5	27	26
Potencial de Hidrógeno (pH) ($1x10^{-n}$ H^+)	**6.5 a 9.0**	5.5	5.0	5.0
Oxígeno Disuelto (mg/L)	**≥5**	4.0	4.4	5.8
Conductividad (uS/cm)	**1000**	20	40	10
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	-	10	20	5
Turbidez (NTU)	-	5.53	6.36	6.71
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	**≤25**	41.48	47.70	50.36
Nitratos (NO3-) (mg/L)	**13**	-	1.0	-
Amoniaco (mg/L)	**1.9**	0.4	0.2	0.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) (mg/L)	**5**	2.0	2.0	2.0
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	**1000**	>1600	130	920

Fuente: Minaya, 2017

ANEXO N° 5 Formato de recolección de datos en los puntos de muestreo y el comparativo del ECA I y ECA III.

- Formato de recolección de datos de concentración de metales en época de sequía y época de lluvia.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ALUMINIO				
ECA				

Fuente: Elaboración Propia

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ALUMINIO				
ECA				

Fuente: Elaboración Propia

- Formato de recolección de datos de concentración de metales en ambas épocas de sequía y lluvia.

MUESTRA	RG	U	I	Q
HIERRO 1				
ECA				
HIERRO 2				

Fuente: Elaboración Propia

- Formato de recolección de datos para pH en época de sequía y época de lluvia.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
ECA 1				
pH				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
ECA 1				
pH				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

- Formato de recolección de datos para turbidez en época de sequía y época de lluvia.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
TURBIDEZ				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
TURBIDEZ				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

- Formato de recolección de datos para conductividad en época de sequía y época de lluvia.

MUESTRA	RG1	U1	I1	Q1
CONDUCTIVIDAD				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

MUESTRA	RG2	U2	I2	Q2
CONDUCTIVIDAD				
ECA 1				

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 6 Resumen del cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 1

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	A1	A2	A3
			Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS	Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de Ph	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
	Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
	Turbiedad	UNT	5	100	**
QUIMICOS INORGANICOS	Aluminio	mg/L	0,9	5	5
	Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
	Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
	Bario	mg/L	0,7	1	**
	Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
	Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
	Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
	Cobre	mg/L	2	2	2
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
	Hierro	mg/L	0,3	1	5
	Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
	Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
	Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
	Níquel	mg/L	0,07	**	**
	Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
	Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
	Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
	Zinc	mg/L	3	5	5

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

ANEXO N° 7 Resumen del cuadro de los estándares de calidad ambiental categoría 3

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
			Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS	Conductividad	(µS/cm)	2 500		5000
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
	Sólidos Disueltos Totales	mg/L			
	Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
	Turbiedad	UNT			
QUIMICOS INORGANICOS	Aluminio	mg/L	5		5
	Arsénico	mg/L	0,1		0,2
	Bario	mg/L	0,7		**
	Berilio	mg/L	0,1		0,1
	Boro	mg/L	1		5
	Cadmio	mg/L	0,01		0,05
	Cobre	mg/L	0,2		0,5
	Cobalto	mg/L	0,05		1
	Cromo Total	mg/L	0,1		1
	Hierro	mg/L	5		**
	Litio		2,5		2,5
	Magnesio	mg/L	**		250
	Manganeso		0,2		0,2
	Mercurio	mg/L	0,001		0,01
	Níquel	mg/L	0,2		1
	Plomo	mg/L	0,05		0,05
	Selenio	mg/L	0,02		0,05
	Zinc	mg/L	2		24

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

ANEXO N° 8 Resultados de análisis

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA-Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0618334

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			RG1	U				
Código Laboratorio			0618334-01	0618334-02	0618334-03	0618334-04		
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL		
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial		
Localización de la Muestra			RG1	U1	I1	C1		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	5.883	5.457	5.147	0.269	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	0.005	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.021	0.022	0.024	0.050	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	223.5	201.4	185.1	25.41	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	0.003	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	0.048	0.044	0.039	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.345	0.343	0.343	0.094	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	3.823	4.197	3.778	1.502	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.014	0.013	0.013	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	4.648	4.666	4.403	3.195	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.089	0.089	0.073	0.036	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	0.004	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	8.345	8.825	9.860	13.05	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	0.005	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	165.9	173.4	157.7	24.15	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	0.028	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	3.009	3.397	3.830	10.74	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.752	0.735	0.698	0.256	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	0.010	0.007	0.008	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	0.007	0.007	0.006	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	0.026	0.012	0.019	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	0.026	0.025	0.027	<LCM	-	-

Cajamarca, 26 de Junio de 2018.

Página: 2 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599000 anexo 1140

Figura 249 Resultados químicos de primer análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA-Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0618334

ENSAYOS	FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	RG1	U1	I1	Q1	-	-
Código Laboratorio	0618334-01	0618334-02	0618334-03	0618334-04	-	-
Matriz de Agua	NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra	RG1	U1	I1	Q1	-	-

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	3.52	3.27	3.30	0.79	-	-
° pH a 25°C	pH	NA	6.82	6.83	6.99	7.37	-	-
Conductividad a 25°C	uS cm	NA	969.5	935.5	898.5	237.2	-	-

Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP 119544

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca,Ce,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Na,Mg, Mn,Mo,Ni,P,Pb,S, Sb,Se,Si,Sn,Sr,Ti,Ti,U,V,Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4: 1994. (Validado) 2014 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos. ECA: Estandar de calidad ambiental. VE: valor estimado
Los Resultados Químicos **<LCM**, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido
Los Resultados Microbiológicos **<1.8, 1.0**; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA NA: No aplica ND: No determinado
(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método

Código del Formato: RT1-5.10.01 Rev. N: 05 Fecha: 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será validada solo con la firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

Cajamarca, 26 de Junio de 2018.

Página: 3 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599000 anexo 1140

Figura 250 Resultados físicos de primer análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084
INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0419259

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			RG2	I2	U2	Q2	-	-
Código Laboratorio			0419259-01	0419259-02	0419259-03	0419259-04	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			-	-	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados *de Metales Totales***					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	1.115	0.830	1.300	0.906	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.030	0.030	0.032	0.032	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	150.6	131.3	133.3	126.2	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	0.002	<LCM	0.002	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.211	0.220	0.350	0.249	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	2.321	2.020	2.227	2.082	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.008	0.007	0.007	0.007	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	1.609	1.663	1.781	1.761	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.067	0.073	0.089	0.082	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	0.005	0.004	0.003	0.004	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	11.73	10.84	11.61	11.11	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	156.3	138.8	133.0	130.0	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	4.007	4.538	4.680	4.759	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.533	0.467	0.489	0.469	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	0.009	0.008	0.009	0.006	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 25 de Abril de 2019.

2 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA – PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONO: 599000 anexo 1140

Figura 251 Resultados químicos de segundo análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084
INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0419259

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			RG2	I2	U2	Q2	-	-
Código Laboratorio			0419259-01	0419259-02	0419259-03	0419259-04	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			-	-	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados**					
Turbidez	*NTU*	0.09	2.77	7.04	8.62	6.30	-	-
° pH a 25°C	*pH*	NA	6.60	6.83	6.96	6.91	-	-
Conductividad a 25°C	*uScm*	NA	855.5	765.5	714.5	769.0	-	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca,Ce,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Na,Mg, Mn,Mo,Ni,P,Pb,S, Sb,Se,Si,Sn,Sr,Tl,Ti,U,V,Zn)	*mg/L*	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014.Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Turbidez	*NTU*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	*pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 4500-H+.B. 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Conductividad a 25°C	*uS/cm*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 2510. B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method

NOTAS FINALES

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
(°) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

GOBIERNO REGIONAL Laboratorio Regional del Agua CAJAMARCA

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 25 de Abril de 2019.

3 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA – PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONO: 599000 anexo 1140

Figura 252 Resultados físicos de segundo análisis por Laboratorio Regional de Agua – Gobierno Regional de Cajamarca.

Foto 1 Reconocimiento del terreno para toma de muestras RG1

Foto 2 Reconocimiento del terreno para toma de muestras Quebrada Quishuar, su unión y su intersección.

Foto 3 Coordenadas de referencia en la zona de muestreo

Foto 4 toma de primer muestreo en la I1

Foto 5 toma de muestra en el primer muestreo en la unión de RG1 y Q1

Foto 6 Toma de segundo muestreo en el punto RG1

Foto 7 colocando persevante para muestra

Foto 8 toma de segunda muestra en el U2

Foto 9 materiales usados para tomar el muestreo.