

ANEXO 7



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Análisis estadístico para nivel de fondo y referencia



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900



Handwritten vertical text: A, D, L, B, @, @

Análisis estadístico para nivel de fondo y referencia – Sector Charaque

Tabla 7-1. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de aluminio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	11059
Máximo	20818
Media	14659
Mediana	14464
Desviación estándar	2476
Asimetría	0.604
Curtosis	-0,12
Coefficiente de variación	0.169
Primer cuartil	12566
Tercer cuartil	15948
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	15427
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	18935

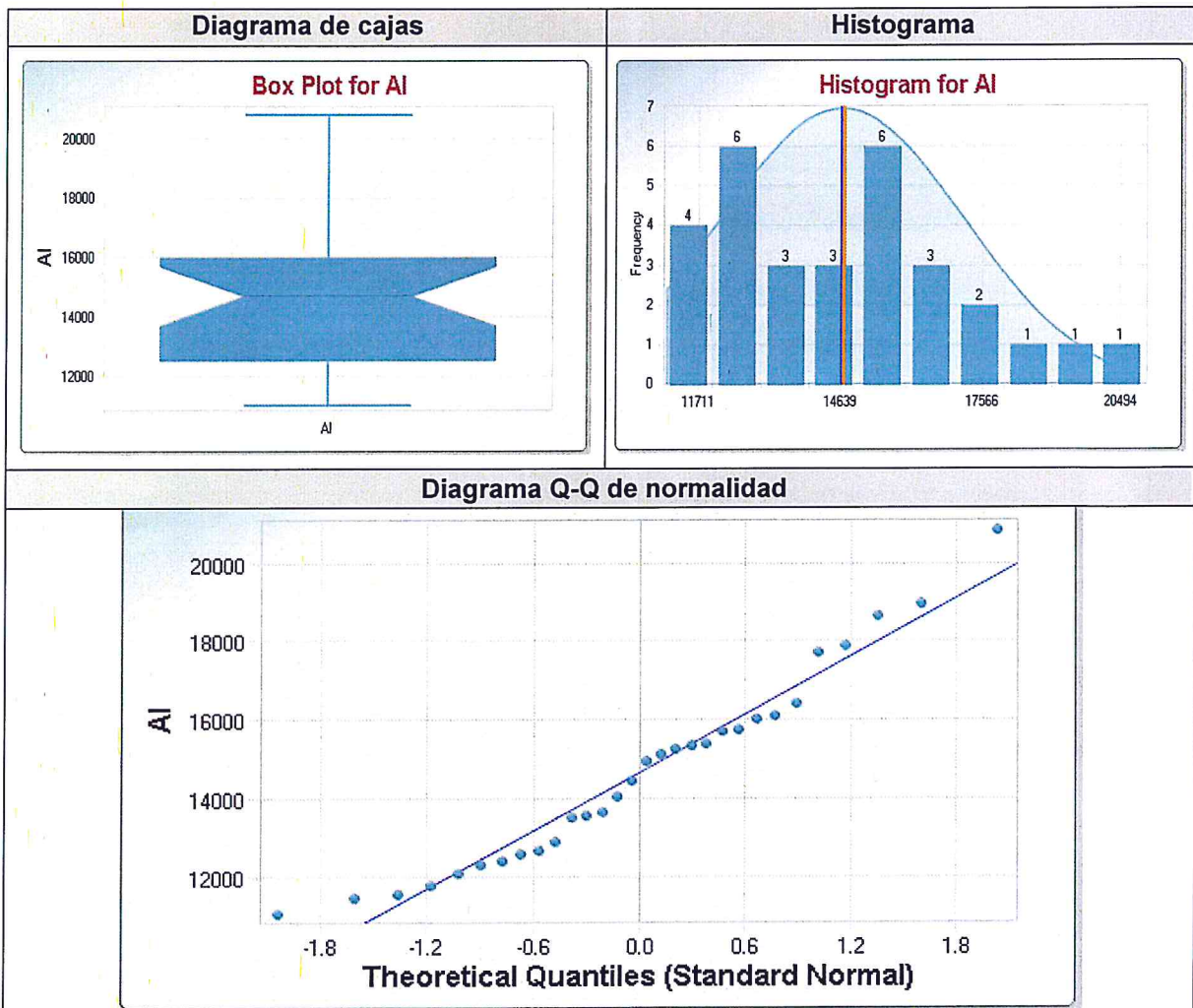
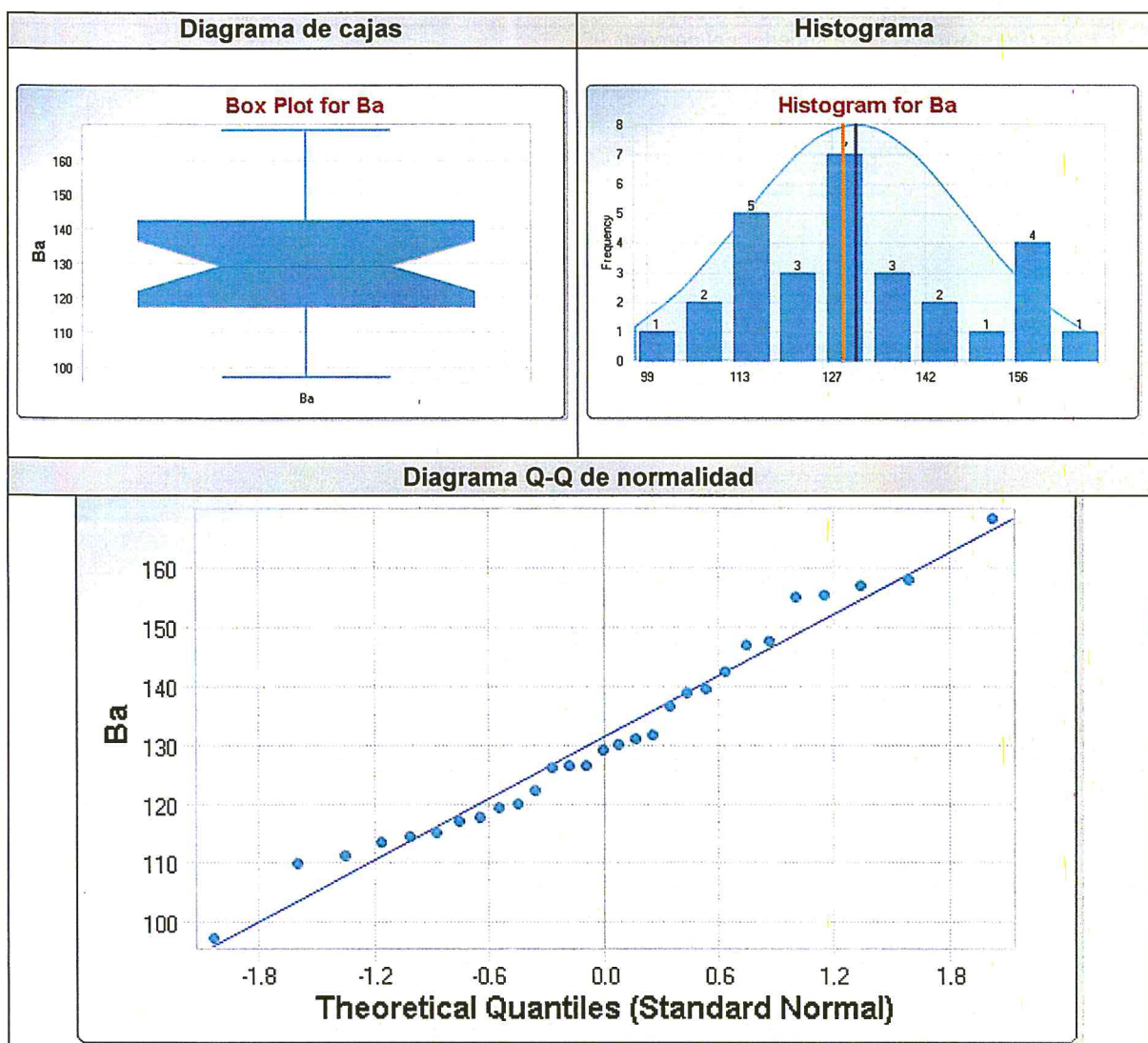


Figura 7-1. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de aluminio total

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 ⑧
 ⑨
 ⑩
 ⑪
 ⑫
 ⑬
 ⑭
 ⑮
 ⑯
 ⑰
 ⑱
 ⑲
 ⑳
 ㉑
 ㉒
 ㉓
 ㉔
 ㉕
 ㉖
 ㉗
 ㉘
 ㉙
 ㉚
 ㉛
 ㉜
 ㉝
 ㉞
 ㉟
 ㊱
 ㊲
 ㊳
 ㊴
 ㊵
 ㊶
 ㊷
 ㊸
 ㊹
 ㊺
 ㊻
 ㊼
 ㊽
 ㊾
 ㊿

Tabla 7-2. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de bario total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	29
Mínimo	97.3
Máximo	168.1
Media	131.1
Mediana	130
Desviación estándar	17.24
Asimetría	0.336
Curtosis	-0,51
Coefficiente de variación	0.132
Primer cuartil	117.5
Tercer cuartil	142.2
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	136,5
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	160,9



A
 P
 ↓
 A
 3
 @
 ©

Figura 7-2. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de bario total

Tabla 7-3. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de boro total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	5.5
Máximo	8.6
Media	6.833
Mediana	6.789
Desviación estándar	0.798
Asimetría	0.584
Curtosis	0,2
Coefficiente de variación	0.117
Primer cuartil	6.4
Tercer cuartil	7.2
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	7,081
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	8,212

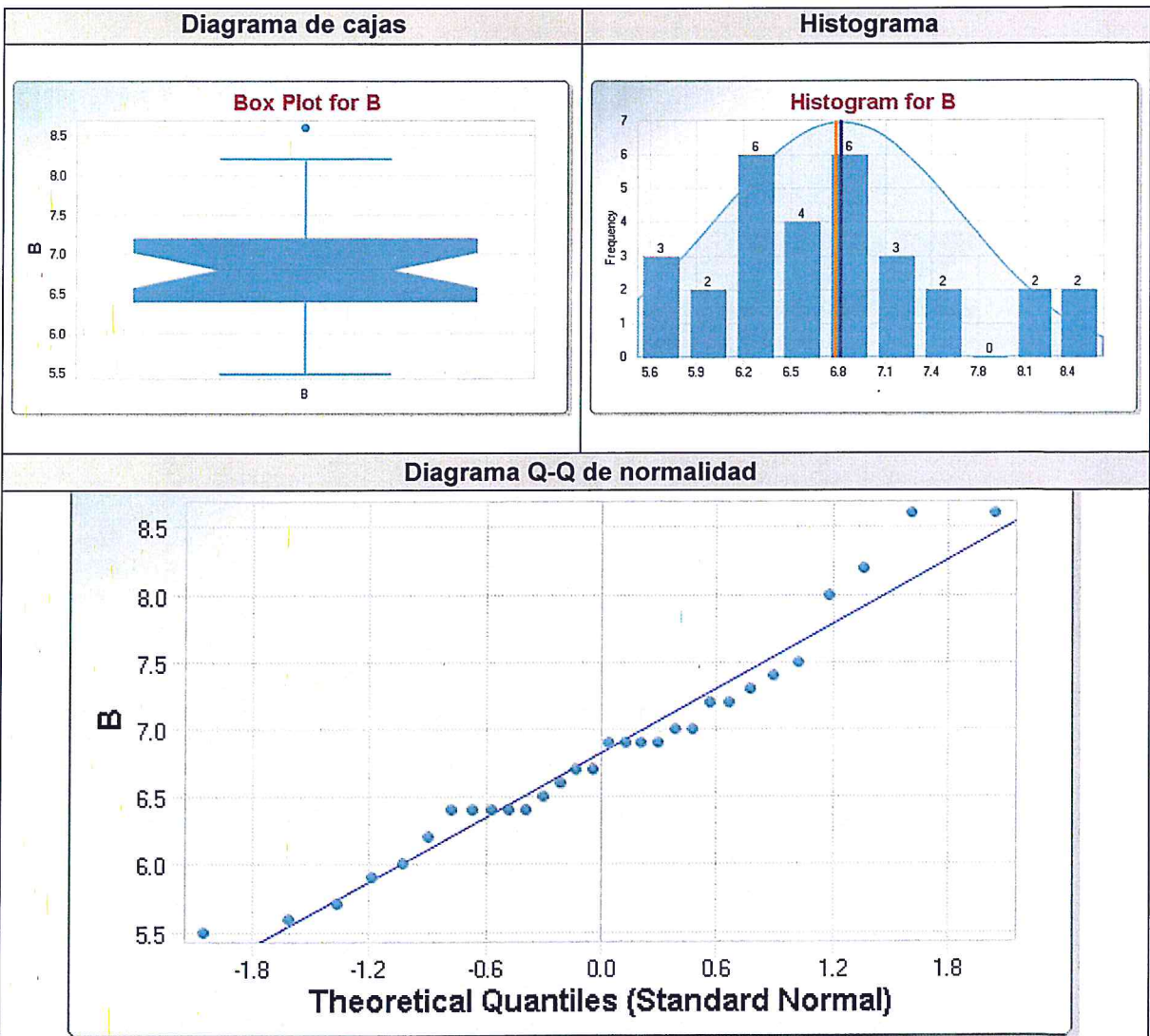


Figura 7-3. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de boro total

A
 D
 J
 A
 M
 @
 E

Tabla 7-4. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de calcio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	1156
Máximo	1965
Media	1459
Mediana	1446
Desviación estándar	202.2
Asimetría	0.993
Curtosis	0,6
Coefficiente de variación	0.139
Primer cuartil	1306
Tercer cuartil	1581
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	1521
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	1808

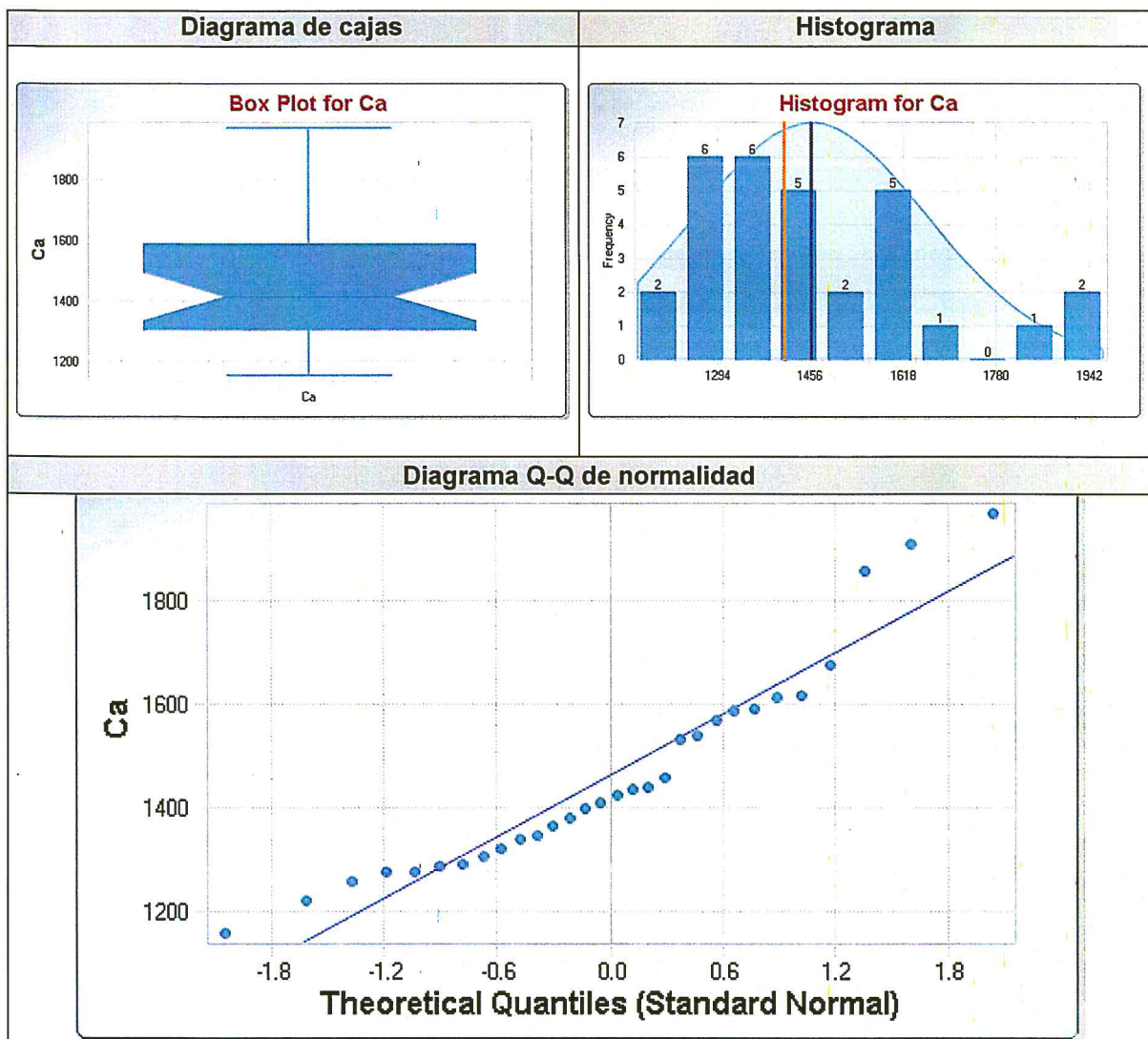


Figura 7-4. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de calcio total

↑
 ⊕
 ↓
 ⊖
 ⊕
 ⊖

Tabla 7-5. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de cobalto total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	22
Mínimo	6.2
Máximo	12.6
Media	8.777
Mediana	8.584
Desviación estándar	1.929
Asimetría	0.571
Curtosis	-0,74
Coefficiente de variación	0.22
Primer cuartil	7.325
Tercer cuartil	10.05
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	9,485
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	12,17

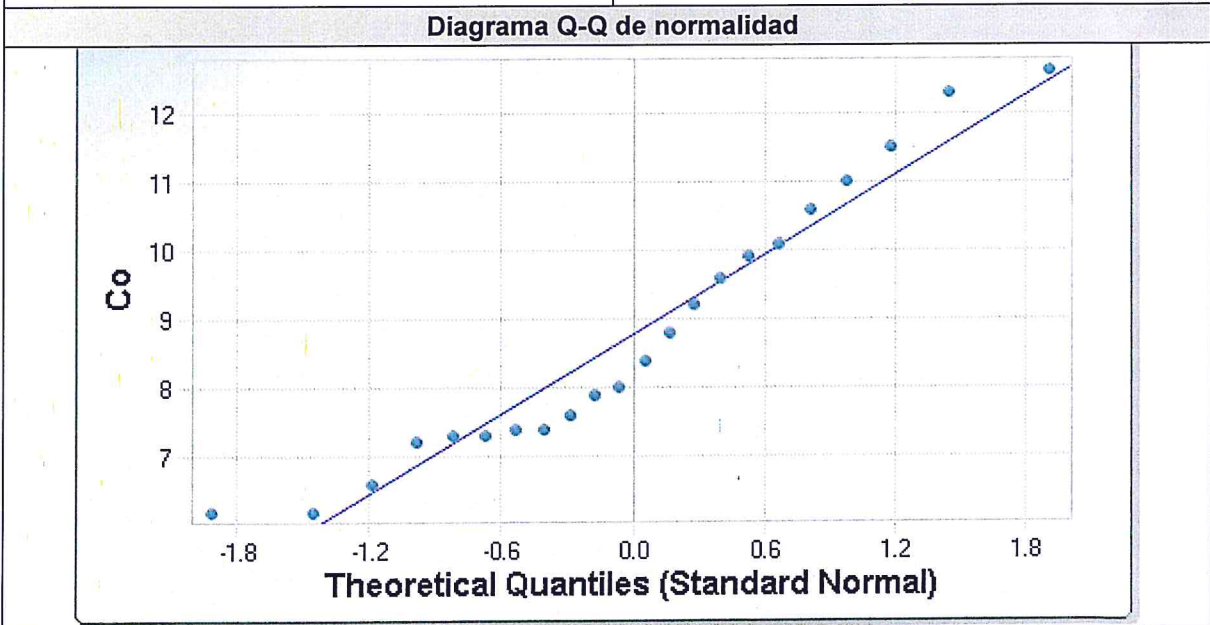
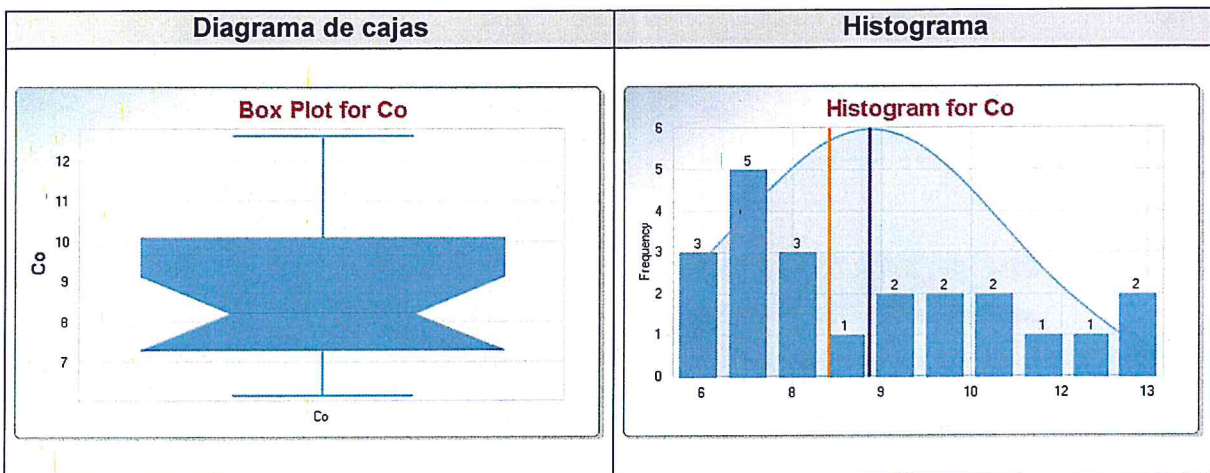


Figura 7-5. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de cobalto total

↑
 ⊙
 ↓
 P
 z
 ⊙

Tabla 7-6. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de cobre total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	26.6
Máximo	63.6
Media	40.56
Mediana	39.83
Desviación estándar	8.116
Asimetría	0.94
Curtosis	1,33
Coefficiente de variación	0.2
Primer cuartil	35.1
Tercer cuartil	44.43
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	43,08
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	54,58

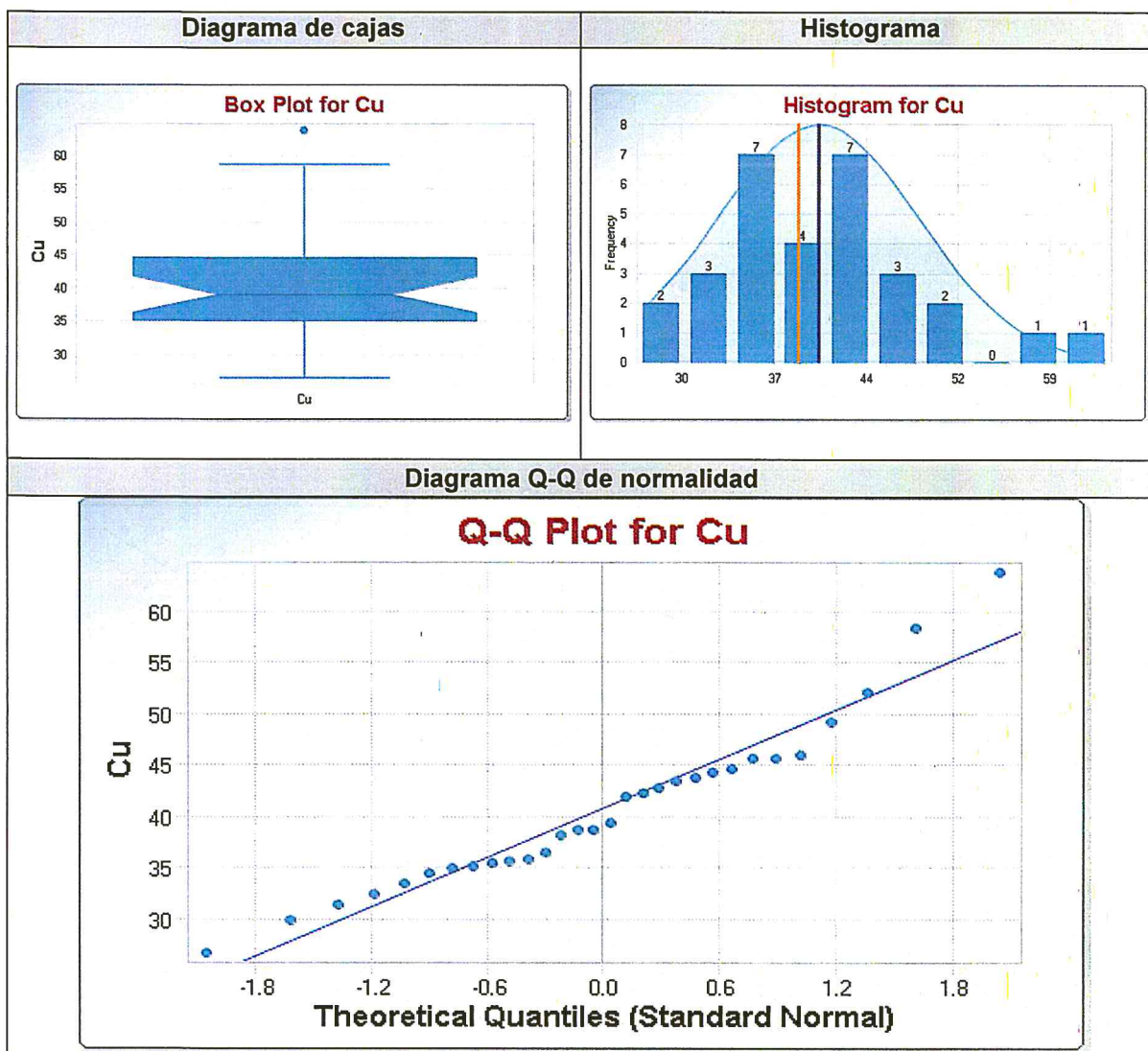


Figura 7-6. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de cobre total

Tabla 7-7. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de cromo total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	7.5
Máximo	17.9
Media	11.17
Mediana	10.79
Desviación estándar	3.07
Asimetría	0.654
Curtosis	-0,78
Coefficiente de variación	0.275
Primer cuartil	8.6
Tercer cuartil	13.83
Tipo de distribución	Gamma
Valor de fondo (cota superior de la media)	12,22
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	16,87

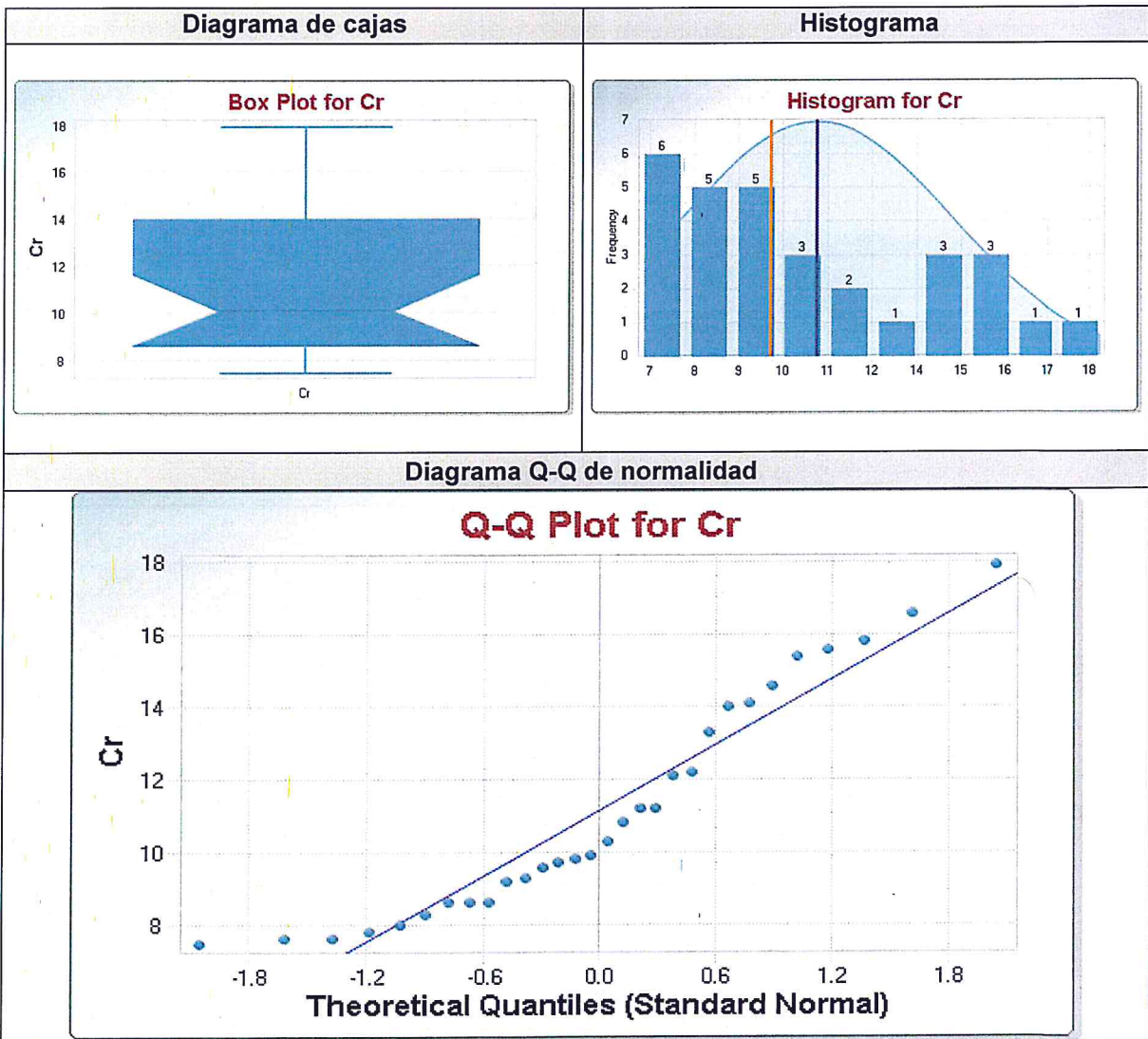


Figura 7-7. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de cromo total

A
 D
 +
 N
 3
 @

Tabla 7-9. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de potasio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	1435
Máximo	2075
Media	1670
Mediana	1661
Desviación estándar	181.9
Asimetría	0.891
Curtosis	0,14
Coefficiente de variación	0.109
Primer cuartil	1543
Tercer cuartil	1774
Tipo de distribución	Gamma
Valor de fondo (cota superior de la media)	1730
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	1990

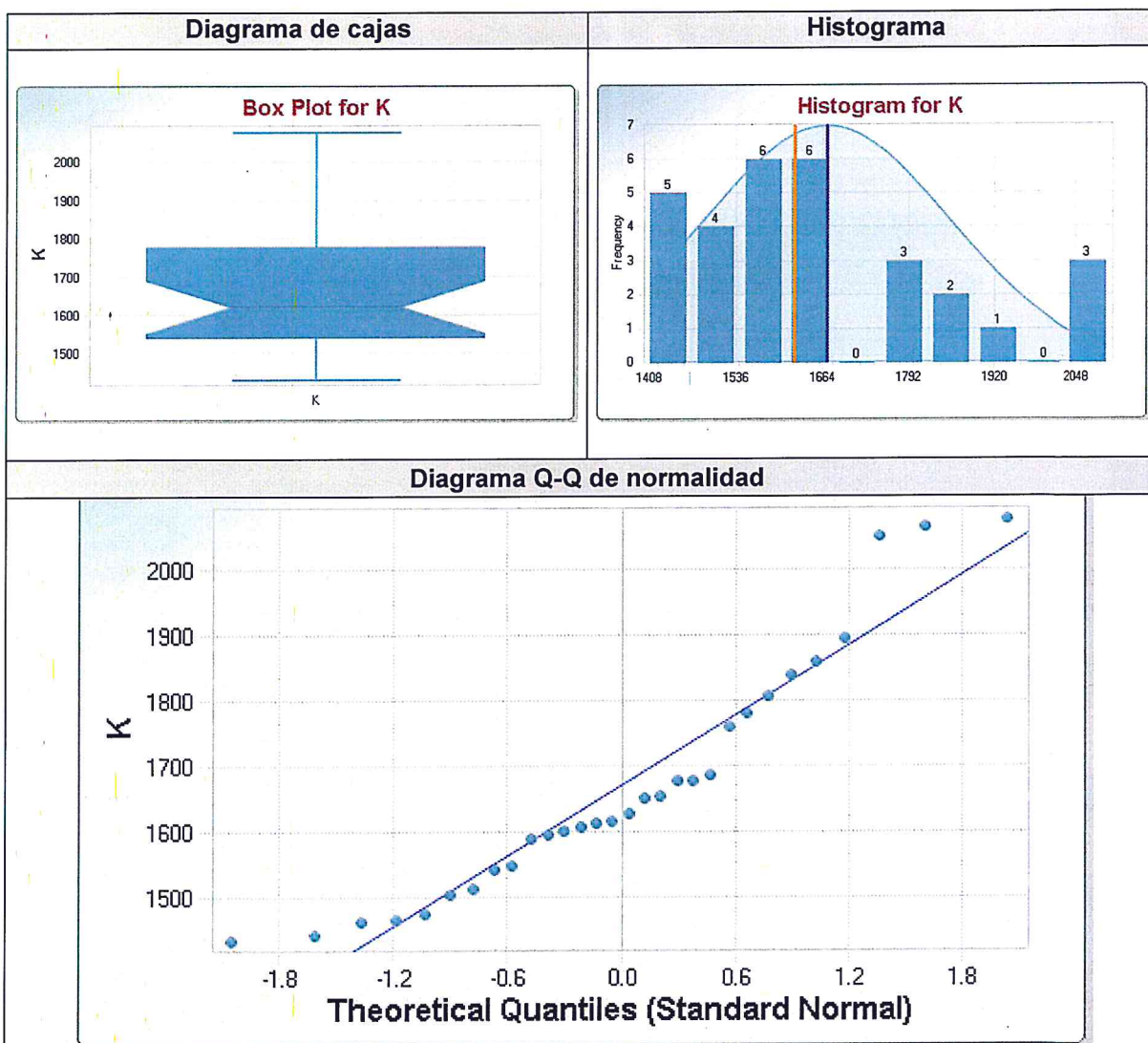


Figura 7-9. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de potasio total

A
 D
 L
 2
 3
 @
 (K)

Tabla 7-10. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de magnesio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	1439
Máximo	2143
Media	1707
Mediana	1696
Desviación estándar	201.7
Asimetría	0.691
Curtosis	-0,5
Coefficiente de variación	0.118
Primer cuartil	1573
Tercer cuartil	1792
Tipo de distribución	Gamma
Valor de fondo (cota superior de la media)	1767
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	2112

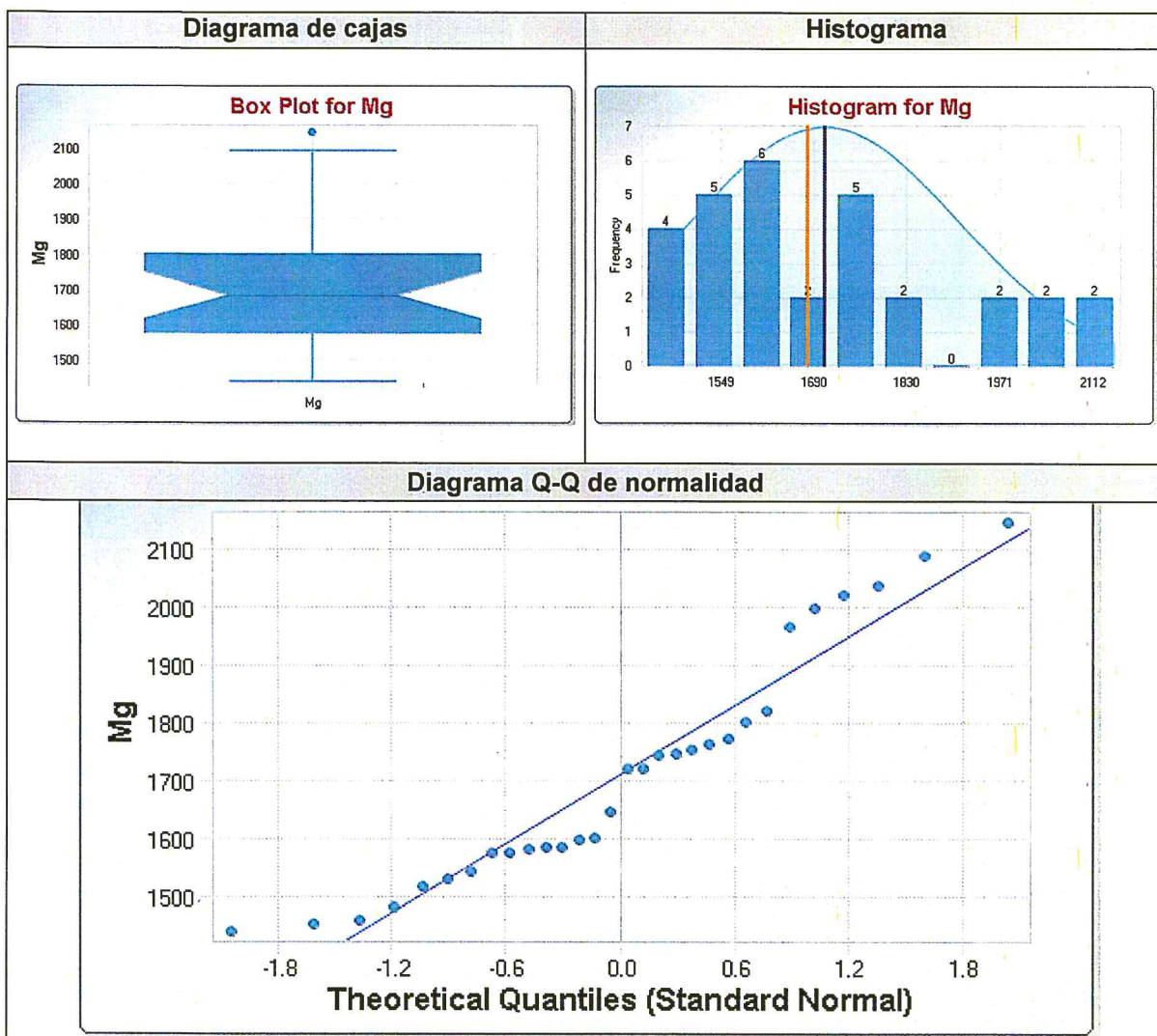


Figura 7-10. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de magnesio total

A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H
 I
 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 Q
 R
 S
 T
 U
 V
 W
 X
 Y
 Z

Tabla 7-11. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de manganeso total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	28
Mínimo	317
Máximo	574
Media	427.3
Mediana	423.6
Desviación estándar	57.56
Asimetría	0.415
Curtosis	0,46
Coefficiente de variación	0.135
Primer cuartil	395.8
Tercer cuartil	455.3
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	445,8
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	527

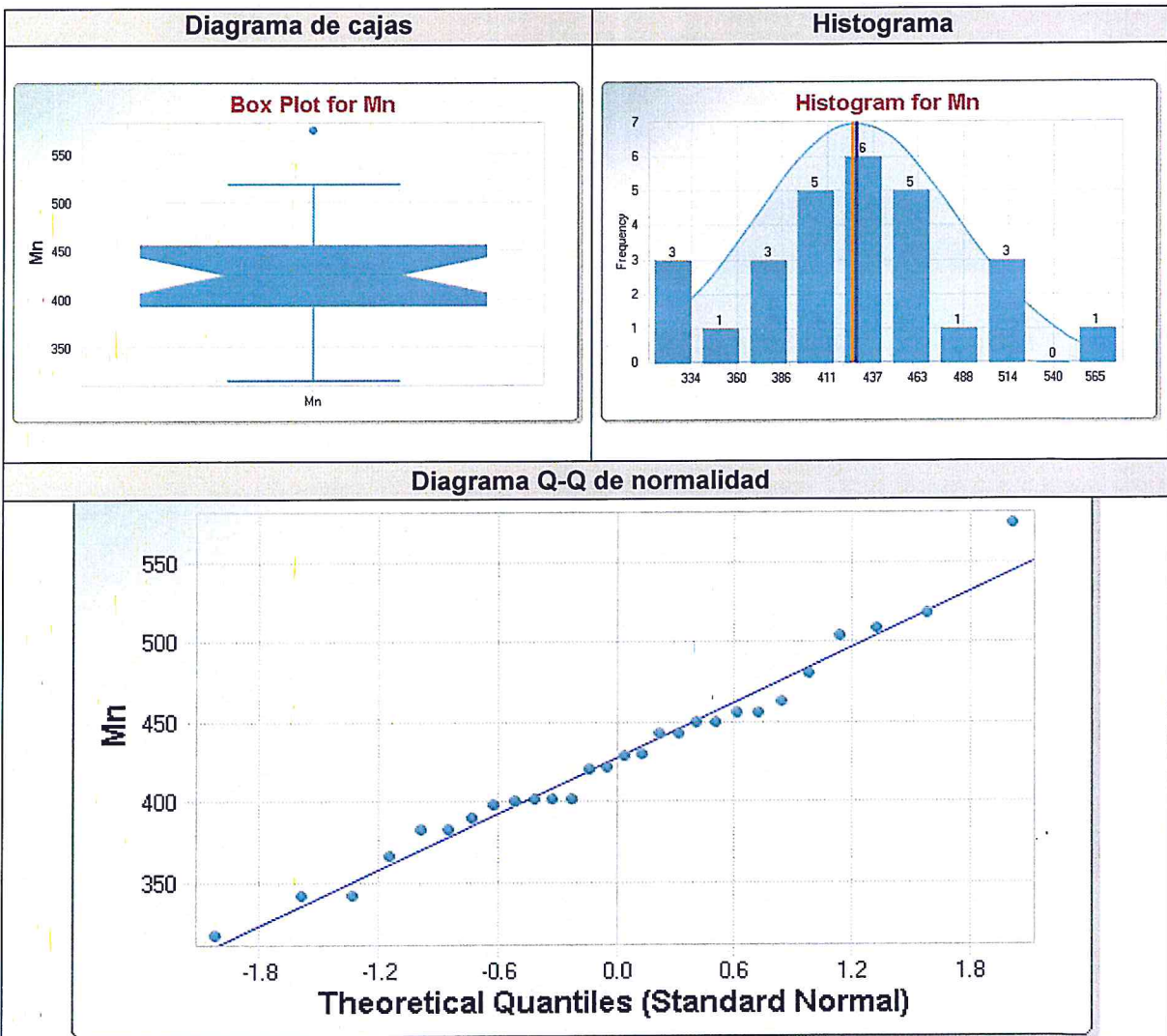


Figura 7-11. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de manganeso total

↑
 D
 ↓
 A
 3
 @
 ©

Tabla 7-13. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de fósforo total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	300.7
Máximo	650.3
Media	468.5
Mediana	460.7
Desviación estándar	85.51
Asimetría	-0.0634
Curtosis	-0,46
Coefficiente de variación	0.182
Primer cuartil	408.4
Tercer cuartil	531.2
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	495,1
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	616,2

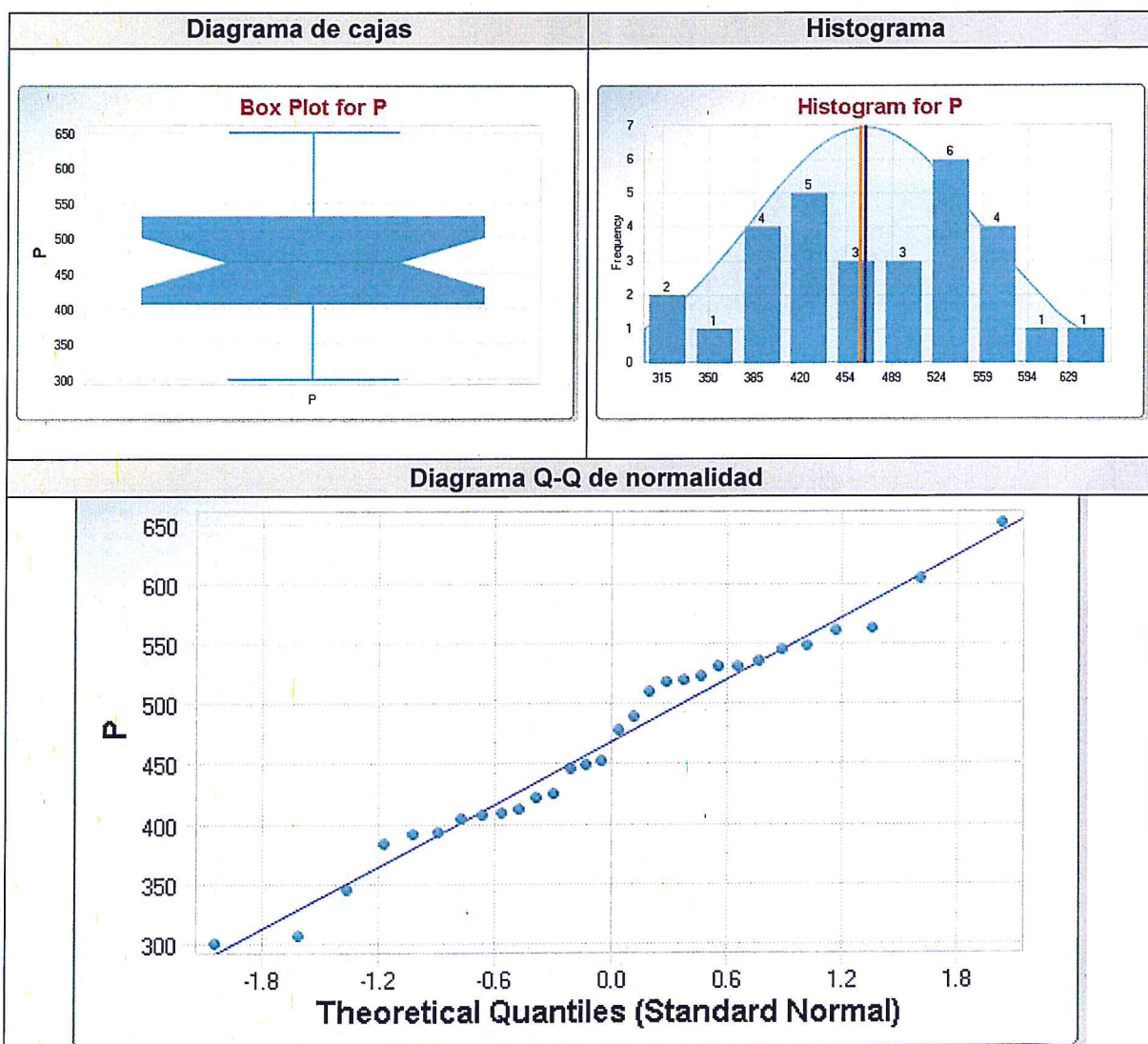


Figura 7-13. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de fósforo total

Tabla 7-14. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de silicio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	731.7
Máximo	998.9
Media	861.2
Mediana	857.6
Desviación estándar	80.12
Asimetría	0.0775
Curtosis	-1,28
Coefficiente de variación	0.093
Primer cuartil	795.9
Tercer cuartil	932.4
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	886,1
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	999,6

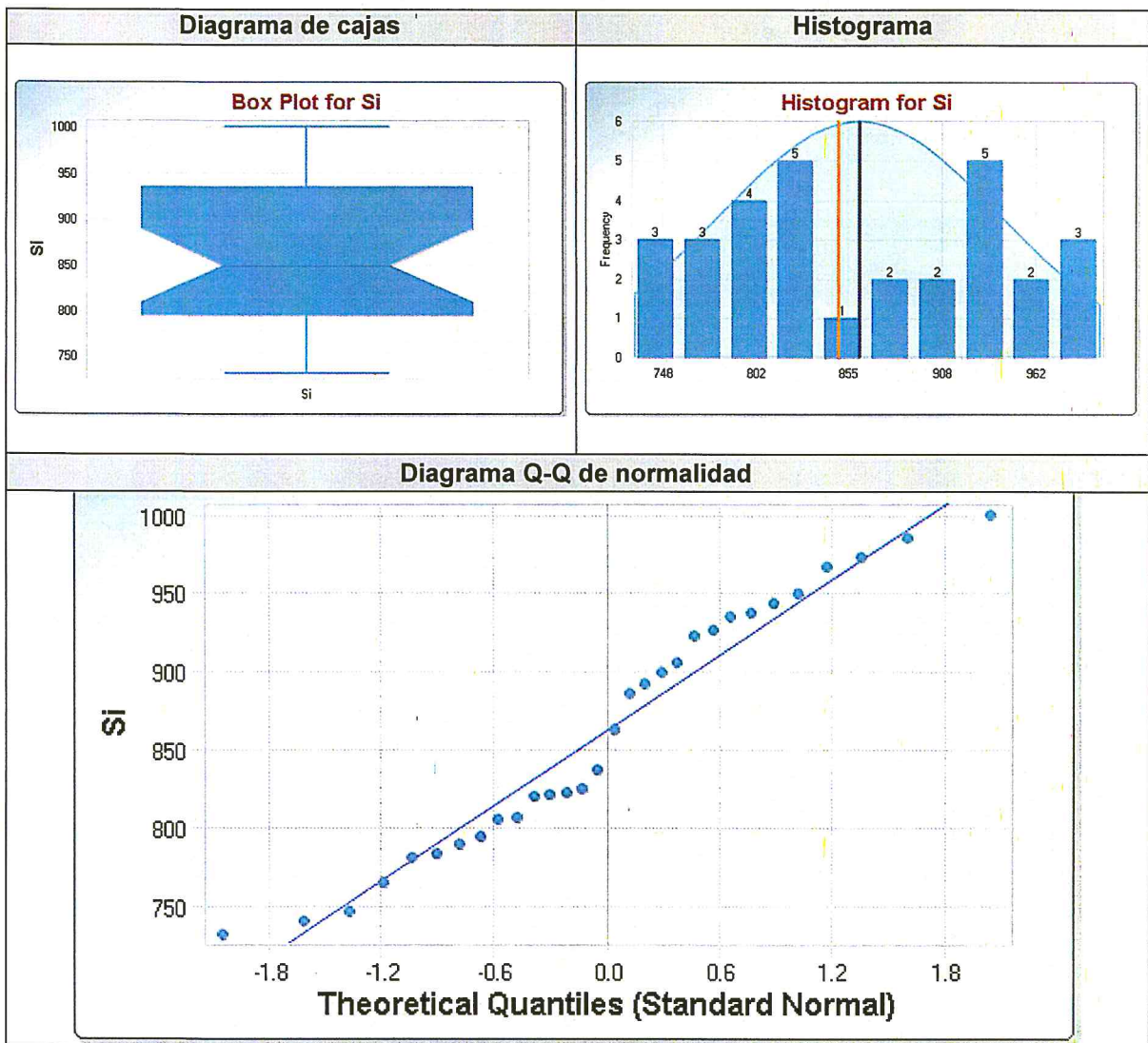


Figura 7-14. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de silicio total

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 ⑧
 ⑨
 ⑩
 ⑪
 ⑫
 ⑬
 ⑭
 ⑮
 ⑯
 ⑰
 ⑱
 ⑲
 ⑳
 ㉑
 ㉒
 ㉓
 ㉔
 ㉕
 ㉖
 ㉗
 ㉘
 ㉙
 ㉚
 ㉛
 ㉜
 ㉝
 ㉞
 ㉟
 ㊱
 ㊲
 ㊳
 ㊴
 ㊵
 ㊶
 ㊷
 ㊸
 ㊹
 ㊺
 ㊻
 ㊼
 ㊽
 ㊾
 ㊿
 ①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 ⑧
 ⑨
 ⑩
 ⑪
 ⑫
 ⑬
 ⑭
 ⑮
 ⑯
 ⑰
 ⑱
 ⑲
 ⑳
 ㉑
 ㉒
 ㉓
 ㉔
 ㉕
 ㉖
 ㉗
 ㉘
 ㉙
 ㉚
 ㉛
 ㉜
 ㉝
 ㉞
 ㉟
 ㊱
 ㊲
 ㊳
 ㊴
 ㊵
 ㊶
 ㊷
 ㊸
 ㊹
 ㊺
 ㊻
 ㊼
 ㊽
 ㊾
 ㊿

Tabla 7-15. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de estroncio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	29
Mínimo	26.8
Máximo	42.4
Media	34.12
Mediana	33.89
Desviación estándar	4.042
Asimetría	0.252
Curtosis	-0,5
Coefficiente de variación	0.118
Primer cuartil	31.5
Tercer cuartil	36.3
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	35,4
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	41,11

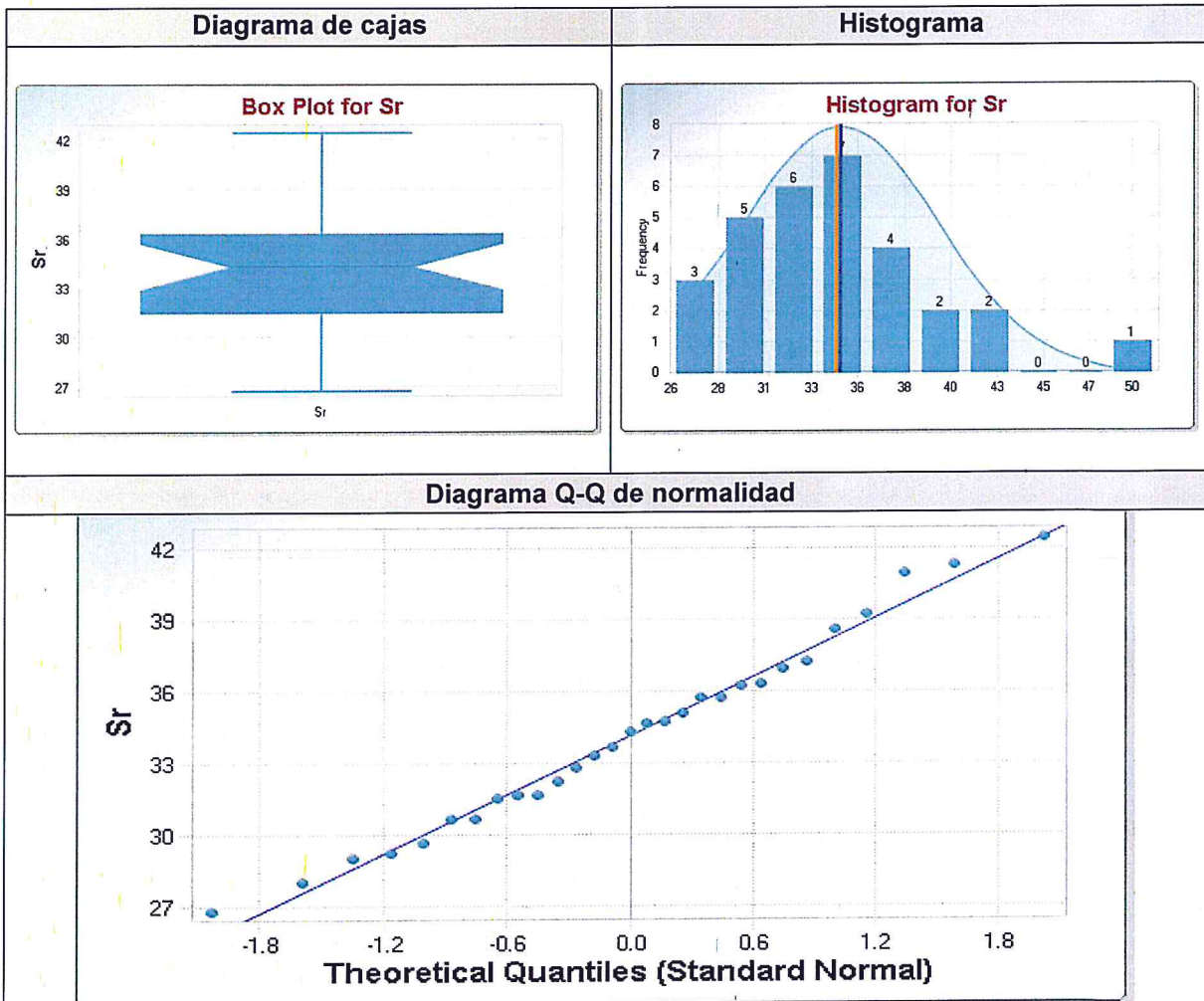


Figura 7-15. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de estroncio total

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50

Tabla 7-16. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de titanio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	857.4
Máximo	1519
Media	1140
Mediana	1129
Desviación estándar	160.7
Asimetría	0.576
Curtosis	0,28
Coefficiente de variación	0.141
Primer cuartil	1052
Tercer cuartil	1197
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	1190
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	1418

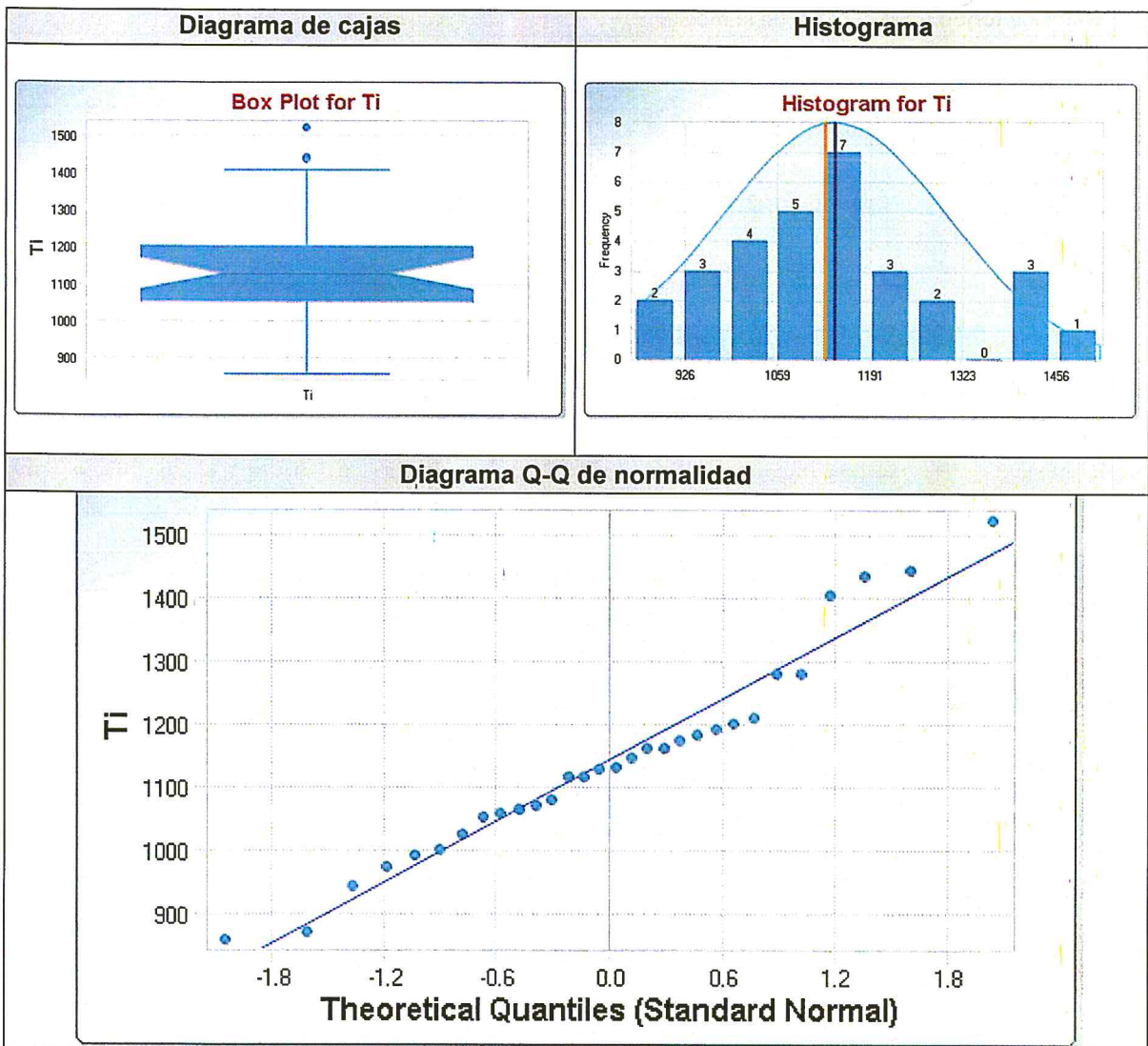


Figura 7-16. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de titanio total

↑
 D
 ↓
 A
 z
 @
 @

Tabla 7-17. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de vanadio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	49.5
Máximo	83.4
Media	63.65
Mediana	63.14
Desviación estándar	8.339
Asimetría	0.613
Curtosis	-0,31
Coeficiente de variación	0.131
Primer cuartil	57.48
Tercer cuartil	67.98
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	66,24
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	78,06

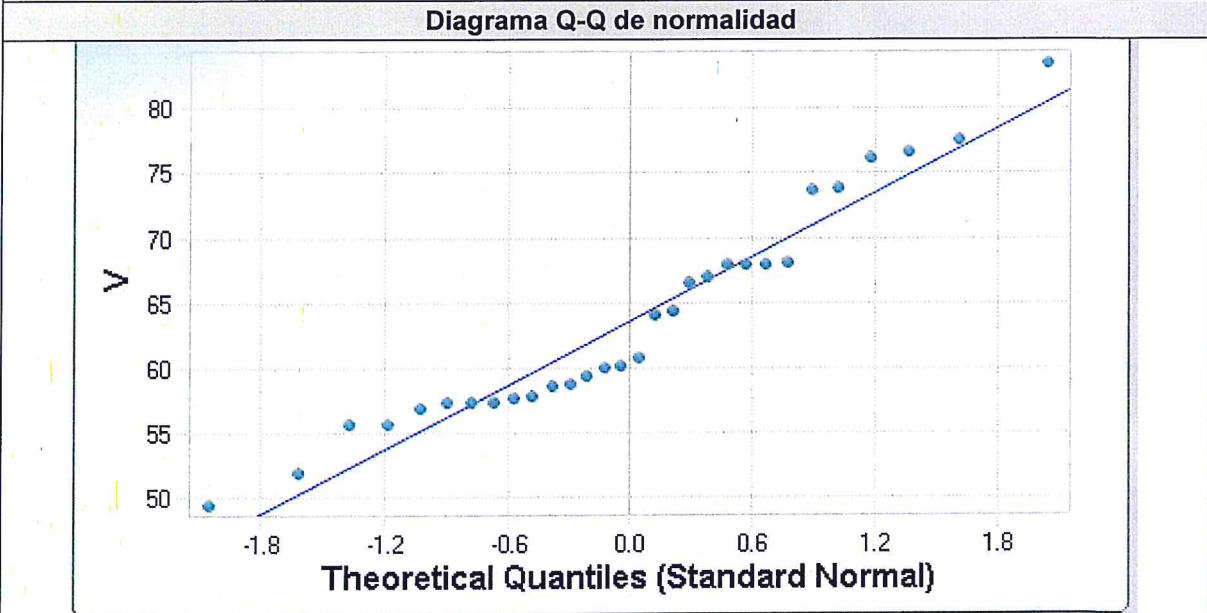
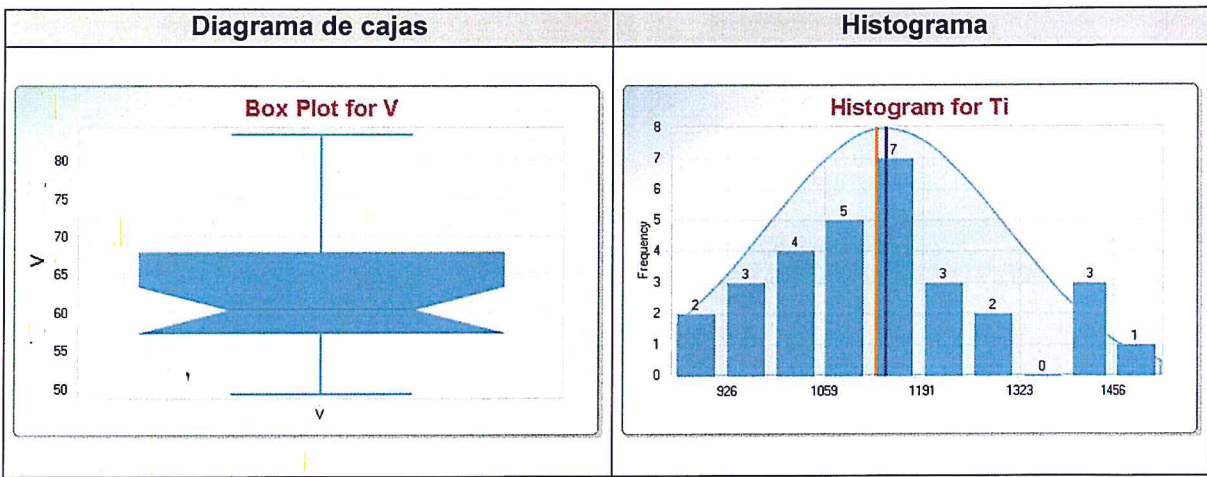


Figura 7-17. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de vanadio total

↑
 ⊙
 ↓
 ↗
 3
 @
 @

Tabla 7-18. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de zinc total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF1 (Charaque)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	33.9
Máximo	46.4
Media	40.45
Mediana	40.37
Desviación estándar	2.605
Asimetría	0.0782
Curtosis	0,77
Coefficiente de variación	0.0644
Primer cuartil	38.85
Tercer cuartil	41.63
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	41,25
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	44,95

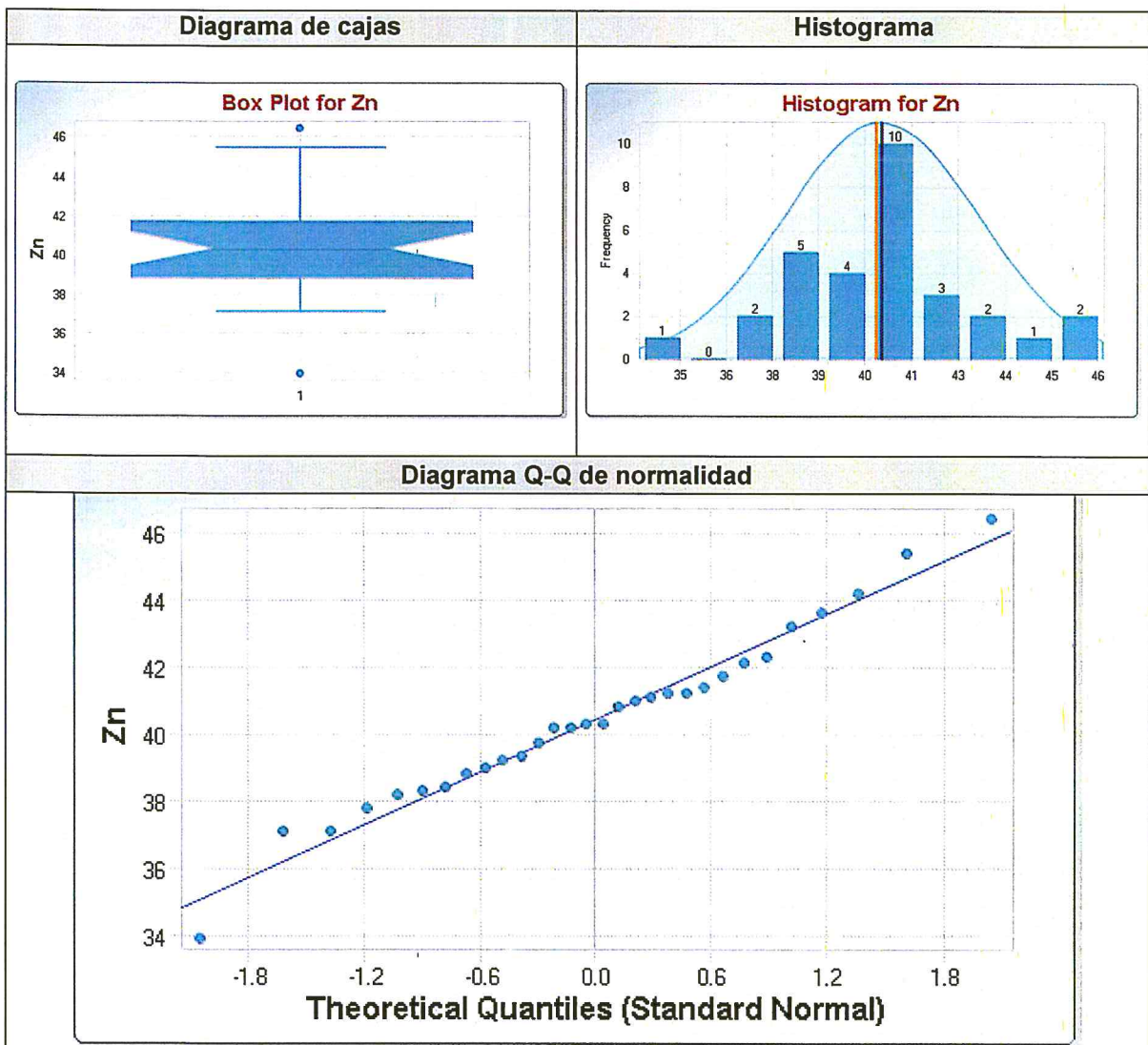


Figura 7-18. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de zinc total

Análisis estadístico para nivel de fondo y referencia – Sector Tala Nuevo

Tabla 7-1. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de aluminio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	8336
Máximo	18066
Media	12703
Mediana	12533
Desviación estándar	2124
Asimetría	0.372
Curtosis	0,16
Coefficiente de variación	0.167
Primer cuartil	11216
Tercer cuartil	14078
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	13362
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	16371

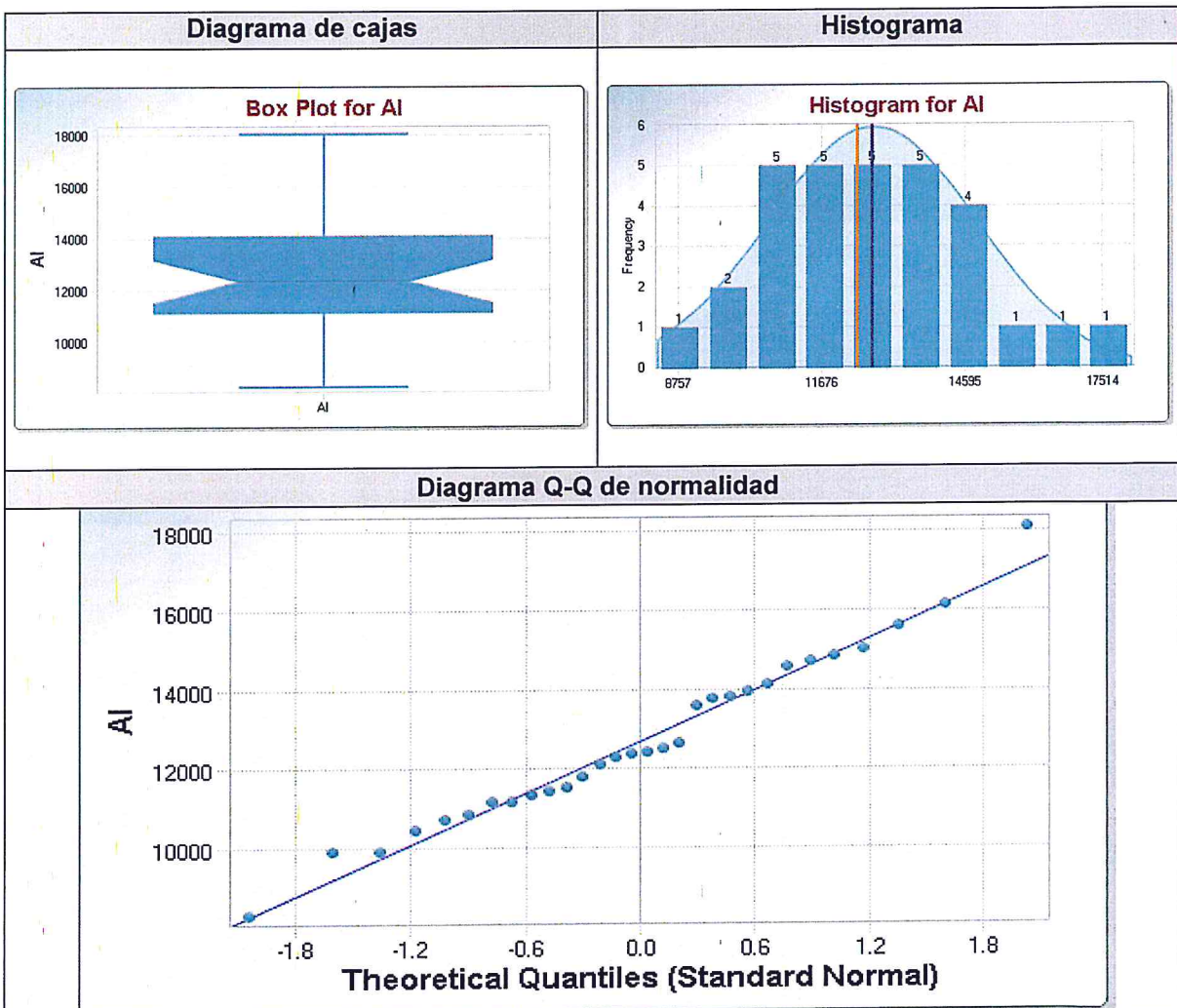


Figura 7-1. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de aluminio total

A
 D
 J
 N
 3
 @

Tabla 7-2. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de bario total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	116.9
Máximo	243.7
Media	175.9
Mediana	173.6
Desviación estándar	28.9
Asimetría	0.48
Curtosis	0.63
Coefficiente de variación	0.164
Primer cuartil	161
Tercer cuartil	183.4
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	184,9
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	225,8

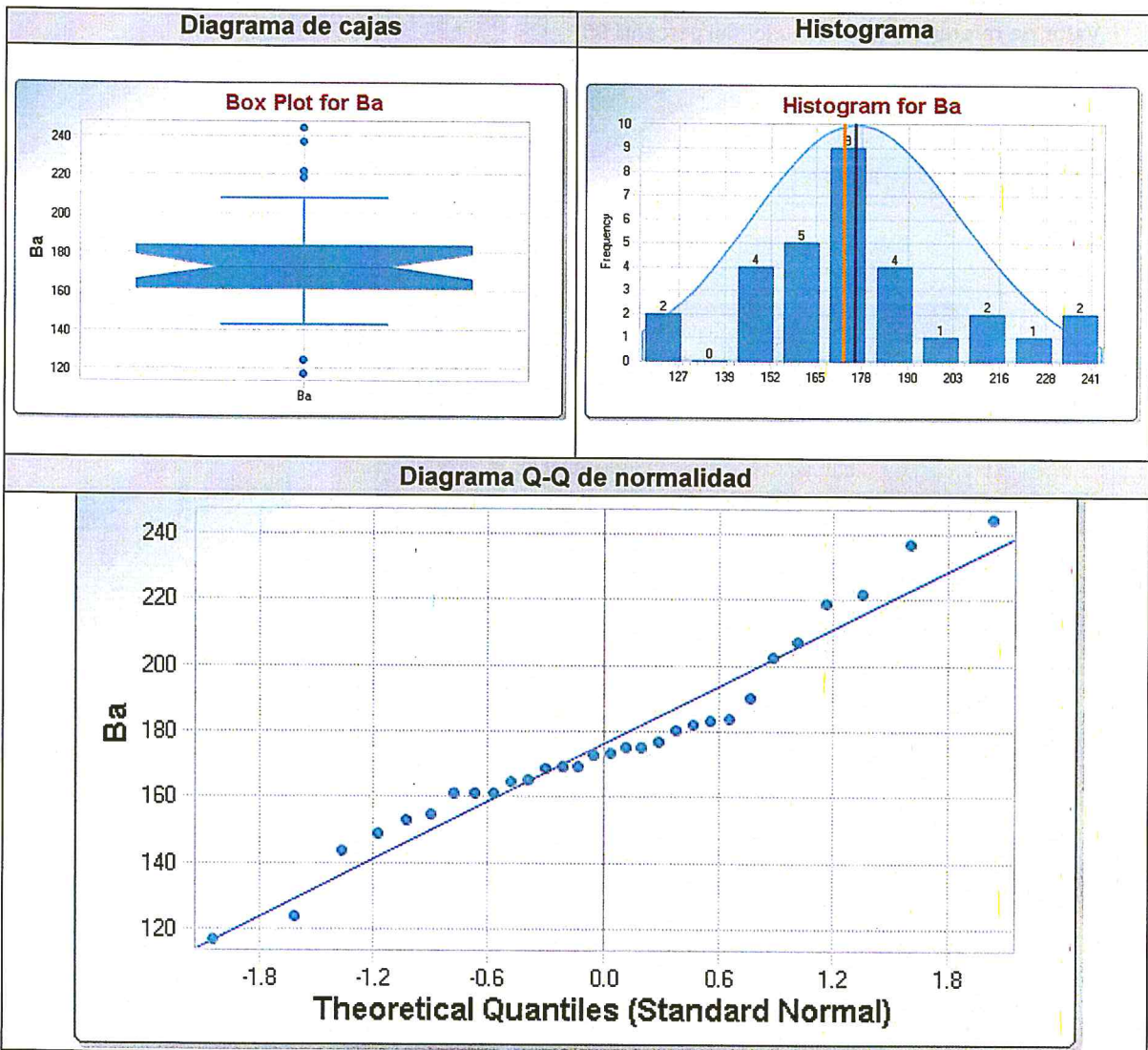


Figura 7-2. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de bario total

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30

Tabla 7-3. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de boro total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	5.9
Máximo	10.9
Media	8.173
Mediana	8.088
Desviación estándar	1.194
Asimetría	0.12
Curtosis	-0,08
Coefficiente de variación	0.146
Primer cuartil	7.4
Tercer cuartil	9.075
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	8,544
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	10,24

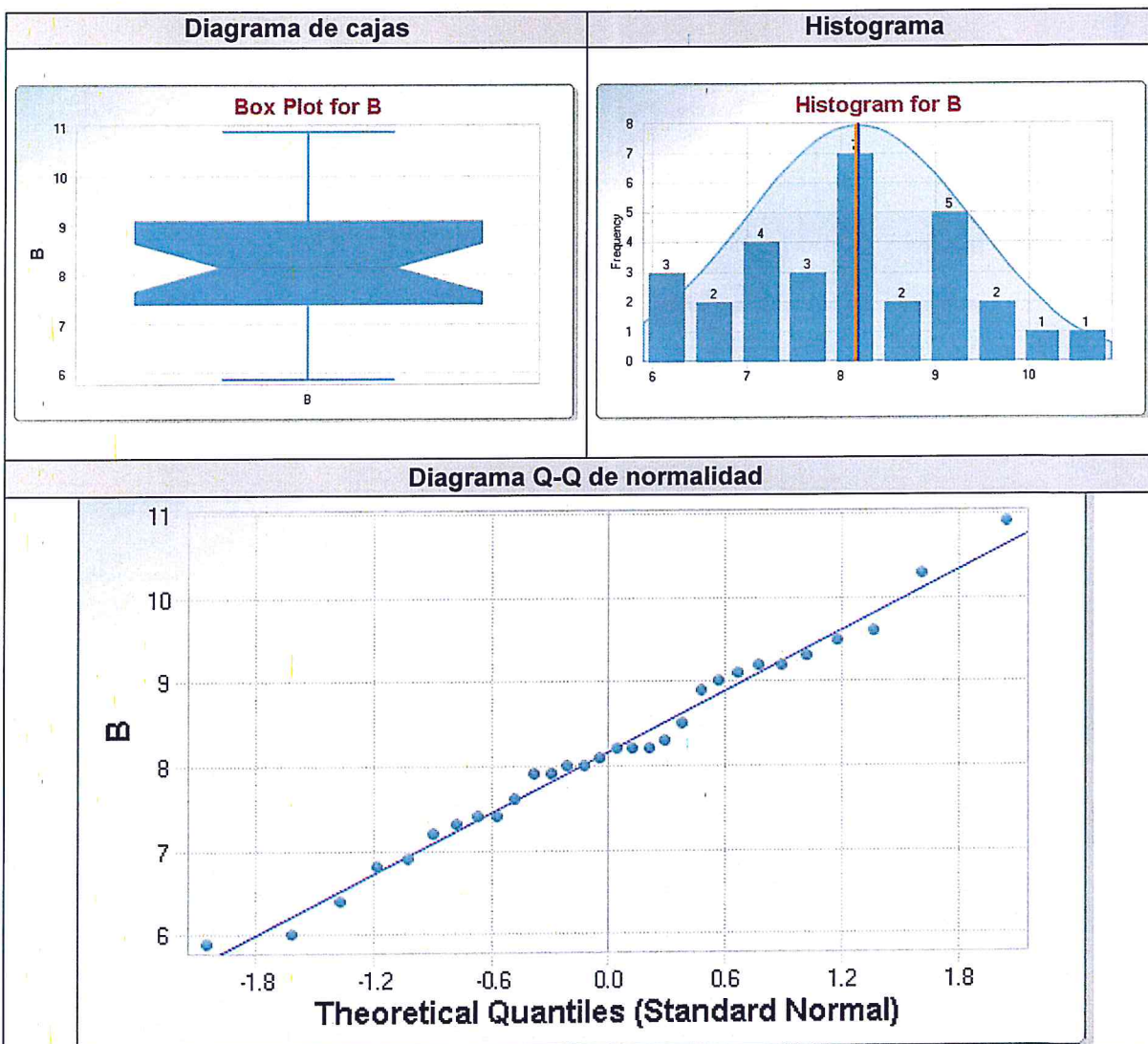


Figura 7-3. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de boro total

Tabla 7-4. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de calcio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	1960
Máximo	5294
Media	3357
Mediana	3246
Desviación estándar	893.4
Asimetría	0.579
Curtosis	-0,33
Coefficiente de variación	0.266
Primer cuartil	2779
Tercer cuartil	3956
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	3634
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	4900

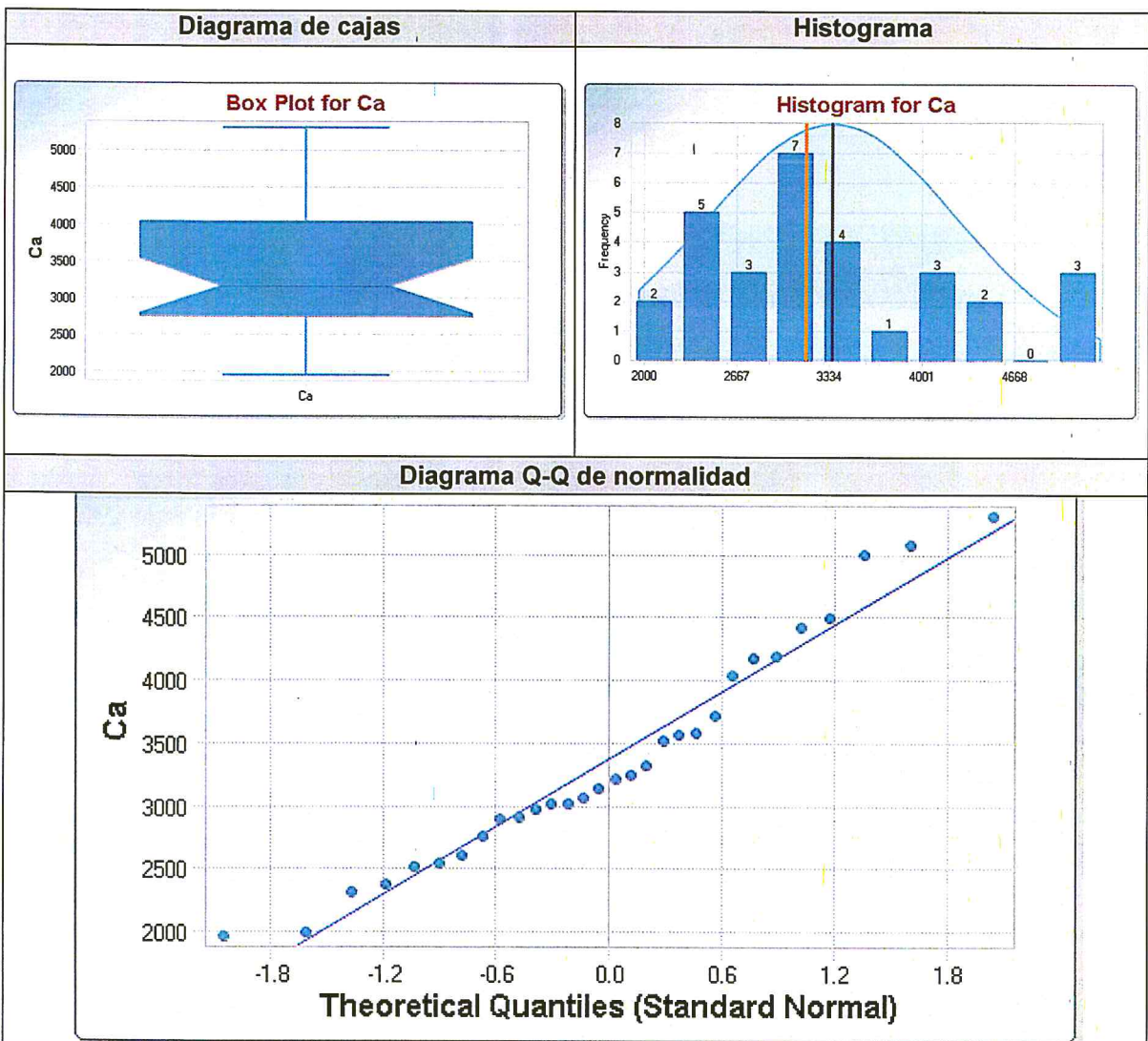


Figura 7-4. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de calcio total

①
 ↓
 ↓
 ↓
 ↓
 ↓

Tabla 7-5. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de cobre total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	31.3
Máximo	87.2
Media	55.35
Mediana	53.95
Desviación estándar	12.52
Asimetría	0.263
Curtosis	0,11
Coefficiente de variación	0.226
Primer cuartil	46.28
Tercer cuartil	62.9
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	59,23
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	76,97

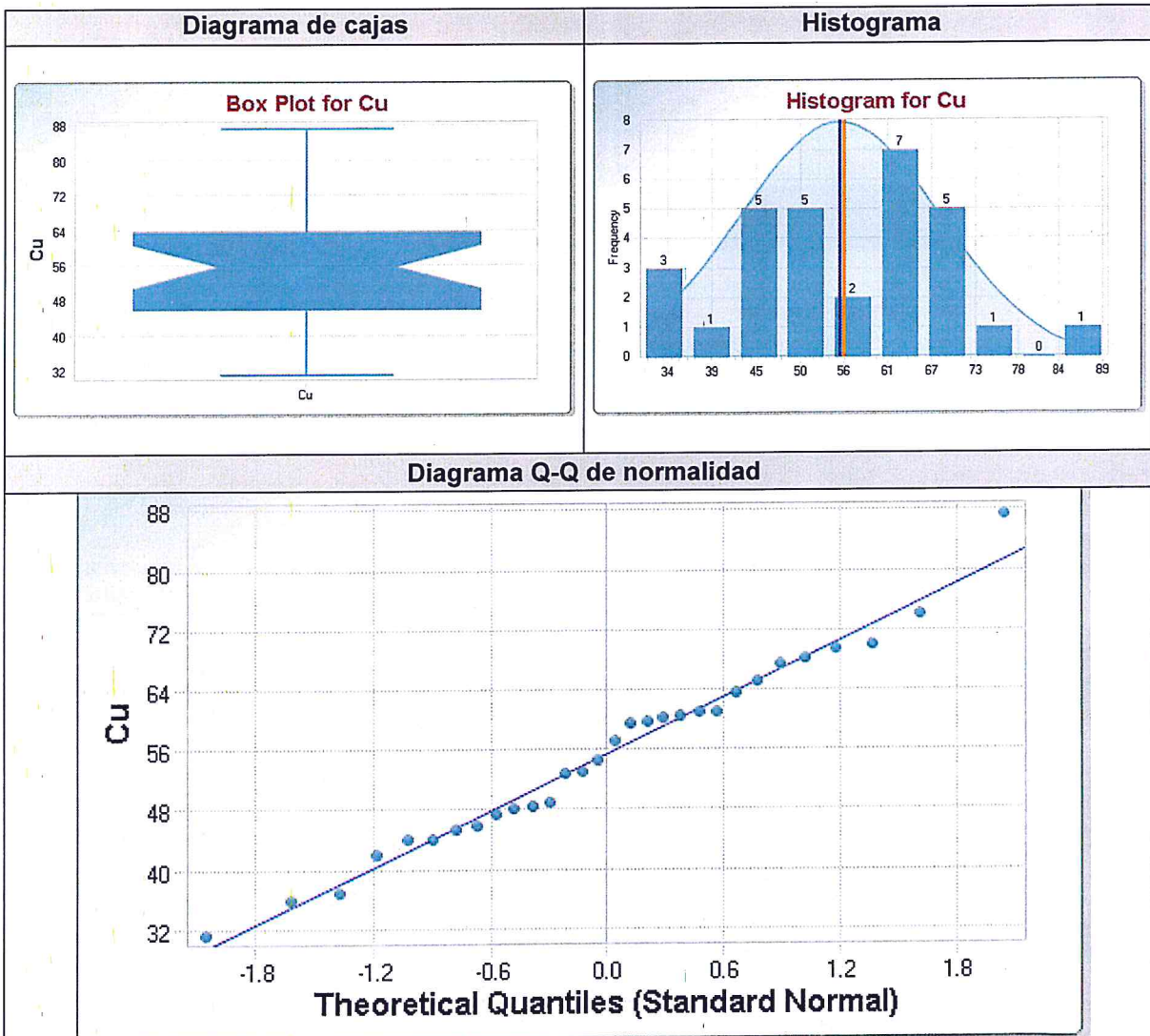


Figura 7-5. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de cobre total

A
 O
 ↓
 A
 y
 @

Tabla 7-6. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de cromo total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	26
Mínimo	0.9
Máximo	5.5
Media	3.565
Mediana	3.36
Desviación estándar	1.124
Asimetría	-0.0226
Curtosis	0,11
Coefficiente de variación	0.315
Primer cuartil	3
Tercer cuartil	4.15
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	3,942
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	5,522

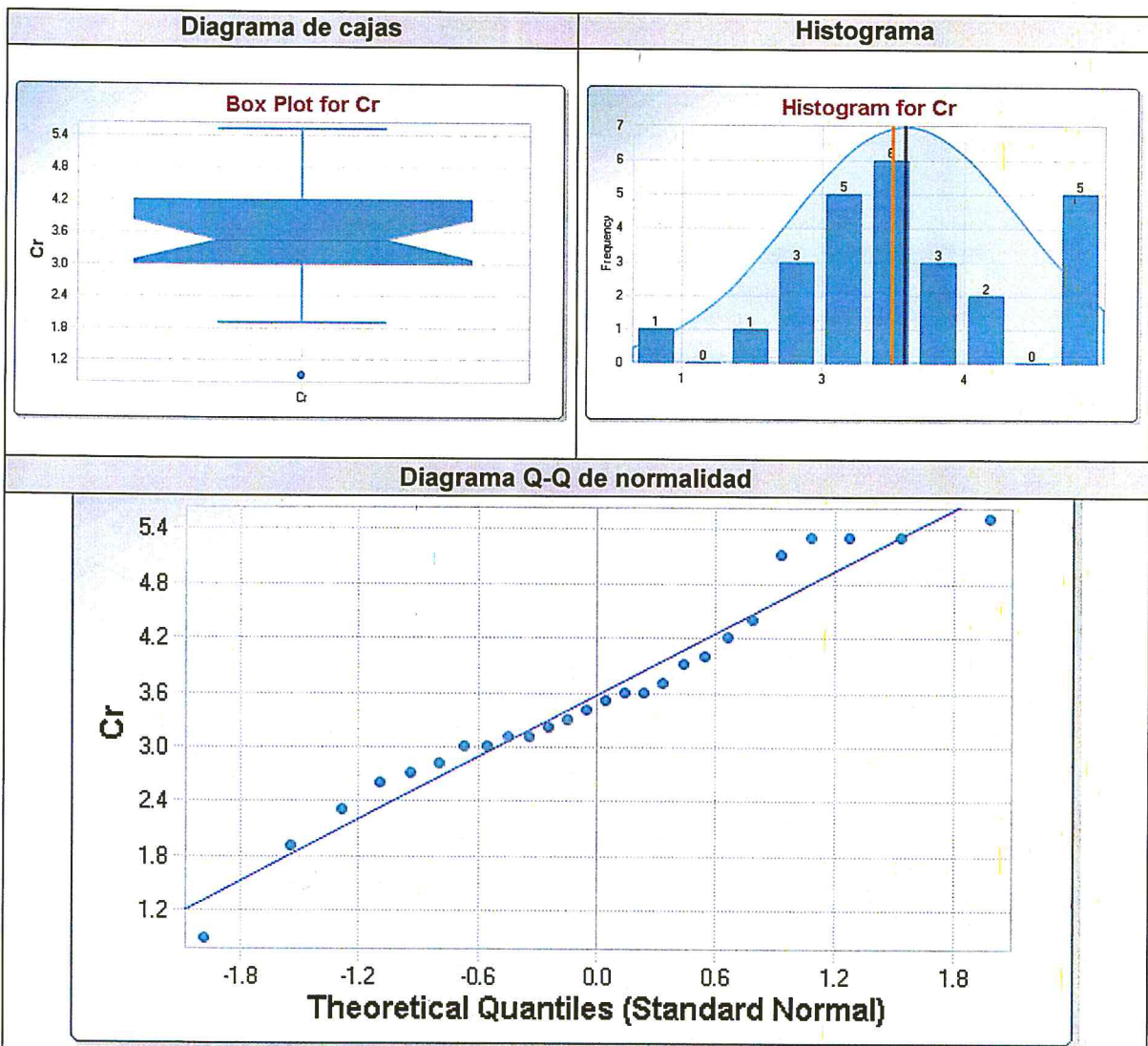


Figura 7-6. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de cromo total

@
 @
 y
 +
 D
 ↑

Tabla 7-8. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de potasio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	29
Mínimo	2110
Máximo	3346
Media	2700
Mediana	2678
Desviación estándar	355.5
Asimetría	0,429
Curtosis	-0,88
Coefficiente de variación	0.132
Primer cuartil	2441
Tercer cuartil	2964
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	2812
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	3670

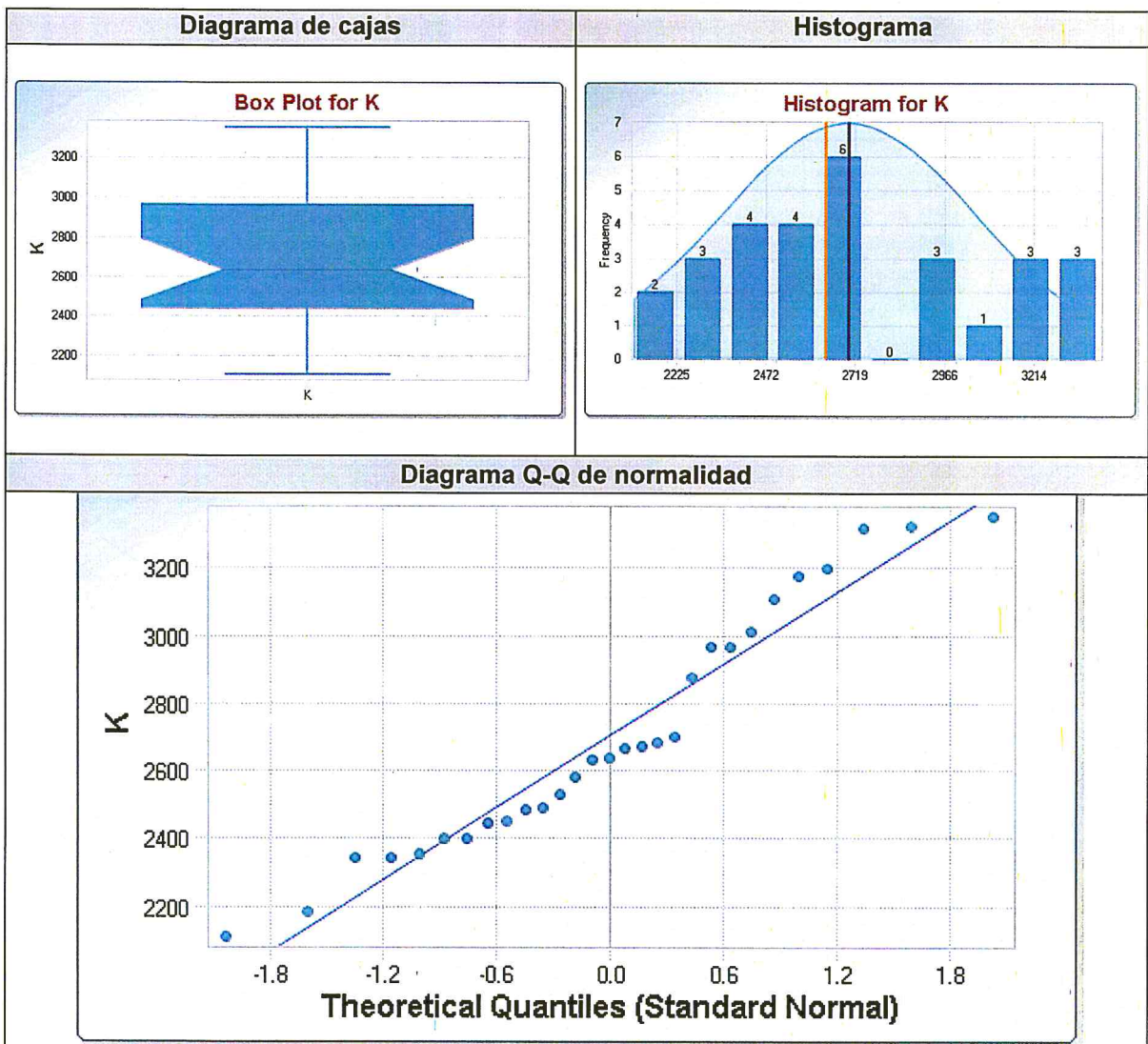


Figura 7-8. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de potasio total

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 ⑧
 ⑨
 ⑩
 ⑪
 ⑫
 ⑬
 ⑭
 ⑮
 ⑯
 ⑰
 ⑱
 ⑲
 ⑳
 ㉑
 ㉒
 ㉓
 ㉔
 ㉕
 ㉖
 ㉗
 ㉘
 ㉙
 ㉚
 ㉛
 ㉜
 ㉝
 ㉞
 ㉟
 ㊱
 ㊲
 ㊳
 ㊴
 ㊵
 ㊶
 ㊷
 ㊸
 ㊹
 ㊺
 ㊻
 ㊼
 ㊽
 ㊾
 ㊿

Tabla 7-9. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de magnesio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	2316
Máximo	6384
Media	3735
Mediana	3561
Desviación estándar	1235
Asimetría	0.958
Curtosis	-0,28
Coefficiente de variación	0.331
Primer cuartil	2779
Tercer cuartil	4374
Tipo de distribución	Lognormal
Valor de fondo (cota superior de la media)	4139
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	6051

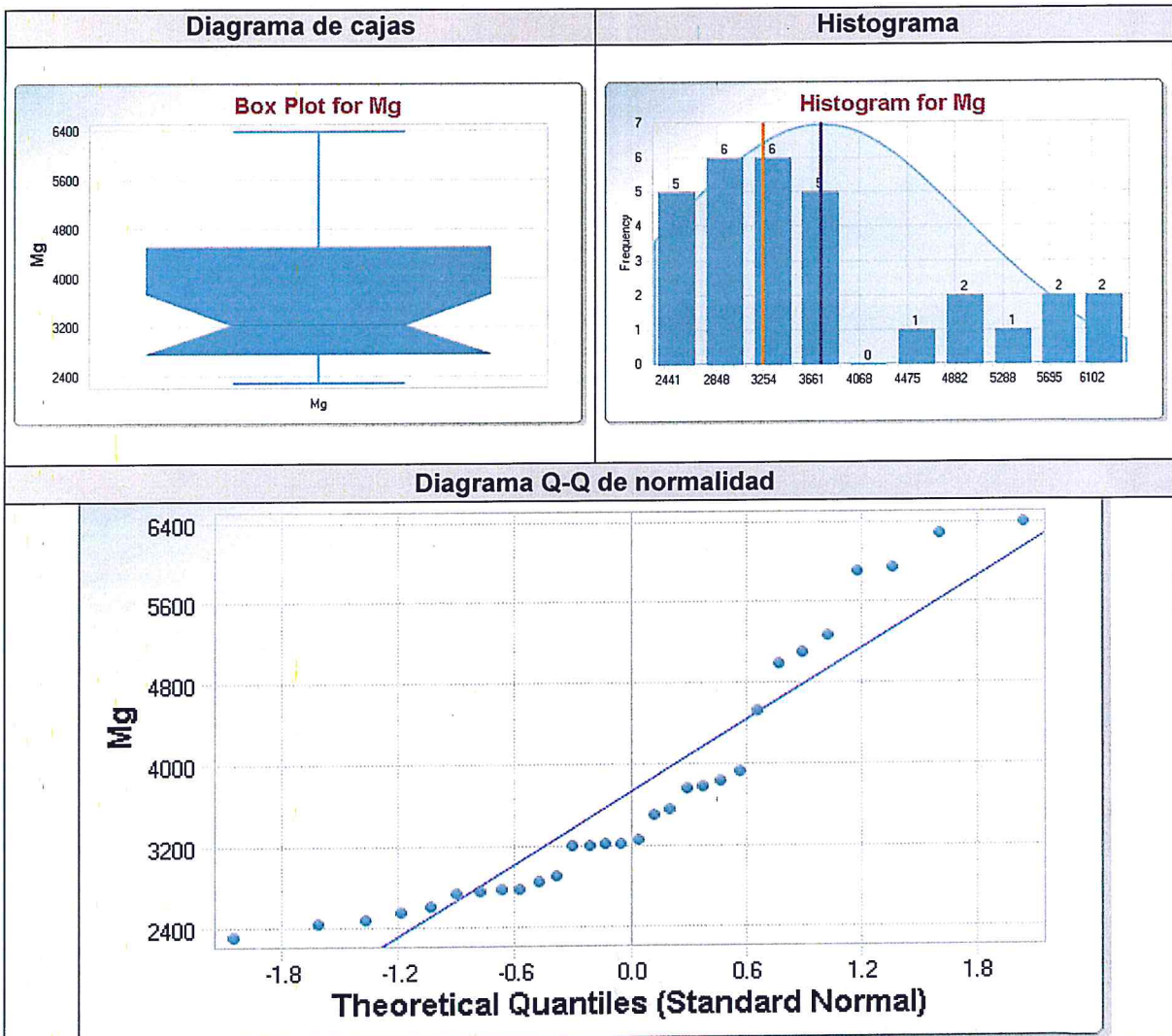
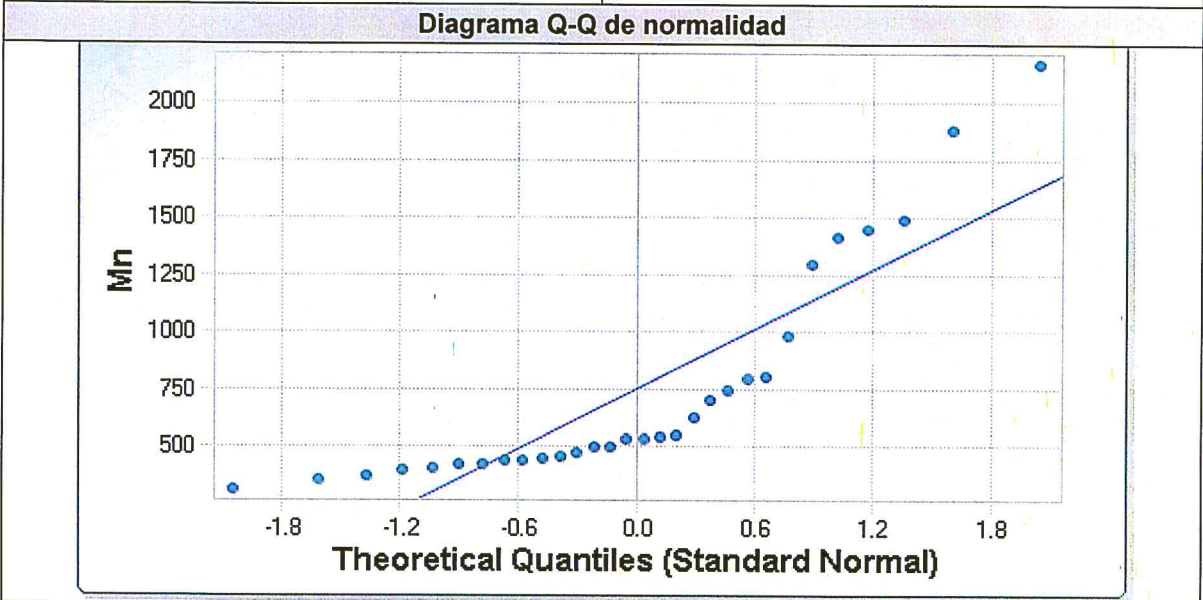
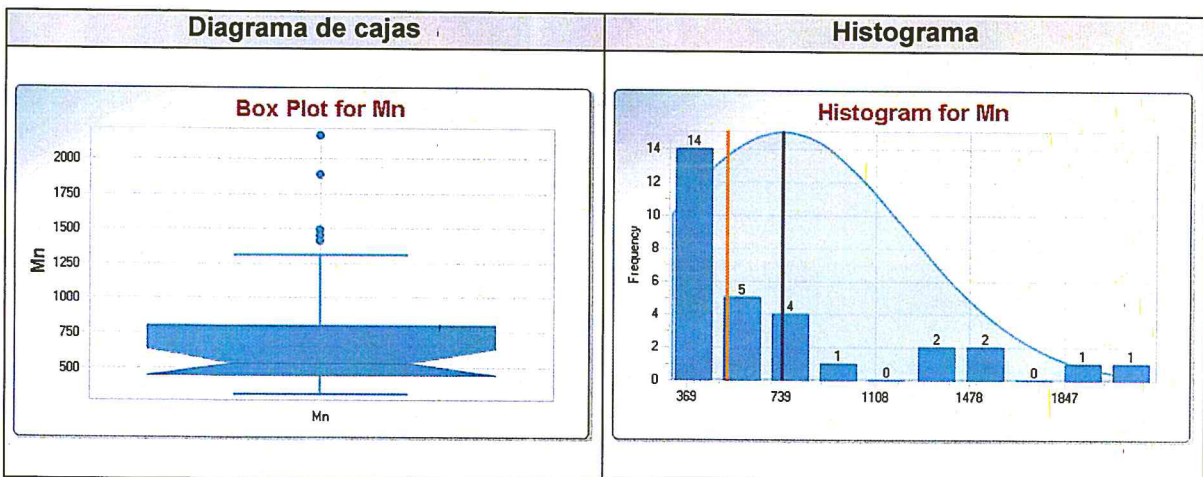


Figura 7-9. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de magnesio total

A
 D
 L
 4
 @
 ©

Tabla 7-10. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de manganeso total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	313
Máximo	2160
Media	744.8
Mediana	636.5
Desviación estándar	485.2
Asimetría	1.608
Curtosis	1,78
Coefficiente de variación	0.651
Primer cuartil	440
Tercer cuartil	796.5
Tipo de distribución	Nonparametric
Valor de fondo (cota superior de la media)	1131
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	2005



@
 @
 ↗
 ↘
 ↗
 ↘

Figura 7-10. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de manganeso total

Tabla 7-11. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de sodio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	129
Máximo	262
Media	194.6
Mediana	191.2
Desviación estándar	36.73
Asimetría	0.225
Curtosis	-0,93
Coefficiente de variación	0.189
Primer cuartil	170
Tercer cuartil	225.3
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	206
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	258

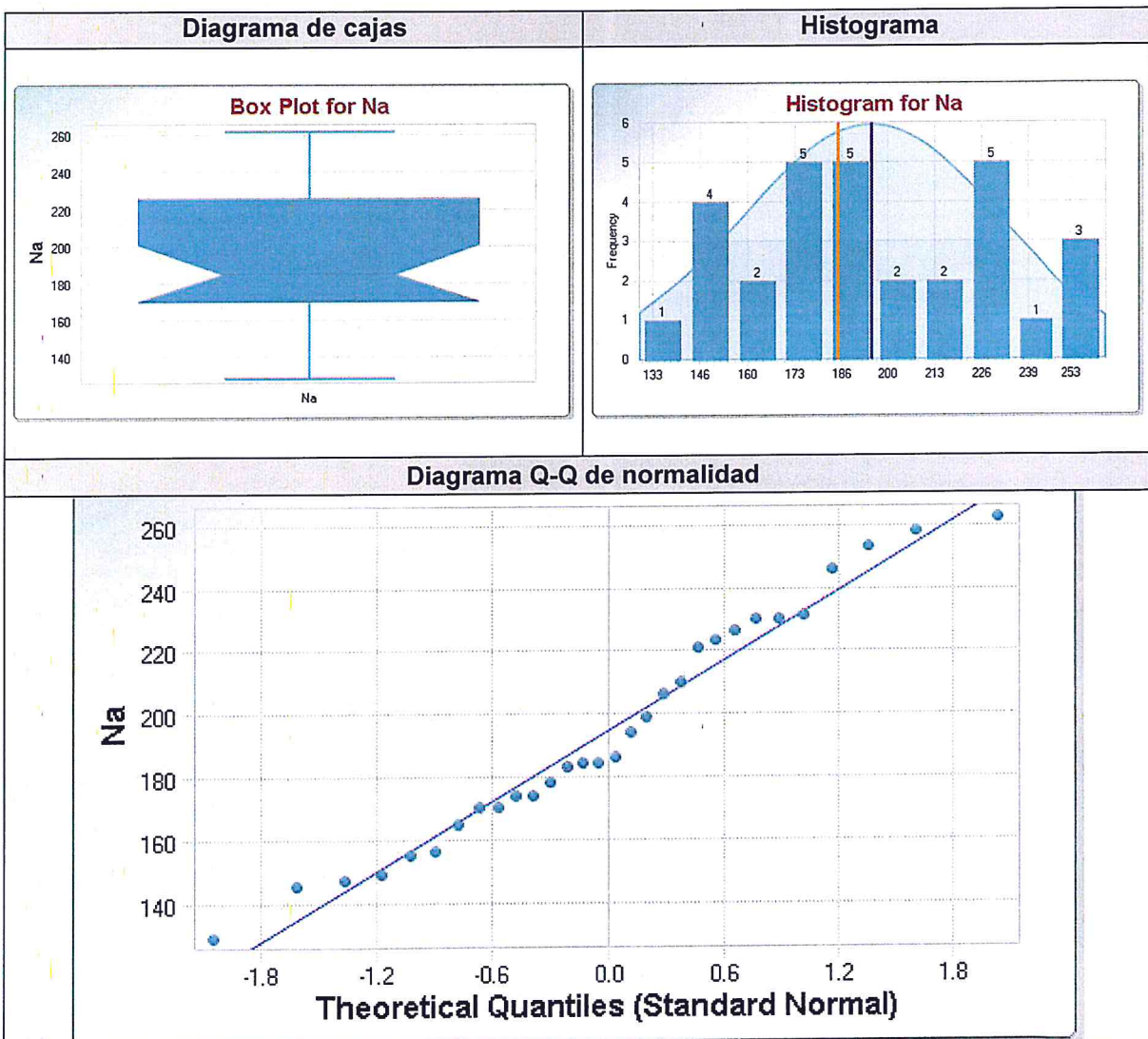


Figura 7-11. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de sodio total

↑
 ⊙
 ↓
 ↗
 7
 @

Tabla 7-12. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de fósforo total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	29
Mínimo	301
Máximo	962.1
Media	563.3
Mediana	543.1
Desviación estándar	159.4
Asimetría	0.834
Curtosis	0,17
Coefficiente de variación	0.283
Primer cuartil	469.3
Tercer cuartil	639.9
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	613,7
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	839,1

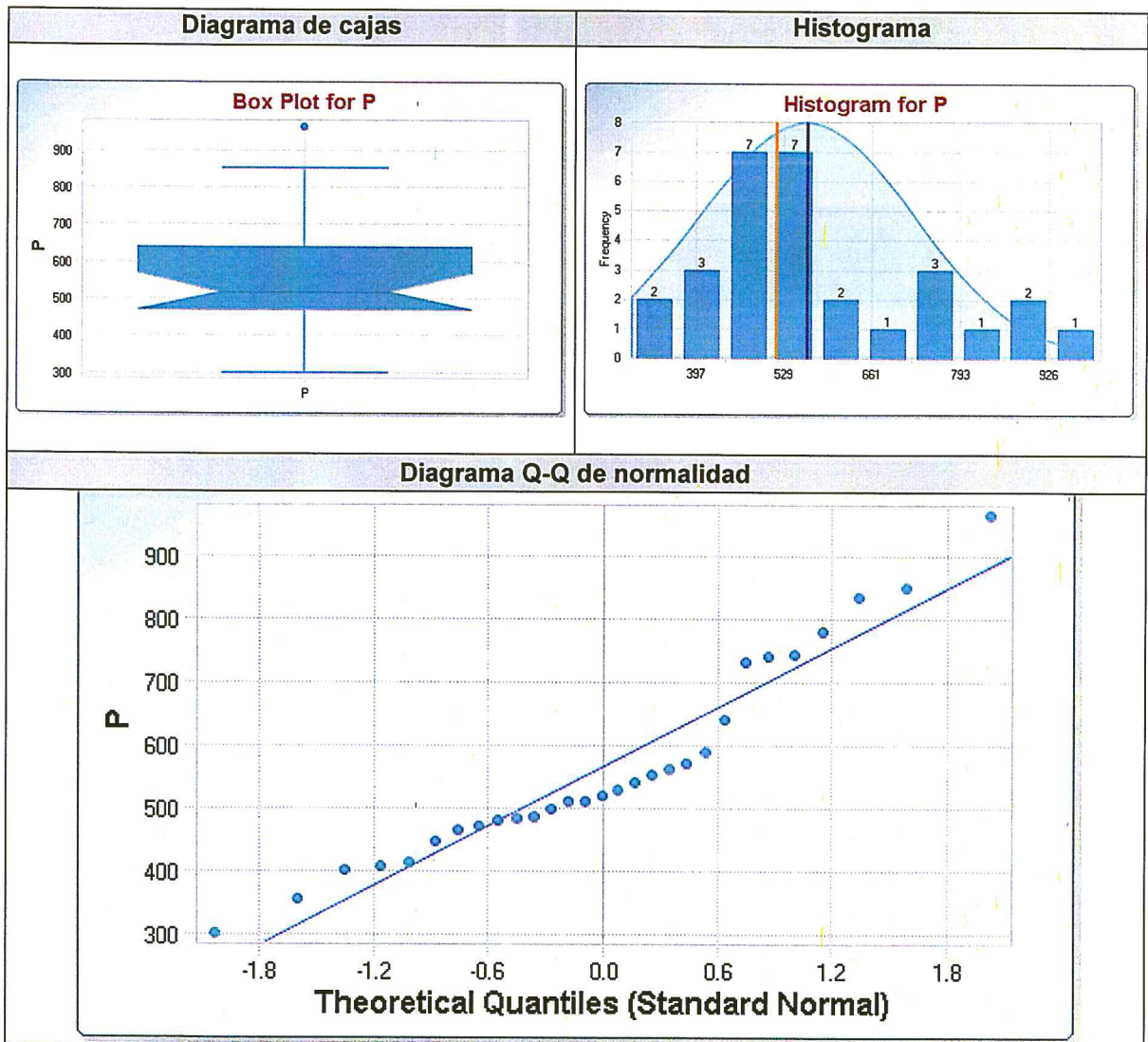


Figura 7-12. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de fósforo total

@
 @
 y
 ↗
 ↘
 ↖
 ↗

Tabla 7-13. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de silicio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	565.1
Máximo	1055
Media	836
Mediana	828.8
Desviación estándar	110.3
Asimetría	-0.0958
Curtosis	0,09
Coefficiente de variación	0.132
Primer cuartil	768.8
Tercer cuartil	912
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	870,2
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	1026

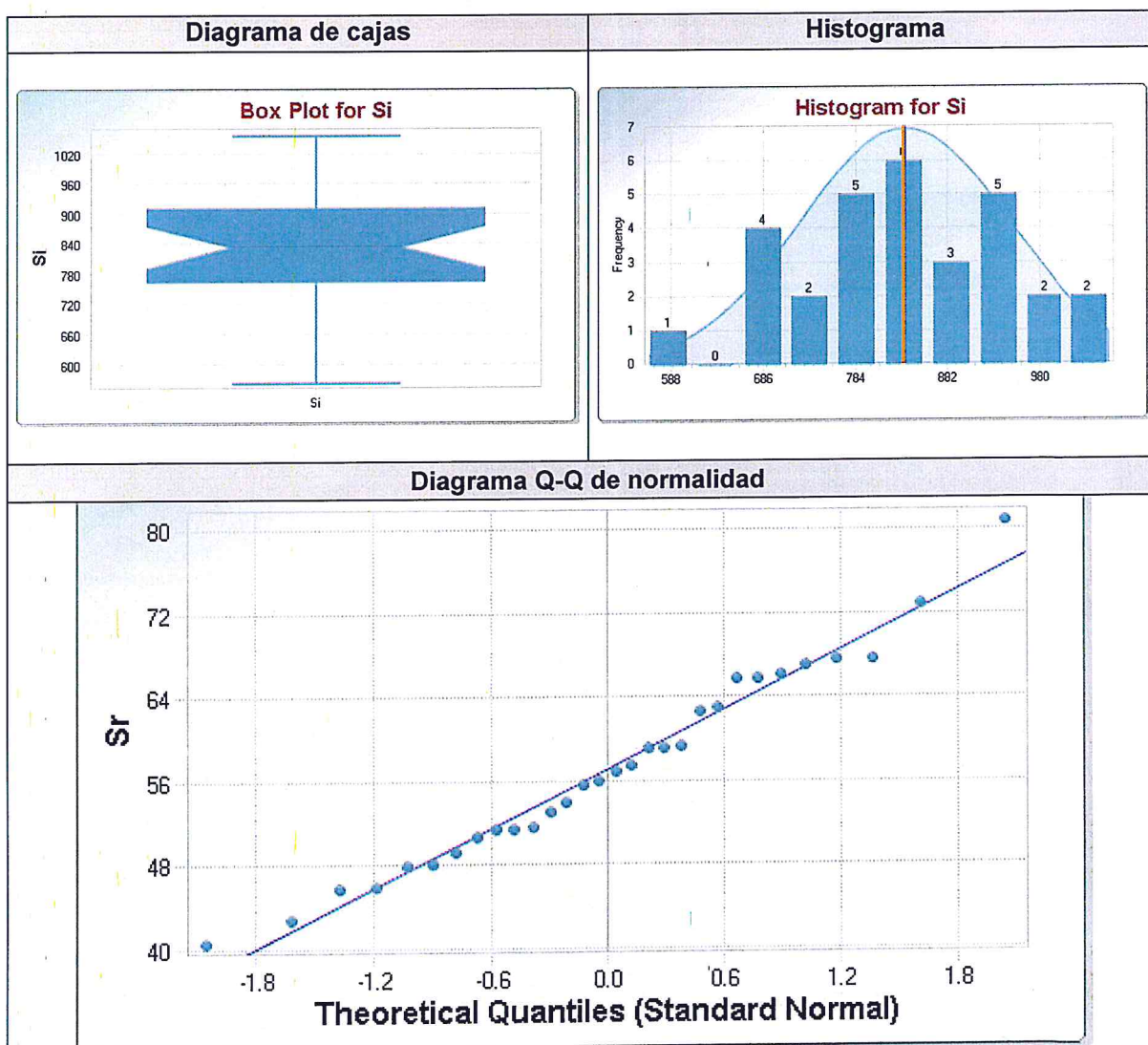


Figura 7-13. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de silicio total

A
 D
 7
 N
 @
 @

Tabla 7-14. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de estroncio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	40.6
Máximo	80.7
Media	57.13
Mediana	56.39
Desviación estándar	9.405
Asimetría	0.407
Curtosis	-0.09
Coefficiente de variación	0.165
Primer cuartil	50.85
Tercer cuartil	65.03
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	60,04
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	73,37

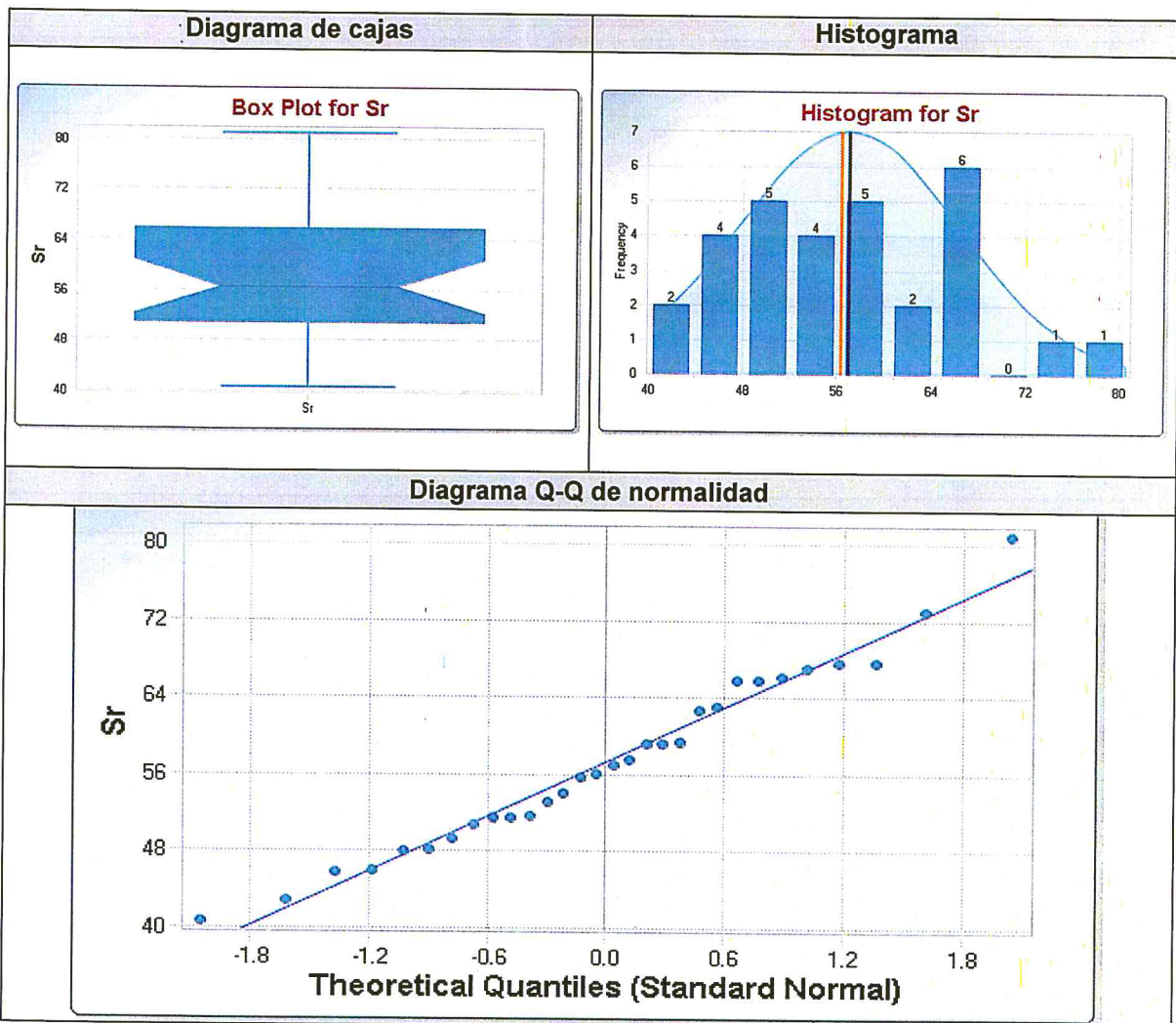


Figura 7-14. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de estroncio total

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 ⑧
 ⑨
 ⑩

Tabla 7-15. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de titanio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	356.6
Máximo	1226
Media	762.8
Mediana	738.5
Desviación estándar	185.8
Asimetría	0.00265
Curtosis	1,01
Coefficiente de variación	0.244
Primer cuartil	689.5
Tercer cuartil	863.4
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	820,4
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	1084

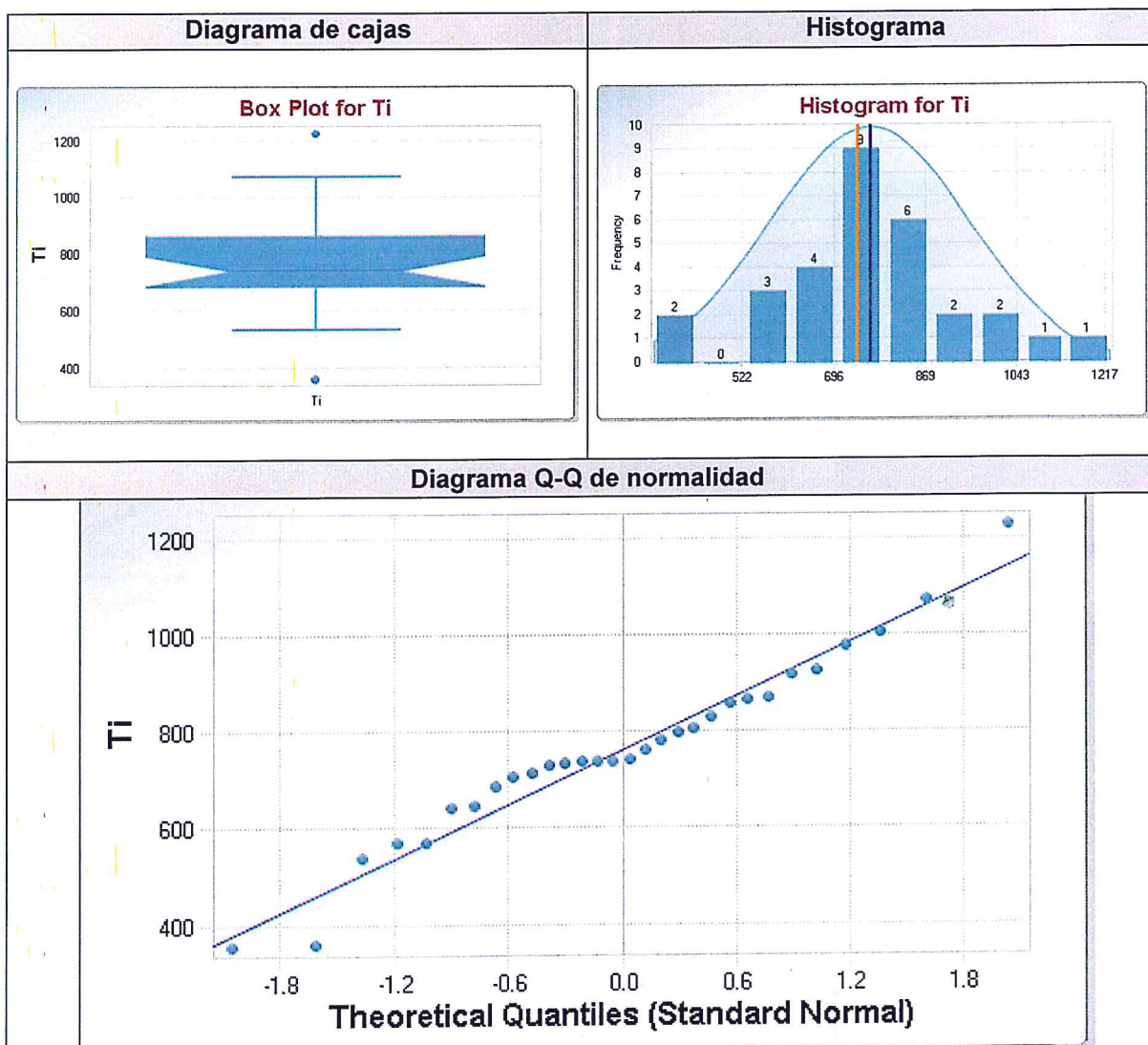


Figura 7-15. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de titanio total

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30

Tabla 7-16. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de vanadio total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	32.6
Máximo	52.7
Media	40.99
Mediana	40.45
Desviación estándar	6.838
Asimetría	0.296
Curtosis	-1,46
Coefficiente de variación	0.167
Primer cuartil	35.13
Tercer cuartil	47.13
Tipo de distribución	Normal
Valor de fondo (cota superior de la media)	43,11
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	52,8

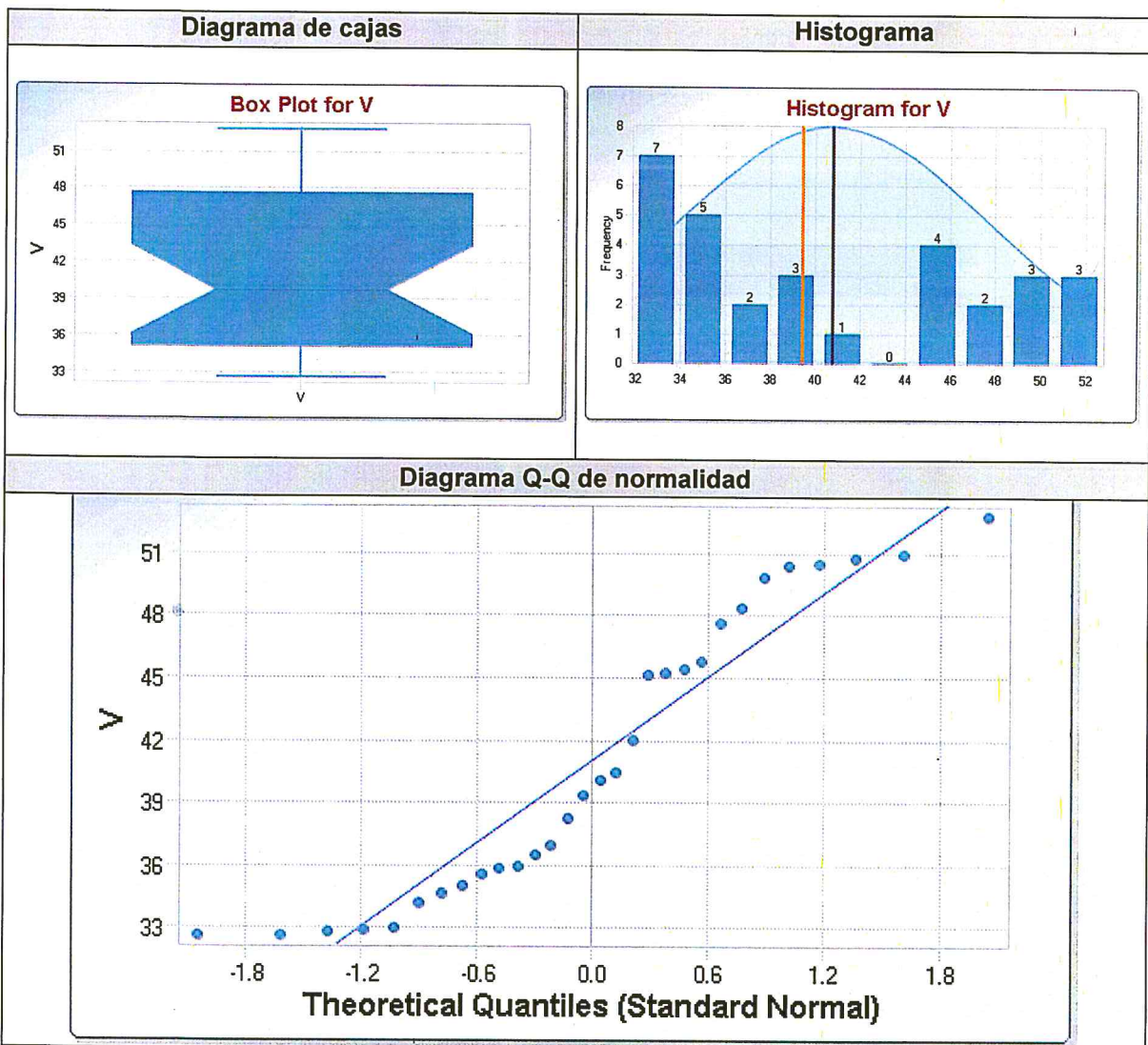


Figura 7-16. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de vanadio total

@
 @
 ~
 N
 +
 @
 ↑

Tabla 7-17. Resultados del tratamiento estadístico de las concentraciones de zinc total para obtener los valores de nivel de fondo (NF) y nivel de referencia (NR) para las áreas de potencial interés evaluadas en el sector NF2 (Tala Nuevo)

Estadísticos	Valores
Detección de valores anómalos	
Potencial valor anómalo	-
Estadística descriptiva	
N° de datos	30
Mínimo	36.6
Máximo	164.9
Media	71.43
Mediana	63.54
Desviación estándar	38.63
Asimetría	1.294
Curtosis	0,53
Coefficiente de variación	0.541
Primer cuartil	44.75
Tercer cuartil	88.65
Tipo de distribución	Nonparametric
Valor de fondo (cota superior de la media)	83,41
Valor de referencia (cota superior del percentil 95)	160,5

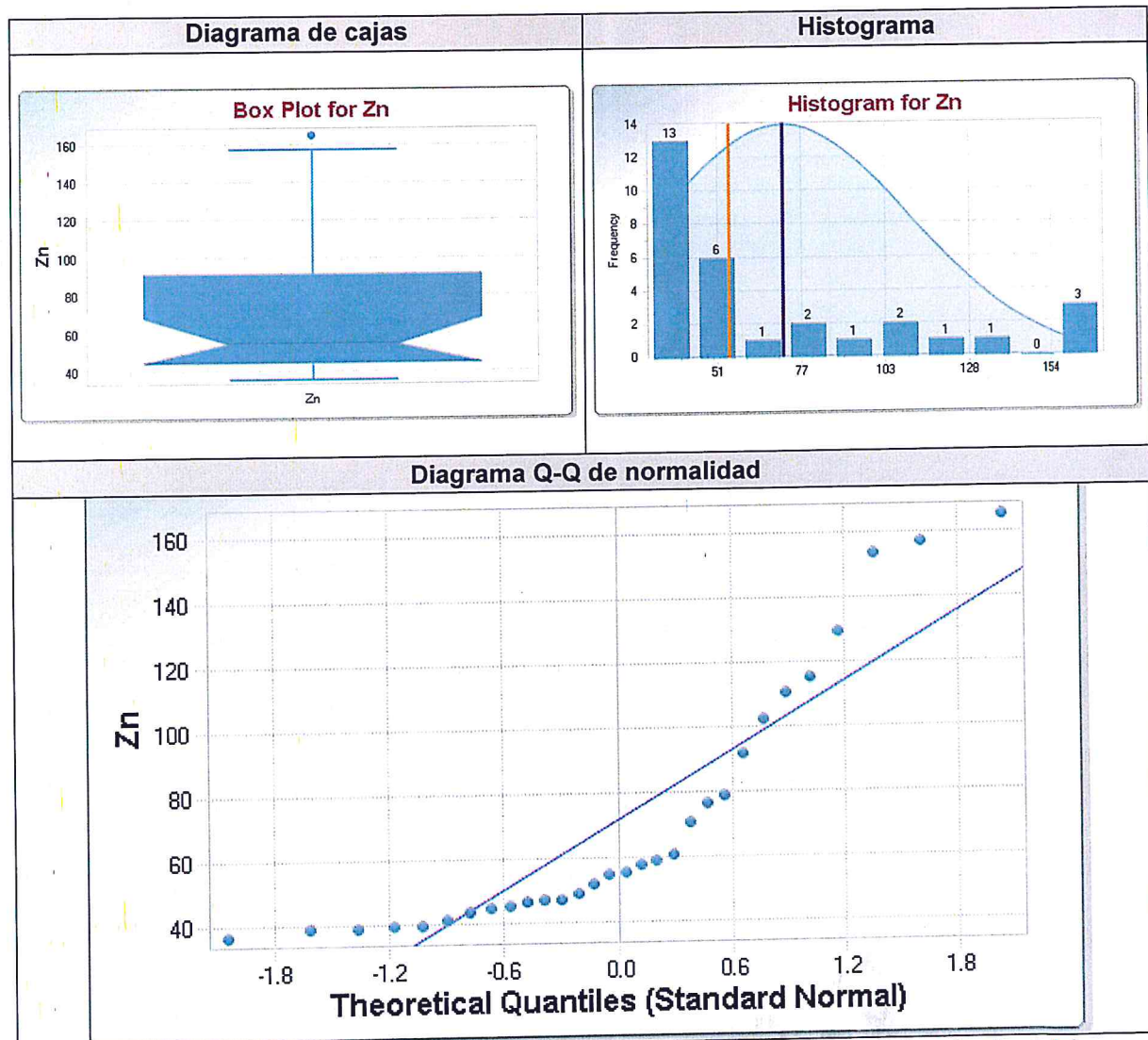


Figura 7-17. Representación gráfica de los resultados del tratamiento estadístico de zinc total

↑
 ↓
 ↗
 @
 ©

ANEXO 8



Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Cálculo de calidad ecológica

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

1
D
↓
M
A
↓
@
©

1. Calidad hidromorfológica

A continuación, se detallan las puntuaciones correspondientes a cada una de las ocho (8) características hidromorfológicas del río para la obtención de la calidad hidromorfológica.

- i. Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera. Se evaluó el estado de integridad o impacto de la vegetación presente en la orilla de los ríos y las áreas de inundación según el siguiente detalle.

Tabla 1. Naturalidad de la vegetación de ribera de páramo/puna (> 4000 m de altitud)

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Excelente	Río o quebrada rodeada por cualquier vegetación natural de puna u bosque relicto de altitud.	5
Regular	Río o quebrada rodeada de hierbas pisoteadas, ganadería o zonas agrícolas.	2
Pésima	Río o quebrada rodeada por tierra estéril o muy erosionada.	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

Tabla 2. Naturalidad de la vegetación de ribera de bosque (2000 – 4000 m de altitud)

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Excelente	Vegetación compuesta por árboles o bosques mixtos de especies nativas	5
Regular	Vegetación compuesta mayormente por arbustos o árboles introducidos como pinos o eucaliptos	3
Malo	Vegetación de ribera está compuesta por cultivos o pastos	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

- ii. Continuidad de la ribera. Se evaluó si la vegetación de ribera era continua o si estaba fragmentada a manera de parches a lo largo del tramo de estudio. El detalle es presentado a continuación.

Tabla 3. Continuidad de la vegetación de ribera

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Continua	La vegetación de ribera no tiene partes donde haya pastos o cultivos.	5
Moderada	La vegetación de ribera se presenta como grandes parches interrumpidos por cultivos, infraestructura o pastos	3
Mínima	La vegetación de ribera se presenta como pequeños parches alejados entre sí.	1

Fuente: Protocolo CERA-S.

A
 D
 +
 A
 +
 @
 @

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

- iii. Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje. Se evaluó si la vegetación de la ribera estaba conectada con otros paisajes naturales o si, por el contrario, estuvo rodeada de plantaciones, corrales o infraestructura. El detalle es presentado a continuación.

Tabla 4. Conectividad de la vegetación de ribera

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Excelente	Paisaje próximo a la zona de ribera compuesto de vegetación natural (puna o bosque) en más de un 75%.	5
Moderada	Paisaje próximo a la zona de ribera compuesto por una combinación de bosques con cultivos cuya superficie sea inferior al 50 %.	3
Regular	Vegetación de ribera próxima a elementos urbanos (viviendas, carreteras paralelas al río), pero estos ocupan menos del 50% del paisaje o un solo margen del río. El resto del paisaje está ocupado por bosque.	2
Mala	Cultivos que ocupan más del 50 % del paisaje adyacente al río, haya o no algún tipo de infraestructura.	1
Nula	Vegetación de ribera próxima a elementos urbanos (viviendas, carreteras paralelas al río), pero estos ocupan menos del 50% del paisaje o un solo margen del río. El resto del paisaje está ocupado por agricultura.	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

- iv. Presencia de basuras y escombros. Se evaluó en función a la dificultad que presente limpiarla o removerlos ya sea por su cantidad, composición o tiempo de degradación. El detalle es presentado a continuación.

Tabla 5. Presencia de basura en las riberas

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Sin basura	Ausencia de basura en la ribera y canal del río.	5
Basura escasa	Presencia de basura de forma aislada y fácil de remover (por ejemplo con una minga de una mañana)	2
Con basura	Presencia de basura acumulada como en un botadero (extraíble solo con maquinaria y remoción de tierra).	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

- v. Naturalidad del canal fluvial. Se evaluó la condición de integridad o impacto del canal del río y la forma como ha sido desarrollada, ya sea mediante el armado de estructura sólida o no. El detalle es presentado a continuación.

Handwritten notes and symbols on the left margin, including a vertical arrow pointing up, a large 'D' with a vertical line through it, and several small symbols like '@' and '©'.

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 6. Naturalidad del canal fluvial

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	PUNTAJE
Excelente	El río no muestra signos de que su cauce haya sido modificado, no esté rectificadado ni canalizado, y no tiene cemento, ni estructuras sólidas.	5
Moderada	Las terrazas adyacentes al río han sido modificadas para hacer plantaciones o para pasto para ganado.	3
Mala	Uno de los lados del canal del río está modificado por una estructura sólida.	1
Nula	Los dos lados del canal del río están modificados por estructuras sólidas.	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

- vi. Composición del sustrato. Se evaluó la presencia de los distintos sustratos presentes en el lecho río. Por cada tipo de sustrato presente se sumó un punto. Al final se obtuvieron tantos puntos como tipos de sustrato encontrados. Los tipos de sustrato y sus respectivas puntuaciones son presentados a continuación.

Tabla 7. Tipos de sustrato

TIPO DE SUSTRATO	PUNTUACIÓN	
	PRESENTE	AUSENTE
Arcillas - Arenas	1	0
Gravas	1	0
Piedras	1	0
Cantos rodados	1	0
Bloques	1	0

Fuente: Protocolo CERA-S.

- vii. Regímenes de velocidad y profundidad del río. Los regímenes de velocidad y profundidad del río se obtuvieron observando la presencia de cuatro combinaciones posibles de velocidad y profundidad del río. Cada combinación aporta un punto y se añade un punto más si el tramo de río tiene las cuatro combinaciones. El detalle para su aplicación es presentado a continuación.

Tabla 8. Regímenes de velocidad y profundidad del río

VELOCIDAD – PROFUNDIDAD	PUNTUACIÓN	
	PRESENTE	AUSENTE
Rápido (> 0,33 m/s) – somero (< 0,4 m)	1	0
Rápido (> 0,33 m/s) – profundo (> 0,4 m)	1	0
Lento (< 0,33 m/s) - somero (< 0,4 m)	1	0
Lento (< 0,33 m/s) - profundo (> 0,4 m)	1	0

Fuente: Protocolo CERA-S.



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

viii. Elementos de heterogeneidad. Se evaluó la presencia de elementos de heterogeneidad que favorecen el aumento de biodiversidad de organismos acuáticos. La presencia de cada elemento de heterogeneidad sumó un punto. Los elementos de heterogeneidad considerados fueron los siguientes:

- Hojarasca
- Troncos y ramas
- Diques naturales
- Raíces sumergidas
- Vegetación acuática sumergida (musgos y plantas)
- Acumulaciones de algas

↑
D
L
y
A

J
@
@

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cálculo de la calidad hidromorfológica
Tabla 9. Calidad hidromorfológica en la zona I (cuena Ilo-Moquegua) – Parte 1

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo					
	HID-RAsan-1	HID-RAIta-1	HID-RAsan-2	HID-QMillu-1	HID-RAsan-3	HID-QSara-1
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.						
Excelente	5	5	5	5		5
Moderado						
Regular						
Malo					1	
Pésima						
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río						
Continua			5			
Manchas grandes	3	3		3		
Manchas aisladas					1	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos						
Excelente		5				
Moderada						
Mala	2		2			
Nula				0	0	0
Presencia de basuras y escombros						
Sin basura	5	5	5	5	5	5
Basura escasa						
Con basura						
Naturalidad del canal fluvial						
Excelente	5	5	5			5
Moderada				3		
Mala					1	
Nula						
Composición del sustrato						
Arena + arcilla	1	1	1	1	1	1
Grava	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1	1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1
Bloque	1	1	1	1	1	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río						
Rápido-somero	1	1	1	1	1	1
Rápido-profundo	1	1				
Lento-somero	1	1	1	1		1
Lento-profundo	1	1				
Todas las anteriores	1	1				
Elementos de heterogeneidad						
Hojarasca						
Troncos y ramas	1	1	1	1	1	
Diques naturales	1	1	1	1		
Raíces sumergidas						
Macrófitas sumergidas						
Algas		1				
Puntuación	32	36	31	25	15	23
Calidad hidromorfológica	Buena	Excelente	Buena	Moderada	Mala	Moderada

↑
D
T
A
f
@
C

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 10. Calidad hidromorfológica en la zona I (cuenca Ilo-Moquegua) – Parte 2

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo						
	HID- RAsan-4	HID- RAsan-5	HID- RChara-4	HID- RChara-5	HID- RChara-2	HID- RChara-3	HID- RCosc-1
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.							
Excelente	5	5	5	5	5	5	5
Moderado							
Regular							
Malo							
Pésima							
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río							
Continua							
Manchas grandes	3	3	3	3	3		3
Manchas aisladas						1	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos							
Excelente		5					5
Moderada							
Mala	2		2	2	2	2	
Nula							
Presencia de basuras y escombros							
Sin basura	5	5	5	5	5	5	5
Basura escasa							
Con basura							
Naturalidad del canal fluvial							
Excelente	5	5	5	5	5	5	5
Moderada							
Mala							
Nula							
Composición del sustrato							
Arena + arcilla	1	1	1	1	1	1	1
Grava	1	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1	1	1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1	1
Bloque	1	1	1	1	1	1	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río							
Rápido-somero	1	1	1	1		1	1
Rápido-profundo		1					1
Lento-somero	1	1	1	1	1	1	1
Lento-profundo		1					
Todas las anteriores		1					
Elementos de heterogeneidad							
Hojarasca							
Troncos y ramas	1	1					1
Diques naturales							
Raíces sumergidas							
Macrófitas sumergidas							
Algas							
Puntuación	28	34	27	27	26	25	32
Calidad hidromorfológica	Moderada	Buena	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Buena

↑
①
4
/



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 11. Calidad hidromorfológica en la zona I (cuenca Ilo-Moquegua) – Parte 3

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo						
	HID-RCosc-2	HID-RCapi-2	HID-RCapi-1	HID-RHuan-1	HID-RHuan-2	HID-RTumi-1	HID-RTumi-2
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.							
Excelente	5	5	5	5	5	5	5
Moderado							
Regular							
Malo							
Pésima							
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río							
Continua						5	5
Manchas grandes	3	3		3			
Manchas aisladas			1		1		
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos							
Excelente		5	5		5		
Moderada				3			
Mala	1					1	1
Nula							
Presencia de basuras y escombros							
Sin basura	5	5	5	5	5	5	5
Basura escasa							
Con basura							
Naturalidad del canal fluvial							
Excelente	5	5			5	5	5
Moderada							
Mala			1	1			
Nula							
Composición del sustrato							
Arena + arcilla	1	1	1	1	1	1	1
Grava	1	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1	1	1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1	1
Bloque	1	1	1	1	1	1	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río							
Rápido-somero		1	1	1	1		
Rápido-profundo							
Lento-somero		1	1	1	1		
Lento-profundo							
Todas las anteriores	5					5	5
Elementos de heterogeneidad							
Hojarasca							1
Troncos y ramas				1			
Diques naturales							
Raíces sumergidas							
Macrófitas sumergidas							1
Algas					1	1	1
Puntuación	29	30	24	25	29	32	34
Calidad hidromorfológica	Buena	Buena	Moderada	Moderada	Buena	Buena	Buena

↑
0
4
B
f
@
E



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 12. Calidad hidromorfológica en la zona II (cuenca Locumba)

Características hidromorfológicas	Punto de muestreo
	HID-QYari-1
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.	
Excelente	5
Moderado	
Regular	
Malo	
Pésima	
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río	
Continua	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos	
Excelente	5
Moderada	
Mala	
Nula	
Presencia de basuras y escombros	
Sin basura	5
Basura escasa	
Con basura	
Naturalidad del canal fluvial	
Excelente	5
Moderada	
Mala	
Nula	
Composición del sustrato	
Arena + arcilla	1
Grava	1
Piedras	1
Canto rodado	1
Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
Rápido-somero	
Rápido-profundo	
Lento-somero	1
Lento-profundo	
Todas las anteriores	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Macrófitas sumergidas	
Algas	
Puntuación	29
Calidad hidromorfológica	Buena

↑
D
y
A

f
@
@



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 13. Calidad hidromorfológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 1

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo					
	HID-RTiti-1	HID-RTiti-2	HID-RVizc-6	HID-RVizc-3	HID-RHuar-2	HID-QQueu-1
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.						
Excelente	5	5	5	5		5
Moderado					3	
Regular						
Malo						
Pésima						
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río						
Continua		5	5	5		5
Manchas grandes	3				3	
Manchas aisladas						
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos						
Excelente		5	5			5
Moderada					3	
Mala	2			2		
Nula						
Presencia de basuras y escombros						
Sin basura	5	5	5	5		5
Basura escasa					2	
Con basura						
Naturalidad del canal fluvial						
Excelente	5	5	5	5	5	5
Moderada						
Mala						
Nula						
Composición del sustrato						
Arena + arcilla	1	1		1		
Grava	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1	1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1
Bloque		1	1	1		
Regímenes de velocidad y profundidad del río						
Rápido-somero	1	1		1	1	
Rápido-profundo		1			1	
Lento-somero	1	1	1	1	1	1
Lento-profundo	1				1	
Todas las anteriores						
Elementos de heterogeneidad						
Hojarasca						
Troncos y ramas						
Diques naturales				1		
Raíces sumergidas						
Macrófitas sumergidas				1	1	
Algas			1		1	
Puntuación	27	33	31	31	25	29
Calidad hidromorfológica	Moderada	Buena	Buena	Buena	Moderada	Buena

A
 D
 4
 A
 J
 @
 E

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 14. Calidad hidromorfológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 2

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo					
	HID-QQueu-2	HID-RCala-3	HID-RCala-4	HID-RCala-2	HID-RChin-1	HID-RVizc-4
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.						
Excelente		5		5	5	5
Moderado	3		3			
Regular						
Malo						
Pésima						
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río						
Continua		5	5	5	5	
Manchas grandes	3					
Manchas aisladas						1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos						
Excelente	5	5	5			5
Moderada						
Mala				2	2	
Nula						
Presencia de basuras y escombros						
Sin basura	5	5	5	5	5	5
Basura escasa						
Con basura						
Naturalidad del canal fluvial						
Excelente	5	5	5	5	5	5
Moderada						
Mala						
Nula						
Composición del sustrato						
Arena + arcilla	1	1	1	1	1	1
Grava	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1	1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1
Bloque		1		1	1	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río						
Rápido-somero		1	1	1	1	
Rápido-profundo						
Lento-somero	1	1	1	1	1	
Lento-profundo						
Todas las anteriores						5
Elementos de heterogeneidad						
Hojarasca						
Troncos y ramas						
Diques naturales						1
Raíces sumergidas						
Macrófitas sumergidas	1	1			1	
Algas			1	1		
Puntuación	27	33	30	30	30	32
Calidad hidromorfológica	Moderada	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

↑
D
2
y
A
f
@
E

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 15. Calidad hidromorfológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 3

Características hidromorfológicas	Puntos de muestreo						
	HID-RVizc-5	HID-R.Tr.Chil-2	HID-RChil-3	HID-RChil-4	HID-RChil-5	HID-RChil-2	HID-RVizc-2
Estructura y naturalidad de la vegetación de ribera.							
Excelente	5		5	5		5	5
Moderado		3			3		
Regular							
Malo							
Pésima							
Continuidad de la vegetación de ribera a lo largo del río							
Continua	5	5	5	5		5	
Manchas grandes					3		3
Manchas aisladas							
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos del paisaje adyacentes o próximos							
Excelente	5	5			5		
Moderada							
Mala			2	2		2	2
Nula							
Presencia de basuras y escombros							
Sin basura	5	5	5	5		5	5
Basura escasa					2		
Con basura							
Naturalidad del canal fluvial							
Excelente	5	5	5	5	5	5	5
Moderada							
Mala							
Nula							
Composición del sustrato							
Arena + arcilla	1	1	1	1	1	1	1
Grava	1	1	1	1	1	1	1
Piedras	1	1	1		1	1	1
Canto rodado	1	1	1	1	1	1	1
Bloque	1	1				1	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río							
Rápido-somero					1	1	
Rápido-profundo					1		
Lento-somero		1			1	1	
Lento-profundo							
Todas las anteriores	5		5	5			5
Elementos de heterogeneidad							
Hojarasca							
Troncos y ramas							
Diques naturales						1	1
Raíces sumergidas							
Macrófitas sumergidas	1		1	1	1	1	1
Algas			1	1	1		
Puntuación	36	29	33	32	27	31	32
Calidad hidromorfológica	Excelente	Buena	Buena	Buena	Moderada	Buena	Buena

↑
①
②
③

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

2. Calidad biológica

Tabla 16. Puntuaciones del *Andean Biotic Index* (Ríos *et al.*, 2014) para las familias de Macroinvertebrados acuáticos de los Andes Tropicales distribuidos desde los 2000 m.s.n.m. hasta el límite con las nieves perpetuas.

Orden	Familia	Puntuación	Orden	Familia	Puntuación
Turbellaria		5	Lepidoptera	Pyralidae	4
Hirudinea		3	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Oligochaeta		1		Lampyridae	5
Gastropoda	Ancylidae	6		Psephenidae	5
	Physidae	3		Scirtidae	3
	Hydrobiidae	3		Staphylinidae	5
	Limnaeidae	3		Elmidae	5
	Planorbidae	3		Dryopidae	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Gyrinidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6		Dytiscidae	3
Ostracoda		3		Hydrophilidae	5
Hydracarina		4		Hydraenidae	10
Ephemeroptera	Baetidae	4	Diptera	Blepharoceridae	5
	Leptophlebiidae	10		Simuliidae	4
	Leptophyphidae	7		Tabanidae	5
	Oligoneuriidae	10		Tipulidae	4
Odonata	Aeshnidae	6		Limoniidae	4
	Gomphidae	8		Ceratopogonidae	4
	Libellulidae	6		Dixidae	3
	Coenagrionidae	6		Psychodidae	4
	Calopterygidae	8		Dolichopodidae	4
	Polythoridae	10		Stratiomyidae	4
Plecoptera	Perlidae	10		Empididae	2
	Gripopterygidae	10		Chironomidae	2
Heteroptera	Veliidae	5		Culicidae	2
	Gerridae	5		Ephydriidae	2
	Corixidae	5		Athericidae	10
	Notonectidae	5		Syrphidae	1
	Belostomatidae	4			
	Naucoridae	5			
Trichoptera	Helicopsychidae	10			
	Calamoceratidae	10			
	Odontoceridae	10			
	Leptoceridae	8			
	Polycentropodidae	8			
	Hydroptilidae	6			
	Xiphocentronidae	8			
	Hydrobyosidae	8			
	Glossosomatidae	7			
	Hydropsychidae	5			
	Anomalopsychidae	10			
	Philopotamidae	8			
	Limnephilidae	7			

Fuente: Ríos *et al.* (2014).

Handwritten notes and symbols on the left margin, including an upward arrow, a large 'D' shape, and various scribbles.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Cálculo de la calidad biológica

Tabla 17. Calidad biológica en la zona I (cuenca Ilo-Moquegua) – Parte 1

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo					
		HID-RAsan-1	HID-RAIta-1	HID-RAsan-2	HID-QMillu-1	HID-RAsan-3	HID-QSara-1
Turbellaria	5	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	3	3	0	3	0	0	0
Oligochaeta	1	1	1	1	0	1	1
Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0
Hyaellidae	6	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	3	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	4	0	0	0	0	0	0
Baetidae	4	4	4	4	0	4	4
Leptophlebiidae	10	0	10	10	0	10	0
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	6	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	10	10	10	10	0	0	0
Corixidae	5	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	6	6	0	0	0	0	0
Hydrobiosidae	8	0	8	8	8	8	8
Limnephilidae	7	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	3	0	3	0	0	0	3
Elmidae	5	5	5	5	0	5	0
Dytiscidae	3	0	0	0	0	0	3
Simuliidae	5	5	5	5	0	0	5
Tabanidae	4	0	0	0	0	0	0
Tipulidae	5	0	5	0	0	0	0
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	4	0	0	0	0	0
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	4	0	0	0	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0
Muscidae	2	0	2	0	2	2	2
Physidae	3	0	0	0	0	0	0
Blepharoceridae	10	10	10	10	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	0	0	0
Puntuación		50	69	58	12	32	28
Calidad biológica		Buena	Buena	Buena	Mala	Moderada	Moderada

↑
D
y
A
@
@

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 18. Calidad biológica en la zona I (cuenca Ilo-Moquegua) – Parte 2

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo						
		HID- RAsan-4	HID- RAsan-5	HID- RChara-4	HID- RChara-5	HID- RChara-2	HID- RChara-3	HID- RCosc-1
Turbellaria	5	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	3	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	1	0	0	0	0	0	1	0
Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Hyalellidae	6	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	3	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	4	0	0	0	0	0	4	0
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4	4
Leptophlebiidae	10	0	10	10	10	10	10	10
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	6	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	10	0	0	0	0	0	0	0
Corixidae	5	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0
Hydrobiosidae	8	0	8	8	8	8	8	0
Limnephilidae	7	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	3	0	0	3	0	0	0	0
Elmidae	5	5	5	5	0	0	0	0
Dytiscidae	3	0	0	0	3	3	3	0
Simuliidae	5	5	5	5	5	5	5	5
Tabanidae	4	0	0	0	4	0	0	0
Tipulidae	5	0	0	0	5	5	5	5
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	0	0	4	0	0	0	0
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	0	0	0	0	4	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	2	0
Muscidae	2	0	2	0	2	0	2	2
Physidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Blepharoceridae	10	10	10	0	0	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	0	0	0	0
Puntuación		26	46	41	43	37	50	28
Calidad biológica		Mala	Buena	Moderada	Moderada	Moderada	Buena	Moderada



«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 19. Calidad biológica en la zona I (cuenca Ilo-Moquegua) – Parte 3

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo						
		HID-RCosc-2	HID-RCapi-2	HID-RCapi-1	HID-RHuan-1	HID-RHuan-2	HID-RTumi-1	HID-RTumi-2
Turbellaria	5	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	3	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	1	0	0	0	0	0	1	0
Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Hyalellidae	6	0	0	0	6	0	0	0
Ostracoda	3	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	4	0	0	0	4	4	0	0
Baetidae	4	4	4	4	4	4	4	4
Leptophlebiidae	10	10	10	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0	7
Aeshnidae	6	0	0	6	6	6	0	6
Gripopterygidae	10	10	0	0	0	0	0	0
Corixidae	5	0	0	0	0	0	0	0
Hydroptilidae	6	0	0	0	6	6	0	6
Hydrobiosidae	8	8	0	8	0	0	8	0
Limnephilidae	7	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	3	0	0	0	0	0	3	0
Elmidae	5	5	5	5	5	5	5	5
Dytiscidae	3	3	0	0	3	3	0	0
Simuliidae	5	5	5	5	5	5	0	5
Tabanidae	4	0	4	4	4	0	4	0
Tipulidae	5	0	5	5	5	5	5	0
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	0	0	0	0	0	0	0
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	0	0	0	0	4	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	2	0	0	2	2	2	2	0
Physidae	3	0	0	0	0	3	0	0
Blepharoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	8	0	0	0
Puntuación		47	35	41	60	45	38	35
Calidad biológica		Buena	Moderada	Moderada	Buena	Buena	Moderada	Moderada

1
 D
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 20. Calidad biológica en la zona II (cuenca Locumba)

Orden/Familia	Valor	Punto de muestreo
		HID-QYari-1
Turbellaria	5	0
Hirudinea	3	0
Oligochaeta	1	1
Planorbidae	3	0
Sphaeriidae	3	0
Hyalellidae	6	0
Ostracoda	3	3
Hydracarina	4	0
Baetidae	4	4
Leptophlebiidae	10	0
Leptohyphidae	7	0
Aeshnidae	6	6
Gripopterygidae	10	0
Corixidae	5	0
Hydroptilidae	6	6
Hydrobiosidae	8	0
Limnephilidae	7	0
Staphylinidae	3	3
Elmidae	5	5
Dytiscidae	3	0
Simuliidae	5	5
Tabanidae	4	4
Tipulidae	5	0
Ceratopogonidae	4	4
Dolichopodidae	4	0
Psychodidae	3	3
Empididae	4	0
Chironomidae	2	2
Ephydriidae	2	0
Muscidae	2	0
Physidae	3	0
Blepharoceridae	10	0
Gomphidae	8	0
Puntuación		46
Calidad biológica		Buena

A
D
L
M
S
L
@
@



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 21. Calidad biológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 1

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo					
		HID-RTiti-1	HID-RTiti-2	HID-RVizc-6	HID-RVizc-3	HID-RHuar-2	HID-QQueu-1
Turbellaria	5	0	0	5	5	0	0
Hirudinea	3	0	0	0	0	3	0
Oligochaeta	1	0	1	1	0	0	1
Planorbidae	3	0	0	0	0	3	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	3	0
Hyalellidae	6	0	0	0	6	6	0
Ostracoda	3	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	4	4	4	0	4	0	0
Baetidae	4	4	0	4	4	4	0
Leptophlebiidae	10	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	6	0	0	0	6	0	0
Gripopterygidae	10	10	0	0	0	10	0
Corixidae	5	5	5	5	0	5	0
Hydroptilidae	6	0	0	6	6	6	0
Hydrobiosidae	8	0	0	8	0	0	0
Limnephilidae	7	0	0	0	0	7	0
Staphylinidae	3	0	0	0	0	0	0
Elmidae	5	5	5	5	5	5	0
Dytiscidae	3	0	0	0	0	0	0
Simuliidae	5	5	0	0	0	0	0
Tabanidae	4	0	4	4	4	0	0
Tipulidae	5	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	0	0	0	0	0	0
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	0	0	0	0	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	2	0	0	0	0	0
Muscidae	2	0	0	0	0	2	2
Physidae	3	0	0	0	0	0	0
Blepharoceridae	10	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	0	0	0
Puntuación		37	21	40	42	56	5
Calidad biológica		Moderada	Mala	Moderada	Moderada	Buena	Pésima

↑
D
L
B
f
@
e

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 22. Calidad biológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 2

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo					
		HID-QQueu-2	HID-RCala-3	HID-RCala-4	HID-RCala-2	HID-RChin-1	HID-RVizc-4
Turbellaria	5	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	3	0	0	3	3	0	0
Oligochaeta	1	0	1	1	1	1	0
Planorbidae	3	0	0	0	0	3	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0
Hyalellidae	6	6	0	6	6	6	6
Ostracoda	3	0	0	0	0	3	0
Hydracarina	4	0	0	0	0	0	0
Baetidae	4	0	0	4	4	4	4
Leptophlebiidae	10	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	6	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	10	0	0	10	0	10	0
Corixidae	5	0	0	0	5	0	0
Hydroptilidae	6	0	6	0	0	6	0
Hydrobiosidae	8	0	0	0	0	8	8
Limnephilidae	7	0	0	7	0	0	0
Staphylinidae	3	0	0	3	3	0	0
Elmidae	5	5	5	5	5	5	5
Dytiscidae	3	0	0	0	0	0	0
Simuliidae	5	0	5	5	5	0	0
Tabanidae	4	4	4	4	4	4	4
Tipulidae	5	0	0	0	0	5	0
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	4	4	4	0	4	4
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	0	0	0	0	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0
Muscidae	2	0	0	0	2	0	0
Physidae	3	0	0	0	0	0	0
Blepharoceridae	10	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	0	0	0
Puntuación		21	27	54	40	61	33
Calidad biológica		Mala	Moderada	Buena	Moderada	Buena	Moderada

↑
 ↓
 y
 A
 J
 @
 ©



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 23. Calidad biológica en la zona III (cuenca Tambo) – Parte 3

Orden/Familia	Valor	Puntos de muestreo						
		HID- RVizc-5	HID- R.Tr.Chil-2	HID- RChil-3	HID- RChil-4	HID- RChil-5	HID- RChil-2	HID- RVizc-2
Turbellaria	5	0	0	0	0	0	5	0
Hirudinea	3	3	0	0	0	0	3	0
Oligochaeta	1	1	1	0	0	1	0	0
Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Hyalellidae	6	6	0	6	6	6	6	6
Ostracoda	3	0	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	4	0	0	0	0	0	0	0
Baetidae	4	4	0	0	4	4	4	0
Leptophlebiidae	10	0	0	0	0	0	0	0
Leptohyphidae	7	0	0	0	0	0	0	0
Aeshnidae	6	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	10	0	0	10	10	10	10	10
Corixidae	5	5	0	0	0	5	5	5
Hydroptilidae	6	6	0	6	6	6	0	0
Hydrobiosidae	8	8	0	0	0	8	8	8
Limnephilidae	7	0	0	0	0	0	0	0
Staphylinidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	5	5	0	5	5	5	5	5
Dytiscidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Simuliidae	5	0	0	0	0	0	0	0
Tabanidae	4	4	4	0	4	4	4	4
Tipulidae	5	0	0	0	0	0	0	5
Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	4	0	0	0	0	4	0	0
Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	4	0	4	4	0	0	4	0
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2
Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	2	0
Muscidae	2	0	2	0	0	0	0	2
Physidae	3	0	0	0	0	0	0	0
Blepharoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0
Gomphidae	8	0	0	0	0	0	0	0
Puntuación		44	13	33	37	55	58	47
Calidad biológica		Moderada	Mala	Moderada	Moderada	Buena	Buena	Buena

↑
 D
 y
 L
 N
 f
 @
 @

«Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

3. Cálculo de calidad ecológica

Tabla 24. Calidad ecológica en el área de influencia del PM Quellaveco

Área	Zona	Punto de muestreo	Calidad hidromorfológica	Calidad biótica	Calidad ecológica
Área de operaciones	Zona I	HID-RASan-1	Buena	Buena	Buena
		HID-RAIta-1	Excelente	Buena	Buena
		HID-RASan-2	Buena	Buena	Buena
		HID-QMillu-1	Moderada	Mala	Mala
		HID-RASan-3	Mala	Moderada	Moderada
		HID-QSara-1	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RASan-4	Moderada	Mala	Mala
		HID-RASan-5	Buena	Buena	Buena
		HID-RChara-4	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RChara-5	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RChara-2	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RChara-3	Moderada	Buena	Moderada
		HID-RCosc-1	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RCosc-2	Buena	Buena	Buena
		HID-RCapi-2	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RCapi-1	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RHuan-1	Moderada	Buena	Moderada
		HID-RHuan-2	Buena	Buena	Buena
		HID-RTumi-1	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RTumi-2	Buena	Moderada	Moderada
Área de abastecimiento de agua	Zona II	HID-QYari-1	Buena	Buena	Buena
	Zona III	HID-RTiti-1	Moderada	Moderada	Moderada
		HID-RTiti-2	Buena	Mala	Mala
		HID-RVizc-6	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RVizc-3	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RHuar-2	Moderada	Buena	Moderada
		HID-QQueu-1	Buena	Pésima	Pésima
		HID-QQueu-2	Moderada	Mala	Mala
		HID-RCala-3	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RCala-4	Buena	Buena	Buena
		HID-RCala-2	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RChin-1	Buena	Buena	Buena
		HID-RVizc-4	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RVizc-5	Excelente	Moderada	Moderada
		HID-R.Tr.Chil-2	Buena	Mala	Mala
		HID-RChil-3	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RChil-4	Buena	Moderada	Moderada
		HID-RChil-5	Moderada	Buena	Moderada
		HID-RChil-2	Buena	Buena	Buena
		HID-RVizc-2	Buena	Buena	Buena

Handwritten notes and symbols in blue ink, including an arrow pointing up, a large 'D', and several small symbols like a circle with a dot and a circle with an 'E'.

ANEXO 9



Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Clasificación hidroquímica y balance iónico

Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

↑
D
+
y
f
B
@
@



Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.1.1.1. Clasificación hidroquímica de agua superficial por iones dominantes en las zonas I, II y III del PM Quellaveco (página 1-3)

Zona	Año	Código	pH	CE uS/cm	HCO3 meq/l	SO4 meq/l	Cl meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	K meq/l	Anión dominante	Cation dominante	Denominación	Concentración de elementos disueltos
Zona I	2017	RASan-1	7,49	150,8	0,37	0,95	0,03	0,85	0,24	0,34	0,04	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RASan-2	7,1	112,9	0,34	0,63	0,03	0,61	0,17	0,30	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RASan-3	5,85	156,4	0,08	1,14	0,03	0,74	0,22	0,28	0,06	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RASan-4	6,98	142,3	0,22	0,98	0,03	0,73	0,24	0,32	0,06	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RASan-5	7,41	151,6	0,22	1,07	0,04	0,80	0,26	0,35	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2
	RCosc-1	7,35	150,8	0,22	1,03	0,05	0,75	0,22	0,31	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2	
	RCosc-2	7,31	158,5	0,28	1,07	0,06	0,82	0,16	0,20	0,01	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2	
	RTumi-1	7,22	203,7	0,32	1,23	0,26	1,07	0,29	0,54	0,07	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2	
	RTumi-2	7,25	237	0,39	1,38	0,33	1,23	0,27	0,69	0,07	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	<2	
	RAlta-1	7,07	49,1	0,31	0,11	0,02	0,22	0,06	0,19	0,04	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
	QMillu-1	4,32	465	0,00	4,76	0,03	1,94	0,65	0,51	0,09	SO4 > Cl > HCO3	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	5	
	QSara-1	6,97	66,4	0,41	0,12	0,04	0,24	0,13	0,19	0,08	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2	
	RChara-1	7,1	70	0,32	0,24	0,03	0,27	0,12	0,19	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
	RChara-2	7,25	89,3	0,40	0,32	0,05	0,35	0,17	0,24	0,08	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
	RChara-3	7,63	138,9	0,59	0,45	0,13	0,53	0,22	0,32	0,08	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica	<2	
RHuan-1	8,07	2200	1,85	8,31	11,47	6,76	1,44	9,77	0,19	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada-sulfatada sódica	12		
RHuan-2	8,62	3020	2,32	13,12	15,39	15,93	2,31	19,80	0,23	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada-sulfatada sódica	20		
QPapu-2	7,06	1345	1,07	4,17	7,66	3,84	1,24	5,73	0,14	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada sódica	8		
RCapi-1	7,56	622	0,64	2,04	3,04	1,90	0,38	2,61	0,09	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada-sulfatada sódica	3		
QArun-1	7,32	133	0,15	1,00	0,03	0,58	0,25	0,22	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
QArun-2	7,94	147,9	0,29	1,01	0,03	0,68	0,28	0,27	0,07	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
QArun-3	7,57	142,9	0,32	0,95	0,03	0,64	0,28	0,26	0,07	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
R.Tr.Brag-1	7,51	64,8	0,35	0,11	0,02	0,17	0,11	0,15	0,05	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2		
R.Tr.Brag-2	7,7	64,3	0,25	0,17	0,01	0,17	0,10	0,11	0,06	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2		
R.Tr.Brag-3	7,88	76	0,34	0,17	0,02	0,19	0,12	0,13	0,06	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2		
RASan-1	7,68	144,5	0,28	0,98	0,02	0,68	0,27	0,23	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
RAlta-1	8,15	59,3	0,37	0,13	0,02	0,27	0,09	0,32	0,05	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2		
QQuim-1	7,15	83,9	0,36	0,32	0,05	0,36	0,18	0,36	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2		
RASan-2	7,39	132,2	0,28	0,89	0,02	0,67	0,26	0,25	0,05	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
QMillu-1	4,2	350	0,02	2,94	0,02	1,33	0,54	0,54	0,07	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	3		
RASan-3	5,24	189,2	0,04	1,36	0,02	0,85	0,34	0,29	0,06	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	<2		
Fsara-8	8,03	52	0,38	0,07	0,03	0,17	0,09	0,15	0,06	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2		



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.1.1. Clasificación hidroquímica de agua superficial por iones dominantes en las zonas I, II y III del PM Quellaveco (página 2-3)

Zona	Año	Código	pH	CE us/cm	HCO ₃ meq/l	SO ₄ meq/l	Cl meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	K meq/l	Anión dominante		Cation dominante		Denominación	Concentración de elementos disueltos
												SO ₄ > HCO ₃	HCO ₃ > SO ₄	Ca > Na	Na > Ca		
Zona I	2018	QSara-1	7,79	67,5	0,48	0,13	0,03	0,26	0,15	0,34	0,08		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica	<2
		RASan-4	7,46	164,3	0,15	1,29	0,00	0,84	0,32	0,43	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RASan-5	7,16	164,3	0,18	1,34	0,03	0,80	0,31	0,32	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RChara-4	7,66	71	0,39	0,23	0,02	0,37	0,16	0,32	0,06		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2
		Q.Tr.Chara-1	7,36	228	0,33	1,55	0,12	0,99	0,62	0,55	0,11		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2
		RChara-5	7,88	73	0,43	0,23	0,02	0,26	0,13	0,18	0,07		HCO ₃ > SO ₄	Ca > Na	Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2
		RChara-2	7,88	88,4	0,51	0,34	0,04	0,38	0,20	0,41	0,08		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2
		RChara-3	8,38	118,1	0,63	0,39	0,09	0,47	0,23	0,39	0,09		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica-cálcica	<2
		RCosc-1	7,28	166,8	0,19	1,24	0,03	0,77	0,29	0,25	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Mg	Na	Sulfatada cálcica	<2
		RCosc-2	7,02	170,1	0,21	27,23	0,16	0,82	0,30	0,31	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	28
		RCapi-2	7,95	102,3	0,56	0,34	0,00	0,39	0,20	0,26	0,07		HCO ₃ > SO ₄	Ca > Na	Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2
		RCapi-1	8,09	292	0,83	0,99	1,08	1,04	0,31	1,29	0,09		Cl > SO ₄	Na > Ca	Mg	Clorurada-sulfatada sódica	<2
		RHuan-1	8,3	1031	1,44	3,47	4,86	3,21	0,59	5,05	0,11		Cl > SO ₄	Na > Ca	Mg	Clorurada sódica	5
RHuan-2	8,45	2250	2,33	10,93	12,35	9,43	1,56	11,04	0,14		Cl > SO ₄	Na > Ca	Mg	Clorurada-sulfatada sódica	13		
RTumi-1	7,55	198,6	0,26	1,39	0,15	0,91	0,31	0,45	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2		
RTumi-2	7,76	209,3	0,34	1,38	0,17	1,01	0,33	0,51	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2		
Zona II	2017	QCort-1	6,51	318	1,50	1,17	0,29	1,46	0,73	0,65	0,11		HCO ₃ > SO ₄	Ca > Mg	Na	Bicarbonatada cálcica	<2
		QYari-1	6,5	1433	1,47	6,70	5,63	6,73	1,49	5,10	0,15		SO ₄ > Cl	Ca > Na	Mg	Sulfatada-clorurada cálcica	7
		QCort-1	7,77	356	1,87	1,34	0,29	1,70	0,88	0,67	0,13		HCO ₃ > SO ₄	Ca > Mg	Na	Bicarbonatada cálcica	<2
		QYari-1	8	1560	2,59	7,83	6,90	7,89	1,90	5,96	0,28		SO ₄ > Cl	Ca > Na	Mg	Sulfatada-clorurada cálcica	8
		RTiti-1	5,44	7380	0,00	16,77	55,20	7,75	3,59	69,65	2,35		Cl > SO ₄	Na > Ca	Mg	Clorurada sódica	70
		CAPGra	3,95	845	0,00	4,66	2,87	1,69	0,76	2,96	0,32		SO ₄ > Cl	Na > Ca	Mg	Sulfatada sódica	5
		RVizc-1	4,88	682	0,00	3,72	2,35	1,63	0,79	2,46	0,32		SO ₄ > Cl	Na > Ca	Mg	Sulfatada sódica	4
		RVizc-2	7,84	166	0,55	0,45	0,43	0,41	0,17	0,72	0,10		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada-sulfatada sódica	<2
		RChil-1	8,07	92,9	0,39	0,38	0,04	0,22	0,12	0,33	0,07		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada-sulfatada sódica	<2
		RChil-2	8,65	175	0,51	0,42	0,55	0,43	0,16	0,73	0,08		Cl > HCO ₃	Na > Ca	Mg	Clorurada-bicarbonatada sódica	<2
		RCala-1	7,57	153,2	0,64	0,52	0,19	0,38	0,22	0,51	0,11		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica	<2
		RVila-1	6,88	72,8	0,16	0,44	0,02	0,21	0,10	0,18	0,06		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica-sódica	<2
		QSN	8,18	114	0,19	0,77	0,02	0,39	0,19	0,21	0,09		SO ₄ > HCO ₃	Ca > Na	Mg	Sulfatada cálcica	<2
Zona III	2018	RTiti-1	3,2	1679	0,02	10,55	5,26	1,80	0,77	5,77	0,24		SO ₄ > Cl	Na > Ca	Mg	Sulfatada sódica	11
		RTiti-2	3,76	1204	0,02	5,83	3,92	1,59	0,66	4,86	0,22		SO ₄ > Cl	Na > Ca	Mg	Sulfatada sódica	6
		RVizc-6	8,31	94,7	0,40	0,26	0,08	0,27	0,18	0,33	0,09		HCO ₃ > SO ₄	Na > Ca	Mg	Bicarbonatada sódica	<2



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.1.1. Clasificación hidroquímica de agua superficial por iones dominantes en las zonas I, II y III del PM Quellaveco (página 3-3)

Zona	Año	Código	pH	CE uS/cm	HCO3 meq/l	SO4 meq/l	Cl meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	K meq/l	Clasificación hidroquímica de agua superficial			Denominación	Concentración de elementos disueltos
												Antión dominante	Catión dominante			
Zona III	2018	RVzic-3	7,92	100,5	0,50	0,24	0,08	0,31	0,19	0,41	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RHuar-1	7,08	61	0,28	0,12	0,01	0,18	0,08	0,14	0,05	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
		RHuar-2	8,8	57,5	0,34	0,06	0,01	0,13	0,08	0,18	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		QQueu-1	7,2	55,6	0,21	0,13	0,01	0,14	0,06	0,12	0,06	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		QQueu-2	9,28	116,8	0,46	0,34	0,04	0,27	0,19	0,39	0,18	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RCala-3	6,68	139,6	0,12	0,82	0,02	0,40	0,23	0,43	0,12	SO4 > HCO3 > Cl	Na > Ca > Mg	Sulfatada sódica	<2	
		RCala-4	7,03	148,3	0,16	0,81	0,03	0,45	0,25	0,36	0,11	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica-sódica	<2	
		RCala-2	7,74	184,7	0,37	0,88	0,04	0,67	0,37	0,52	0,14	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica-sódica	<2	
		RChin-1	7,77	99,7	0,36	0,38	0,04	0,40	0,24	0,29	0,08	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada-bicarbonatada cálcica	<2	
		RVzic-4	6,87	126,3	0,49	0,42	0,07	0,42	0,26	0,48	0,11	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RVzic-5	8,27	121,1	0,50	0,42	0,06	0,41	0,24	0,43	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		R.Tr.Chil-1	7,84	53,8	0,28	0,11	0,04	0,11	0,07	0,18	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		R.Tr.Chil-2	7,35	55,6	0,32	0,11	0,01	0,18	0,10	0,15	0,08	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RChil-3	7,53	95,7	0,53	0,26	0,01	0,33	0,20	0,36	0,09	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RChil-4	7,75	117,8	0,56	0,27	0,02	0,33	0,20	0,37	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		RChil-5	8,88	117,7	0,59	0,22	0,04	0,37	0,22	0,44	0,11	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
RChil-2	8	175,1	0,84	0,22	0,38	0,59	0,25	0,78	0,11	HCO3 > Cl > SO4	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2			
RVzic-2	7,58	161	0,66	0,42	0,33	0,51	0,24	0,65	0,11	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2			

(Handwritten signature and initials)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.1.2. Clasificación hidroquímica de agua subterránea por iones dominantes en las zonas I y II del PM Quellaveco

Zona	Año	Código	pH	Clasificación hidroquímica de agua subterránea											Denominación	Concentración de elementos disueltos
				CE us/cm	HCO3 meq/l	SO4 meq/l	Cl meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	K meq/l	Anión dominante	Catión dominante			
Zona I	2018	FSara-5	8,14	49,5	0,38	0,07	0,02	0,15	0,09	0,14	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FSara-9	8,14	49,5	0,38	0,07	0,03	0,15	0,09	0,28	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FSara-7	7,88	48,6	0,38	0,07	0,03	0,14	0,09	0,14	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FSara-6	8,14	49,5	0,37	0,07	0,02	0,17	0,09	0,14	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FQue-1	7,97	359	0,84	2,53	0,11	1,87	0,86	0,57	0,09	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	2,5	
		FChara-1	7,7	108,5	1,06	0,03	0,03	0,36	0,34	0,28	0,14	HCO3 > Cl > SO4	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FChara-3	7,58	79,8	0,60	0,13	0,04	0,27	0,23	0,18	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FChara-5	7,68	117,5	0,93	0,13	0,07	0,38	0,30	0,30	0,17	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		FChara-8	7,8	141,8	1,02	0,23	0,16	0,49	0,44	0,40	0,39	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		M-Qui-04	6,88	94,6	0,77	0,13	0,06	0,38	0,15	0,30	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
		M-Mil-04	8,14	60,3	0,28	0,27	0,02	0,27	0,11	0,18	0,05	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada-sulfatada cálcica	<2	
		M-Mil-09	6,96	97,2	0,85	0,11	0,06	0,39	0,25	0,29	0,10	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
		M-Alt-01	6,92	143	1,01	0,24	0,19	0,58	0,49	0,36	0,13	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica-sódica	<2	
		M-Sar-13	7,2	99,8	0,75	0,10	0,06	0,31	0,21	0,26	0,09	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		M-Sar-12	7,47	98	0,79	0,11	0,06	0,32	0,25	0,25	0,08	HCO3 > SO4 > Cl	Na > Ca > Mg	Bicarbonatada sódica	<2	
		M-Cha-10	7,43	144,5	0,83	0,37	0,24	0,90	0,19	0,43	0,03	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na > Mg	Bicarbonatada cálcica	<2	
		M-Sal-03	6,71	199,4	1,25	6,13	11,82	6,70	1,93	10,31	0,18	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada sódica	12	
		MQ-23	4,1	145,2	0,02	15,16	0,28	8,12	4,47	2,64	0,22	SO4 > Cl > HCO3	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	16	
		MQ-27	7,4	258	1,45	1,01	0,06	1,67	0,43	0,38	0,07	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Mg > Na	Bicarbonatada cálcica	<2	
MQ-39	4,01	257,0	0,02	36,83	0,23	11,63	6,64	2,44	0,41	SO4 > Cl > HCO3	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	37			
PAP-14-02	7,66	332	2,19	0,71	0,44	1,64	0,82	0,81	0,05	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Mg > Na	Bicarbonatada cálcica	2,2			
M-Cor-04	6,99	158,4	0,82	5,95	8,67	7,32	0,42	8,04	0,04	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada sódica	9			
M-Cor-05	6,69	147,9	0,70	5,32	7,96	6,98	0,40	7,40	0,04	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada sódica	8			
PCM-3	7,45	113,4	3,29	8,11	0,65	5,64	3,99	2,38	0,30	SO4 > HCO3 > Cl	Ca > Mg > Na	Sulfatada cálcica	8			
PCP-1	7,86	156,2	0,46	5,04	8,62	6,11	0,36	8,18	0,04	Cl > SO4 > HCO3	Na > Ca > Mg	Clorurada sódica	9			
CD-2B	7	153,8	2,13	10,73	3,73	11,02	1,66	3,14	0,05	SO4 > Cl > HCO3	Ca > Na > Mg	Sulfatada cálcica	11			
S-COR-08-03	6,96	163,6	0,48	7,44	8,29	8,56	0,22	7,76	0,07	Cl > SO4 > HCO3	Ca > Na > Mg	Clorurada-sulfatada cálcica-sódica	9			
S-COR-08-01	7,15	171,7	3,07	8,47	7,44	8,19	1,86	7,54	0,23	SO4 > Cl > HCO3	Na > Ca > Mg	Sulfatada-clorurada sódica-cálcica	9			
PMP-2	8,1	168,8	0,66	8,50	7,25	6,44	0,36	9,50	0,05	SO4 > Cl > HCO3	Na > Ca > Mg	Sulfatada-clorurada sódica	9			

[Handwritten signature]



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 1-8)

Código	Zona I: Cuenca Ilo-Moquegua	
	2017	2018
RAsan-1		
RAlta-1		
QQuim-1	-	
RAsan-2		
QMillu-1		
RAsan-3		
FSara-8	-	

NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L)

Handwritten blue notes and symbols on the left margin, including a vertical arrow pointing up and several circular symbols.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 2-8)

Código	Zona I: Cuenca Ilo-Moquegua	
	2017	2018
QSara-1		
RAsan-4		
RAsan-5		
RChara-4	-	
Q.Tr.Chara-1	-	
RChara-1		-
RChara-5	-	

A
D
L
A
f
4
@
©

NOTA: Verde (0-2 meq/L)



«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 3-8)

Código	Zona I: Cuenca Ilo-Moquegua	
	2017	2018
RChara-2		
RChara-3		
RCosc-1		
RCosc-2		
RCapi-2	-	
RCapi-1		
QPapu-2		-

NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); Fúxia (0-38 meq/L)

Handwritten blue notes and symbols on the left margin, including an arrow pointing up and various symbols like @ and a circled number.



«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 4-8)

Código	Zona I: Cuenca Ilo-Moquegua	
	2017	2018
RHuan-1		
RHuan-2		
RTumi-1		
RTumi-2		
Código	Zona II: Cuenca Locumba	
	2017	2017
QCort-1		
QYari-1		

NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); azul (0-12 meq/L); rojo (0-16 meq/L); Fúxia (0-38 meq/L)

Handwritten notes and symbols on the left margin, including an arrow pointing up and various symbols like 'L', 'f', '4', '@', and 'e'.



Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de abastecimiento de agua (página 5-8)

Código	Zona III: Cuenca Tambo	
	2017	2018
RTiti-1		
RTiti-2	-	
CAPGra		-
RVizc-1		-
RVizc-6	-	
RVizc-3	-	
RHuar-1	-	

Handwritten blue notes and symbols on the left margin.

NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); azul (0-12 meq/L); Fúxia (0-70 meq/L)



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 6-8)

Código	Zona III: Cuenca Tambo	
	2017	2018
RHuar-2	-	
QQueu-1	-	
QQueu-2	-	
QS/N		-
RCala-3	-	
RVila-1		-
RCala-4	-	

NOTA: Verde (0-2 meq/L)

Handwritten notes in blue ink: an arrow pointing up, a circle with a diagonal line, and the letters L, D, J, Y, @, and E arranged vertically.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 7-8)

Código	Zona III: Cuenca Tambo	
	2017	2018
RCala-2	-	
RCala-1		-
RChin-1	-	
RVizc-4	-	
RChil-1		-
RVizc-5	-	
R.Tr.Chil-1	-	

NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); azul (0-12 meq/L); rojo (0-16 meq/L); Fúxia (0-38 meq/L)

Handwritten blue notes: an upward arrow, a circled 'D', and some illegible scribbles.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.1 Diagramas de Stiff de agua superficial en el área de operaciones (página 8-8)

Código	Zona III: Cuenca Tambo	
	2017	2018
R.Tr.Chil-2	-	
RChil-3	-	
RChil-4	-	
RChil-5	-	
RChil-2		
RVizc-2	-	
R.Tr.Chil-2	-	

NOTA: Verde (0-2 meq/L)

↑
 ⊙
 ↓
 A
 f
 y
 @
 (E)



PERÚ

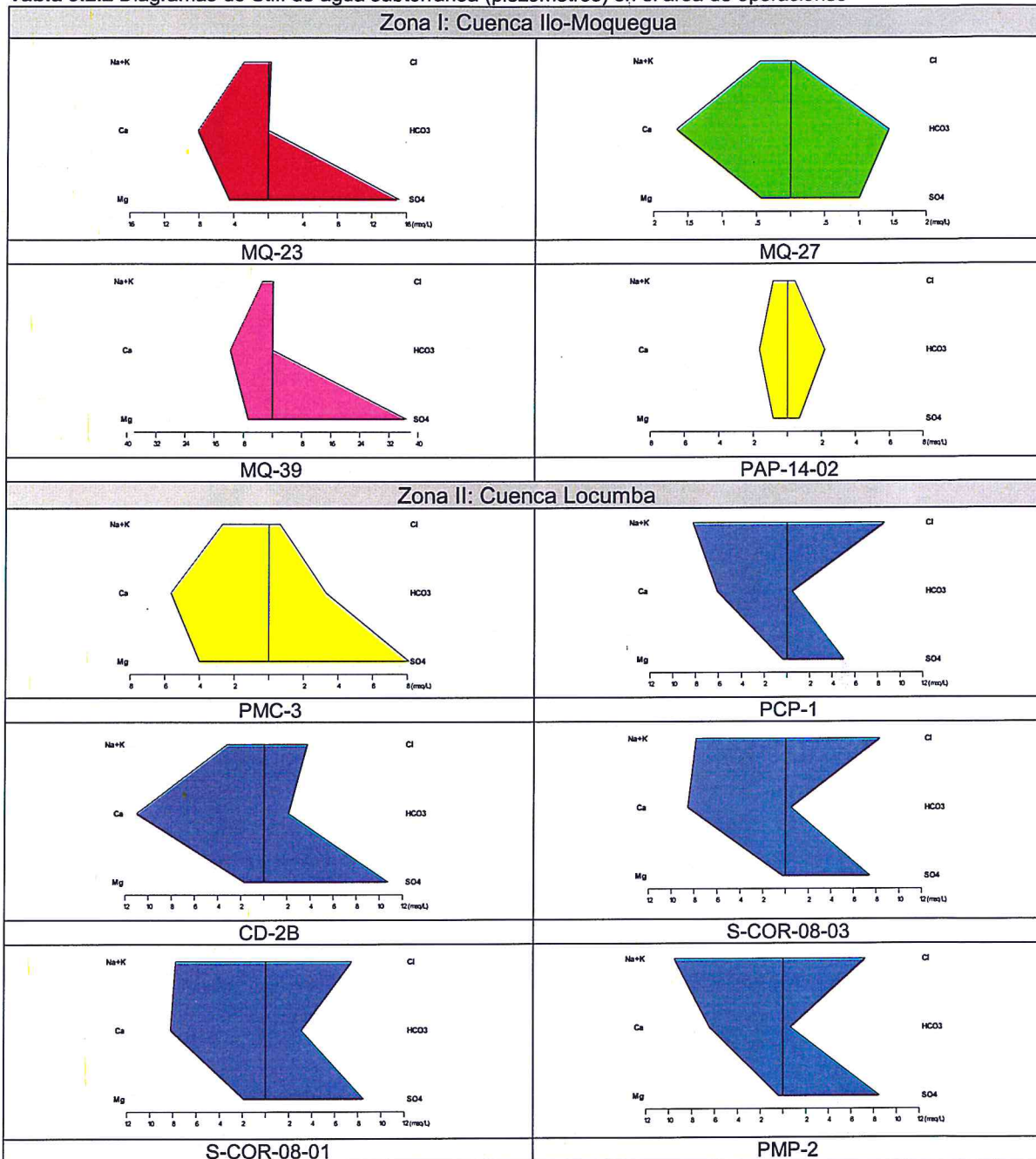
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.2 Diagramas de Stiff de agua subterránea (piezómetros) en el área de operaciones



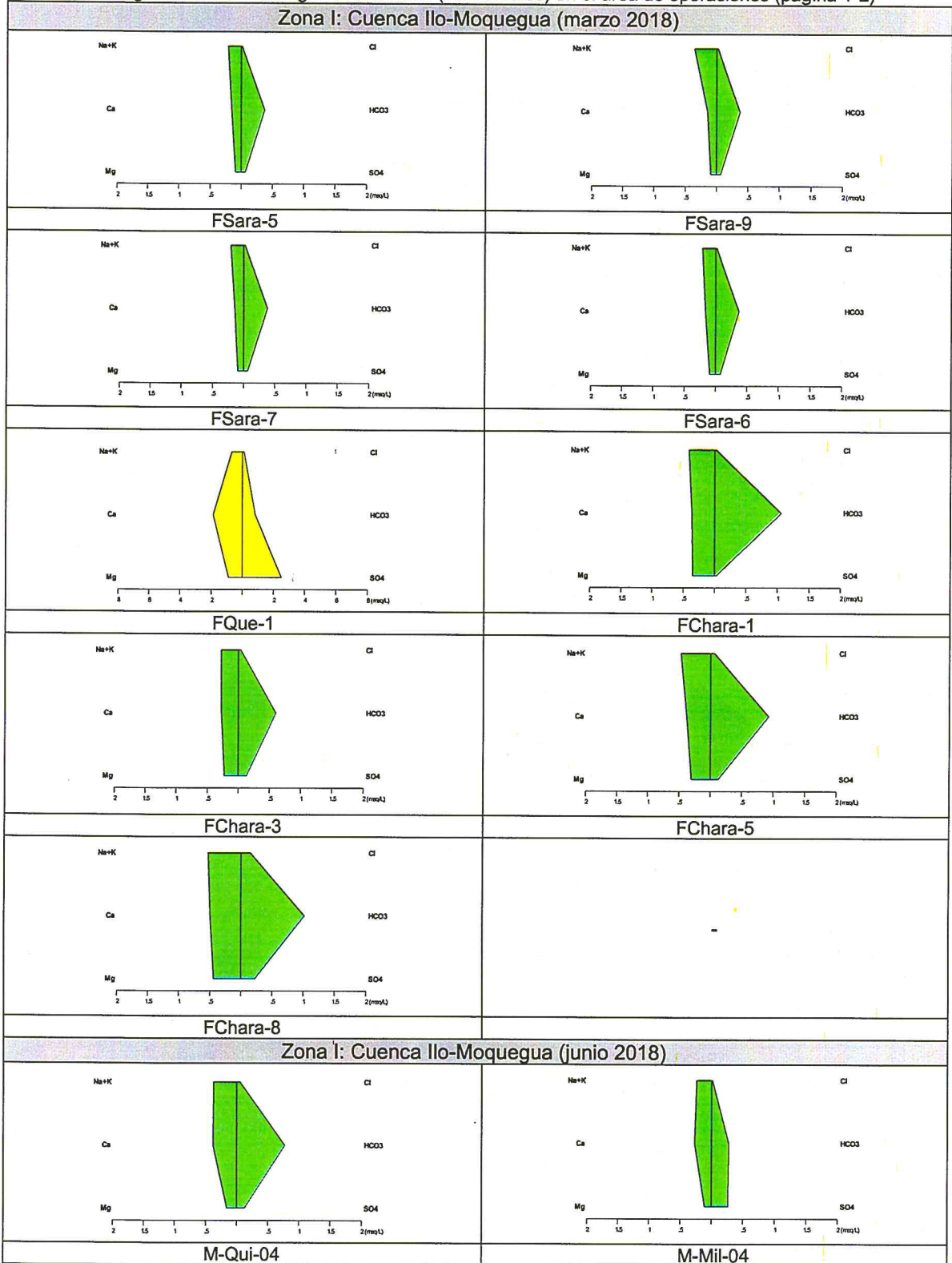
NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); azul (0-12 meq/L); rojo (0-16 meq/L); Fúxia (0-38 meq/L)

Handwritten notes and symbols on the left margin, including an arrow pointing up and various scribbles.



«Año del diálogo y la reconciliación nacional»

Tabla 9.2.3 Diagramas de Stiff de agua subterránea (manantiales) en el área de operaciones (página 1-2)

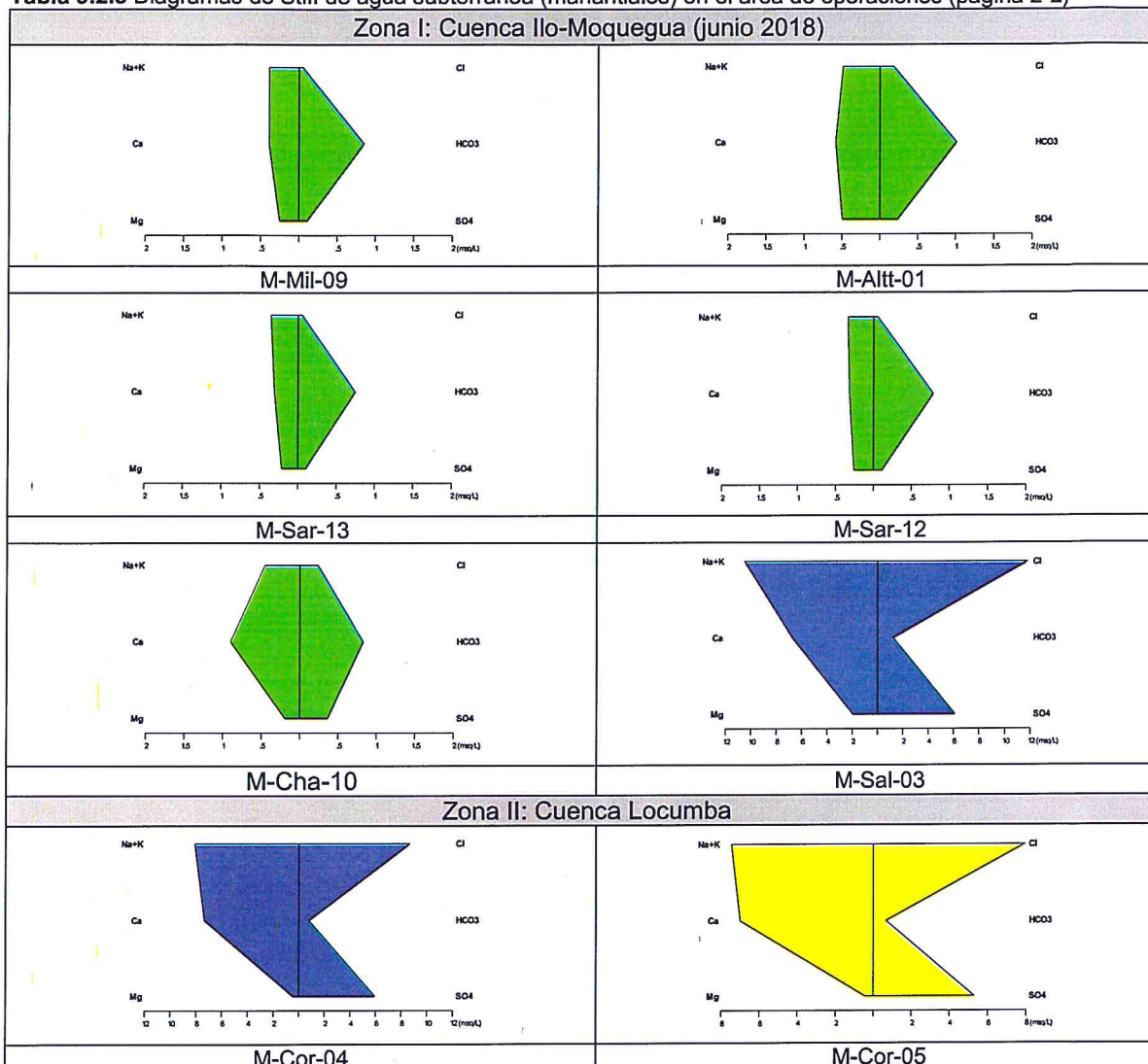


NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L)

A
 O
 L
 P
 J
 M
 @
 ©



Tabla 9.2.3 Diagramas de Stiff de agua subterránea (manantiales) en el área de operaciones (página 2-2)



NOTA: Verde (0-2 meq/L); amarillo (0-8 meq/L); azul (0-12 meq/L)

Handwritten notes in blue ink on the left margin, including a vertical line, a circle, and some symbols.



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.3.1. Resultados de control de calidad de agua superficial – balance iónico (época seca – 2017)

ZONA	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	C.E. (µS/cm)	Cationes										Aniones							B.I (%)	
			Na	Mg	K	Ca	Na	Mg	K	Ca	Σ Cationes	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		Σ Aniones
			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L
Zona I	RASan-1	150,8	7,82	2,901	1,7	16,98	0,34	0,24	0,04	0,85	0,61	1,13	22,4	0,1	1,2	45,8	0,03	0,95	1,36	4,01	
	RASan-2	112,9	6,86	2,124	1,8	12,32	0,30	0,17	0,05	0,61	1,30	21	0,1	1	30,1	0,03	0,63	1,00	6,23		
	RASan-3	156,4	6,5	2,73	2,28	14,73	0,28	0,22	0,06	0,74	1,35	4,6	0,1	1	54,6	0,03	1,14	1,24	2,30		
	RASan-4	142,3	7,37	2,917	2,22	14,62	0,32	0,24	0,06	0,73	1,35	13,2	0,1	1,2	47,2	0,03	0,98	1,23	4,34		
	RASan-5	151,6	8,03	3,173	2,01	16,04	0,35	0,26	0,05	0,80	1,46	13,4	0,1	1,59	51,3	0,03	1,07	1,33	4,57		
	RCosc-1	150,8	7,2	2,694	2,12	15,04	0,31	0,22	0,05	0,75	1,34	13,6	0,1	1,79	49,6	0,03	1,03	1,31	1,19		
	RCosc-2	158,5	4,51	1,953	0,47	16,5	0,20	0,16	0,01	0,82	1,19	16,8	0,1	1,99	51,4	0,03	1,07	1,40	-8,14		
	RTumi-1	203,7	12,33	3,572	2,59	21,38	0,54	0,29	0,07	1,07	1,96	19,6	0,1	9,37	59,3	0,03	1,38	2,10	3,52		
	RTumi-2	237	15,84	3,314	2,61	24,59	0,69	0,27	0,07	1,23	2,26	24	0,1	11,56	66,3	0,03	1,38	2,10	3,52		
	RAIta-1	49,1	4,28	0,785	1,61	4,329	0,19	0,06	0,04	0,22	0,51	18,8	0,1	0,8	5,4	0,03	0,11	0,44	6,61		
	QMillu-1	465	11,67	7,85	3,55	38,95	0,51	0,65	0,09	1,94	3,19	0,1	0,1	1,2	228,8	0,03	0,03	4,76	4,80		
	QSara-1	66,4	4,47	1,569	3,03	4,762	0,19	0,13	0,08	0,24	0,64	25	0,1	1,59	6	0,03	0,12	0,58	4,69		
	RChara-1	70	4,26	1,469	2,82	5,409	0,19	0,12	0,07	0,27	0,65	19,6	0,1	1,2	11,7	0,03	0,24	0,60	3,82		
	RChara-2	89,3	5,43	2,105	3,26	6,998	0,24	0,17	0,08	0,35	0,84	24,2	0,1	1,79	15,3	0,03	0,32	0,77	4,62		
	RChara-3	138,9	7,29	2,625	2,94	10,69	0,32	0,22	0,08	0,53	1,14	36,1	0,1	4,58	21,6	0,03	0,45	1,17	-1,34		
RHuan-1	2200	224,8	17,48	7,46	135,5	9,77	1,44	0,19	6,76	18,16	112,6	0,6	406,2	399,2	1,85	0,01	11,47	8,31	21,64		
RHuan-2	3020	455,4	28,02	9,09	319,2	19,80	2,31	0,23	15,93	38,27	141,3	2,6	544,9	630,2	2,32	0,04	15,39	13,12	30,87		
QPapu-2	1345	131,9	15,11	5,57	76,99	5,73	1,24	0,14	3,84	10,96	65,5	0,1	271,1	200,4	1,07	0,00	7,66	4,17	12,91		
RCapi-1	622	60,07	4,647	3,51	38,03	2,61	0,38	0,09	1,90	4,98	39	0,1	107,6	98,15	0,64	0,00	3,04	2,04	5,72		
QCort-1	318	15	8,865	4,36	29,19	0,65	0,73	0,11	1,46	2,95	91,4	0,1	10,37	56,2	1,50	0,00	0,29	1,17	2,96		
QYari-1	1433	117,4	18,12	5,84	134,9	5,10	1,49	0,15	6,73	13,48	89,9	0,1	199,3	322	1,47	0,00	5,63	6,70	13,81		
RTiti-1	7380	1,602	43,63	91,9	155,4	69,65	3,59	2,35	7,75	83,35	0,1	0,1	1954	805,3	0,00	0,00	55,20	16,77	71,97		
CAPGra	845	68,07	9,203	12,5	33,84	2,96	0,76	0,32	1,69	5,73	0,1	0,1	101,7	223,7	0,00	0,00	2,87	4,66	7,53		
RVizc-1	682	56,48	9,607	12,5	32,7	2,46	0,79	0,32	1,63	5,20	0,1	0,1	83,22	178,9	0,00	0,00	2,35	3,72	6,08		
RVizc-2	166	16,59	2,119	3,73	8,203	0,72	0,17	0,10	0,41	1,40	33,3	0,1	15,15	21,4	0,55	0,00	0,43	0,45	1,42		
RChil-1	92,9	7,56	1,501	2,73	4,316	0,33	0,12	0,07	0,22	0,74	23,8	0,1	1,59	18,3	0,39	0,00	0,04	0,38	0,82		
RChil-2	175	16,83	1,939	3,19	8,523	0,73	0,16	0,08	0,43	1,40	31,2	0,2	19,54	20,1	0,51	0,00	0,55	0,42	1,49		
RCala-1	153,2	11,75	2,697	4,38	7,615	0,51	0,22	0,11	0,38	1,22	39,2	0,1	6,58	25	0,64	0,00	0,19	0,52	1,35		
RVila-1	72,8	4,2	1,177	2,4	4,196	0,18	0,10	0,06	0,21	0,55	10	0,1	0,6	21,3	0,16	0,00	0,02	0,44	0,63		
QSN	114	4,9	2,292	3,48	7,845	0,21	0,19	0,09	0,39	0,88	11,6	0,1	0,6	36,9	0,19	0,00	0,02	0,77	0,98		

El balance iónico (B.I.) en porcentaje debe ser menor al 15% (positivo o negativo).

Handwritten signature and date: 10/11/17



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.3.2. Resultados de control de calidad de agua superficial – balance iónico (época húmeda – 2018) (página 1-2)

ZONA	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	C.E. (µS/cm)	BALANCE IÓNICO (B.I.)														B.I. (%)				
			Cationes							Aniones											
			Na	Mg	K	Ca	Na	Mg	K	Ca	∑ Cationes	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻		CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	∑ Aniones
Zona I	QAnun-1	133	5,06	3,001	1,88	11,71	0,22	0,25	0,05	0,58	1,10	9,4	0,6	0,973	48,01	0,15	0,03	1,00	1,19	-4,01	
	QAnun-2	147,9	6,132	3,534	2,67	13,6	0,27	0,29	0,07	0,68	1,30	17,7	0,6	1,138	48,31	0,29	0,01	1,01	1,34	-1,28	
	QAnun-3	142,9	5,915	3,462	2,62	12,86	0,26	0,28	0,07	0,64	1,25	19,4	0,6	1,116	45,6	0,32	0,01	0,03	0,95	1,31	-2,27
	R.T.Brag-1	64,8	3,49	1,39	2,1	3,43	0,15	0,11	0,05	0,17	0,49	21,3	0,6	0,695	5,418	0,35	0,01	0,02	0,11	0,49	-0,06
	R.T.Brag-2	64,3	2,504	1,25	2,27	3,33	0,11	0,10	0,06	0,17	0,44	15,4	0,6	0,526	8,316	0,25	0,01	0,01	0,17	0,45	-1,63
	R.T.Brag-3	76	2,967	1,48	2,42	3,79	0,13	0,12	0,06	0,19	0,50	20,6	0,6	0,575	8,34	0,34	0,01	0,02	0,17	0,54	-3,48
	RASan-1	144,5	5,260	3,247	1,97	13,62	0,23	0,27	0,05	0,68	1,23	16,8	0,6	0,662	47,06	0,28	0,01	0,02	0,98	1,28	-2,30
	RAlta-1	59,3	7,290	1,150	1,83	5,47	0,32	0,09	0,05	0,27	0,73	22,5	0,6	0,549	6,087	0,37	0,01	0,02	0,13	0,52	16,79
	QQuin-1	83,9	8,365	2,214	2,63	7,24	0,36	0,18	0,07	0,36	0,97	21,8	0,6	1,889	15,58	0,36	0,01	0,05	0,32	0,75	13,32
	RASan-2	132,2	5,660	3,159	2,11	13,35	0,25	0,26	0,05	0,67	1,23	16,8	0,6	0,608	42,71	0,28	0,01	0,02	0,89	1,19	1,42
	QMillu-1	350	12,42	6,534	2,75	26,57	0,54	0,54	0,07	1,33	2,47	1,2	2,4	0,6	0,708	141,1	0,02	0,02	2,94	2,99	-9,40
	RASan-3	189,2	6,607	4,123	2,29	17,06	0,29	0,34	0,06	0,85	1,54	23,4	0,6	0,569	65,21	0,04	0,01	0,02	1,36	1,42	3,83
	Fsara-8	52	3,345	1,108	2,50	3,42	0,15	0,09	0,06	0,17	0,47	23,4	0,6	0,948	3,289	0,38	0,01	0,03	0,07	0,49	-1,84
	QSarar-1	67,5	7,733	1,810	3,09	5,13	0,34	0,15	0,08	0,26	0,82	29,5	0,6	1,124	6,351	0,48	0,01	0,03	0,13	0,66	11,00
	RASan-4	164,3	9,960	3,932	2,27	16,83	0,43	0,32	0,06	0,84	1,65	9,3	0,6	0,061	61,79	0,15	0,01	0,00	1,29	1,45	6,57
RASan-5	164,3	7,409	3,775	2,27	16,09	0,32	0,31	0,06	0,80	1,49	10,9	0,6	0,945	64,35	0,18	0,01	0,03	1,34	1,56	-2,01	
RChara-4	71	7,397	1,916	2,53	7,34	0,32	0,16	0,06	0,37	0,91	23,7	0,6	0,734	10,93	0,39	0,01	0,02	0,23	0,65	16,92	
Q.Tr.Chara-1	228	12,61	7,559	4,36	19,85	0,55	0,62	0,11	0,99	2,27	20,2	0,6	4,327	74,54	0,33	0,01	0,12	1,55	2,02	6,00	
RChara-5	73	4,203	1,584	2,57	5,17	0,18	0,13	0,07	0,26	0,64	26,4	0,6	0,761	11,20	0,43	0,01	0,02	0,23	0,70	-4,55	
RChara-2	88,4	9,331	2,410	3,08	7,62	0,41	0,20	0,08	0,38	1,06	31,0	0,6	1,359	16,24	0,51	0,01	0,04	0,34	0,89	8,60	
RChara-3	118,1	9,033	2,752	3,36	9,35	0,39	0,23	0,09	0,47	1,17	38,7	0,6	3,342	18,84	0,63	0,01	0,09	0,39	1,13	1,77	
RCosc-1	165,8	5,824	3,497	2,16	15,43	0,25	0,29	0,06	0,77	1,37	11,7	0,6	1,227	59,41	0,19	0,01	0,03	1,24	1,47	-3,77	
RCosc-2	170,1	7,140	3,656	2,29	16,44	0,31	0,30	0,06	0,82	1,49	13,1	0,6	5,755	1308	0,21	0,01	0,16	27,23	27,62	-89,76	
RCapi-2	102,3	6,030	2,370	2,56	7,79	0,26	0,20	0,07	0,39	0,91	34	0,6	0,111	16,13	0,56	0,01	0,00	0,34	0,91	0,89	
RCapi-1	292	29,57	3,822	3,47	20,92	1,29	0,31	0,09	1,04	2,73	50,4	0,6	38,26	47,51	0,83	0,01	1,08	0,99	2,91	-3,07	
RHuan-1	1031	116,2	7,136	4,20	64,34	5,05	0,59	0,11	3,21	8,96	88,0	0,6	172,2	166,8	1,44	0,01	4,86	3,47	9,79	-4,44	
RHuan-2	2250	254,0	18,99	5,66	188,9	11,04	1,56	0,14	9,43	22,18	142,4	0,6	437,1	524,8	2,33	0,24	12,35	10,93	25,85	-7,64	
RTumi-1	198,6	10,30	3,827	2,36	18,26	0,45	0,31	0,06	0,91	1,73	16,1	0,6	5,183	66,83	0,26	0,01	0,15	1,39	1,81	-2,18	
RTumi-2	209,3	11,71	3,965	2,46	20,27	0,51	0,33	0,06	1,01	1,91	20,7	0,6	5,889	66,34	0,34	0,01	0,17	1,38	1,90	0,33	
QCort-1	356	15,44	10,64	4,98	34,07	0,67	0,88	0,13	1,70	3,37	114,1	0,6	10,40	64,32	1,87	0,01	0,29	1,34	3,51	-2,02	
QYar-1	1560	137,0	23,06	11,04	158,2	5,96	1,90	0,28	7,89	16,03	157,9	0,6	244,3	376,1	2,59	0,01	6,90	7,83	17,33	-3,89	

El balance iónico (B.I.) en porcentaje debe ser menor al 15% (positivo o negativo).

A
D
T
T
C



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.3.2. Resultados de control de calidad de agua superficial – balance iónico (época húmeda – 2018) (página 2-2)

ZONA	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	C.E. (µS/cm)	Cationes							Aniones							Σ Aniones meq/L	B.I (%)			
			Na mg/L	Mg mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Na meq/L	Mg meq/L	K meq/L	Ca meq/L	Σ Cationes meq/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	CO ₃ ⁻² mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	HCO ₃ ⁻ meq/L			CO ₃ ⁻² meq/L	Cl ⁻ meq/L	SO ₄ ⁻² meq/L
Zona III	RTiti-1	1679	132,7	9,404	9,45	36,07	5,77	0,77	0,24	1,80	8,59	1,2	0,6	186,1	506,8	0,02	0,01	5,26	10,55	15,84	-29,70
	RTiti-2	1204	111,7	8,034	8,54	31,81	4,86	0,66	0,22	1,59	7,32	1,2	0,6	138,8	280,1	0,02	0,01	3,92	5,83	9,78	-14,37
	RVizc-6	94,7	7,54	2,147	3,55	5,41	0,33	0,18	0,09	0,27	0,87	24,1	0,6	2,97	12,44	0,40	0,01	0,08	0,26	0,75	7,27
	RVizc-3	100,5	9,400	2,276	3,79	6,31	0,41	0,19	0,10	0,31	1,01	30,5	0,6	3,004	11,67	0,50	0,01	0,08	0,24	0,84	9,21
	RHuar-1	61	3,202	1,005	1,97	3,53	0,14	0,08	0,05	0,18	0,45	17,1	0,6	0,503	5,81	0,28	0,01	0,01	0,12	0,43	2,63
	RHuar-2	57,5	4,099	0,959	2,83	2,66	0,18	0,08	0,07	0,13	0,46	20,9	0,6	0,378	3,103	0,34	0,01	0,01	0,06	0,43	3,86
	QQueu-1	55,6	2,771	0,779	2,52	2,86	0,12	0,06	0,06	0,14	0,39	12,9	0,6	0,495	6,17	0,21	0,01	0,01	0,13	0,36	3,68
	QQueu-2	116,8	8,981	2,308	7,16	5,37	0,39	0,19	0,18	0,27	1,03	28	0,6	1,545	16,51	0,46	0,01	0,04	0,34	0,86	9,28
	RCala-3	139,6	9,915	2,805	4,54	7,92	0,43	0,23	0,12	0,40	1,17	7,3	0,6	0,581	39,32	0,12	0,01	0,02	0,82	0,96	9,75
	RCala-4	148,3	8,165	3,098	4,42	9,1	0,36	0,25	0,11	0,45	1,18	9,7	0,6	0,971	38,96	0,16	0,01	0,03	0,81	1,01	7,76
	RCala-2	184,7	12,07	4,556	5,51	13,41	0,52	0,37	0,14	0,67	1,71	22,8	0,6	1,288	42,28	0,37	0,01	0,04	0,88	1,30	13,60
	RChin-1	99,7	6,568	2,908	2,96	8,00	0,29	0,24	0,08	0,40	1,00	21,8	0,6	1,265	18,47	0,36	0,01	0,04	0,38	0,79	11,87
	RVizc-4	126,3	11,03	3,127	4,14	8,41	0,48	0,26	0,11	0,42	1,26	30,0	0,6	2,304	19,95	0,49	0,01	0,07	0,42	0,98	12,48
	RVizc-5	121,1	9,788	2,943	3,98	8,18	0,43	0,24	0,10	0,41	1,18	30,5	0,6	2,252	20,19	0,50	0,01	0,06	0,42	0,99	8,46
	R.Tr.Chil-1	53,8	4,032	0,804	3,88	2,28	0,18	0,07	0,10	0,11	0,45	17,3	0,6	1,383	5,456	0,28	0,01	0,04	0,11	0,45	0,91
	R.Tr.Chil-2	55,6	3,485	1,177	2,94	3,63	0,15	0,10	0,08	0,18	0,50	19,5	0,6	0,516	5,079	0,32	0,01	0,01	0,11	0,45	5,73
RChil-3	95,7	8,197	2,385	3,65	6,55	0,36	0,20	0,09	0,33	0,97	32,4	0,6	0,479	12,46	0,63	0,01	0,01	0,26	0,81	8,89	
RChil-4	117,8	8,549	2,417	3,76	6,62	0,37	0,20	0,10	0,33	1,00	34,3	0,6	0,577	13,15	0,56	0,01	0,02	0,27	0,86	7,25	
RChil-5	117,7	10,21	2,709	4,34	7,4	0,44	0,22	0,11	0,37	1,15	35,8	6,5	1,418	10,34	0,59	0,11	0,04	0,22	0,95	9,37	
RChil-2	175,1	17,85	3,019	4,24	11,77	0,78	0,25	0,11	0,59	1,72	51,3	0,6	13,36	10,64	0,84	0,01	0,38	0,22	1,45	8,53	
RVizc-2	161	15,06	2,892	4,28	10,17	0,65	0,24	0,11	0,51	1,51	40,3	0,6	11,79	20,04	0,66	0,01	0,33	0,42	1,42	3,03	

El balance iónico (B.I) en porcentaje debe ser menor al 15% (positivo o negativo).

Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 9.3.3. Resultados de control de calidad de agua subterránea – balance iónico (época seca y húmeda – 2018)

ZONA	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	C.E. (µS/cm)	BALANCE IÓNICO (B.I.)														B.I. (%)				
			Cationes							Aniones											
			Na mg/L	Mg mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Na meq/L	Mg meq/L	K meq/L	Ca meq/L	∑ Cationes meq/L	HCO ₃ ⁻ mg/L	CO ₃ ⁻² mg/L	Cl ⁻ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	HCO ₃ ⁻ meq/L		CO ₃ ⁻² meq/L	Cl ⁻ meq/L	SO ₄ ⁻² meq/L	∑ Aniones meq/L
Mantantiales																					
Zona I	FSara-5	49,5	3.200	1.114	2,65	3,05	0,14	0,09	0,07	0,15	0,45	23,1	0,6	0,583	3,161	0,38	0,01	0,02	0,07	0,47	-2,19
	FSara-9	49,5	6,523	1,103	2,66	2,91	0,28	0,09	0,07	0,15	0,59	23,1	0,6	0,921	3,188	0,38	0,01	0,03	0,07	0,48	9,97
	FSara-7	48,6	3,19	1,085	2,62	2,87	0,14	0,09	0,07	0,14	0,44	23,4	0,6	0,937	3,229	0,38	0,01	0,03	0,07	0,49	-5,30
	FSara-6	49,5	3,260	1,139	2,66	3,31	0,14	0,09	0,07	0,17	0,47	22,6	0,6	0,638	3,573	0,37	0,01	0,02	0,07	0,47	-0,45
	FQue-1	359	13,07	10,45	3,71	37,54	0,57	0,86	0,09	1,87	3,40	51,5	0,6	3,837	121,4	0,84	0,01	0,11	2,53	3,49	-1,36
	FChara-1	108,5	6,327	4,178	5,28	7,24	0,28	0,34	0,14	0,36	1,12	64,8	0,6	1,135	1,306	1,06	0,01	0,03	0,03	1,13	-0,72
	FChara-3	79,8	4,142	2,735	3,73	5,43	0,18	0,23	0,10	0,27	0,77	36,7	0,6	1,558	6,440	0,60	0,01	0,04	0,13	0,79	-1,17
	FChara-5	117,5	6,984	3,636	6,56	7,57	0,30	0,30	0,17	0,38	1,15	56,6	0,6	2,457	6,056	0,93	0,01	0,07	0,13	1,13	0,66
	FChara-8	141,8	9,083	5,327	5,26	9,91	0,39	0,44	0,13	0,49	1,46	62,4	0,6	5,527	10,88	1,02	0,01	0,16	0,23	1,42	1,63
	M-Qui-04	94,6	6,926	1,873	2,68	7,61	0,30	0,15	0,07	0,38	0,90	47,2	0,6	2,131	6,197	0,77	0,01	0,06	0,13	0,97	-3,70
	M-Mil-04	60,3	4,148	1,295	2,02	5,35	0,18	0,11	0,05	0,27	0,61	16,9	0,6	0,589	12,79	0,28	0,01	0,02	0,27	0,57	3,03
	M-Mil-09	97,2	6,637	3,055	3,84	7,78	0,29	0,25	0,10	0,39	1,03	51,8	0,6	2,043	5,402	0,85	0,01	0,06	0,11	1,03	-0,14
	M-Alt-01	143	8,252	5,999	4,92	11,68	0,36	0,49	0,13	0,58	1,56	61,8	0,6	6,631	11,29	1,01	0,01	0,19	0,24	1,45	3,85
	M-Sar-13	99,8	6,018	2,524	3,54	6,14	0,26	0,21	0,09	0,31	0,87	45,6	0,6	1,964	4,918	0,75	0,01	0,06	0,10	0,92	-2,76
	M-Sar-12	98	5,806	3,079	3,26	6,38	0,25	0,25	0,08	0,32	0,91	48	0,6	2,217	5,288	0,79	0,01	0,06	0,11	0,97	-3,30
M-Cha-10	144,5	9,797	2,26	0,99	18,03	0,43	0,19	0,03	0,90	1,54	50,5	0,6	8,547	17,64	0,83	0,01	0,24	0,37	1,45	3,03	
M-Sal-03	1994	237,2	23,43	7,05	134,3	10,31	1,93	0,18	6,70	19,12	76,3	0,6	418,4	294,3	1,25	0,01	11,82	6,13	19,21	-0,22	
M-Cor-04	1584	184,9	5,092	1,44	146,7	8,04	0,42	0,04	7,32	15,82	50,2	0,6	307	285,8	0,82	0,01	8,67	5,95	15,46	1,15	
M-Cor-05	1479	170,3	4,903	1,56	139,9	7,40	0,40	0,04	6,98	14,83	42,7	0,6	281,9	255,4	0,70	0,01	7,96	5,32	13,99	2,91	
Piezómetros																					
Zona I	MQ-23	1452	60,74	54,35	8,79	162,8	2,64	4,47	0,22	8,12	15,46	1,2	0,6	9,939	728,3	0,02	0,01	0,28	15,16	15,47	-0,04
	MQ-27	258	8,78	5,193	2,66	33,37	0,38	0,43	0,07	1,67	2,54	88,4	0,6	2,234	48,38	1,45	0,01	0,06	1,01	2,53	0,25
	MQ-39	2570	56,13	80,64	16,1	233,1	2,44	6,64	0,41	11,63	21,12	1,2	0,6	8,086	1769	0,02	0,01	0,23	36,83	37,09	-27,43
	PAP-14-02	332	18,7	10	1,77	32,79	0,81	0,82	0,05	1,64	3,32	133,7	0,6	15,48	34,12	2,19	0,01	0,44	0,71	3,35	-0,48
	PMC-3	1134	54,74	48,48	11,6	113	2,38	3,99	0,30	5,64	12,31	200,8	0,6	23,13	389,7	3,29	0,01	0,65	8,11	12,07	0,97
Zona II	PCP-1	1562	188,2	4,356	1,73	122,4	8,18	0,36	0,04	6,11	14,69	27,9	0,6	305	242,2	0,46	0,01	8,62	5,04	14,13	1,97
	CD-2B	1538	72,28	20,15	2,03	220,9	3,14	1,66	0,05	11,02	15,88	129,8	0,6	132,1	515,4	2,13	0,01	3,73	10,73	16,60	-2,23
	S-COR-08-03	1636	178,5	2,71	2,78	171,5	7,76	0,22	0,07	8,56	16,61	29,3	0,6	293,6	357,2	0,48	0,01	8,29	7,44	16,22	1,19
	S-COR-08-01	1717	173,5	22,64	9,03	164,1	7,54	1,86	0,23	8,19	17,83	187,3	0,6	263,3	406,9	3,07	0,01	7,44	8,47	18,99	-3,16
	PMP-2	1668	218,4	4,369	1,98	129,1	9,50	0,36	0,05	6,44	16,35	40,5	0,6	256,6	408,1	0,66	0,01	7,25	8,50	16,42	-0,22

EI balance iónico (B.I) en porcentaje debe ser menor al 15% (positivo o negativo).

Handwritten signatures and initials in blue ink.



↑
D
+
M
+
+
@
@

ANEXO 10



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Geoquímica de rocas



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (1-10)

Muestra		Qu-396	Qu-027	Qu-164	Qu-345	Qu-395	Qu-210	Qu-242
UTM-E		327 738	328 377	327 297	327 397	327 738	327 342	327 176
UTM-N		8 107 946	8 108 085	8 108 112	8 108 532	8 107 683	8 108 697	8 108 872
Unidad geológica	SU	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba
Litología/Miembro		Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita
Referencia		Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)
Elementos mayores								
SiO ₂	%	65,34	69,37	72,81	65,91	68,4	70,88	72,07
Al ₂ O ₃	%	16,13	17,39	15,84	15,54	16,02	17,06	16,19
Fe ₂ O ₃	%	4,98	1,71	1,13	2,02	2,3	0,78	2,61
FeO	%							
CaO	%	1,08	0,71	0,5	3,85	3,12	1,78	0,05
MgO	%	1,27	0,46	0,44	1,46	1	0,34	0,62
Na ₂ O	%	1,58	5,65	3,43	4,88	4,22	6,19	0,18
K ₂ O	%	4,2	1,98	3,11	1,64	2,44	0,95	4,9
TiO ₂	%	0,44	0,39	0,33	0,41	0,33	0,35	0,34
MnO	%	0,05	0,02	0,01	0,06	0,04	0,01	0,01
P ₂ O ₅	%	0,15	0,05	0,03	0,17	0,14	0,05	0,05
LOI	%	3,8	2	2,3	3,7	1,6	1,5	2,8
Total	%	99,08	99,77	99,98	99,69	99,7	99,91	99,86
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm	0,17	0,09	0,04	0,24	0,31	0,04	0,07
Arsénico	ppm	0,1	0,7	0,2	0,2	2,5	0,1	1,6
Cadmio	ppm	0,73	0,04	0,01	0,14	0,07	0,01	0,01
Cobre	ppm	9086,94	586,4	162,84	2637,03	924,17	506,66	197,6
Cromo	ppm	5,5	3,3	1,4	7,4	6,5	4,1	1,5
Mercurio	ppm	8	7	8	5	22	5	5
Níquel	ppm	10	10	10	10	10	10	10
Plomo	ppm	14,27	9,78	5,3	3,58	2,48	2,96	0,83
Zinc	ppm	81	30,7	1,5	40,9	25	14	8,1
Berilio	ppm	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Cobalto	ppm	13,6	0,7	0,2	3,4	5,2	1,3	0,2
Estaño	ppm	4	2	1	1	1	2	5
Selenio	ppm	4	0,4	0,4	1	0,5	1	1,3
Teluro	ppm	0,03	0,14	0,02	0,04	0,03	0,03	0,16
Plata	ppm	4,8970	0,9970	0,1910	1,0140	0,3950	1,6700	0,1850
Talio	ppm	0,09	0,06	0,06	0,06	0,07	0,02	0,07
Bismuto	ppm	8,42	1,83	0,12	0,07	0,18	0,18	0,51
Hafnio	ppm	3,2	2,8	3	3,1	2,7	3,1	2,6
Zircón	ppm	105,8	100,9	94	104,3	94,4	110,9	95,8
Wolframio	ppm	17,8	8,4	5,2	7,6	3,3	11,4	20,2
Niobio	ppm	4,8	4,4	5,4	4,9	4,3	4,7	4,8
Tantalio	ppm	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Galio	ppm	16,4	18,5	15,7	14,4	16,8	14,1	14,4
Bario	ppm	513	331	496	412	763	196	388
Manganeso	ppm	323	45	9	369	246	76	22
Molibdeno	ppm	190,06	1,53	0,6	62,93	19,78	15,36	27,21
Escandio	ppm	6	5	4	7	4	5	5
Vanadio	ppm	66	47	29	57	43	30	58
Cesio	ppm	3,3	1,1	3,8	1,2	3	0,8	2
Rubidio	ppm	110,3	71,2	75,4	49,5	55,2	28	146,5
Estroncio	ppm	171,2	423,4	346,1	699,3	644,9	625,1	107,5
Litio	ppm							
Uranio	ppm	2,1	2,6	1,2	2,4	1,3	3	1,3
Torio	ppm	5,4	3,1	1,7	6,4	3,7	3,8	3

Fuente: Magmatic and hydrothermal stratigraphy of Paleocene and Eocene porphyry Cu-Mo deposits in southern Peru (Simmons, 2016).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (2-10)

Muestra		Qu-494	Qu-509	Qu-327	Qu-460	Qu-461	Qu-026	Qu-494
UTM-E		327 491	327 491	327 406	327 491	327 491	328 398	327 491
UTM-N		8 108 475	8 108 475	8 107 858	8 108 475	8 108 475	8 108 047	8 108 475
Unidad geológica	SU							
	Yarabamba							
Litología/Miembro	Pórfido monzonita							
	Simmons (2013)							
Referencia		Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)
Elementos mayores								
SiO2	%	66,15	66,56	67,96	63,65	65,17	66,07	66,15
Al2O3	%	17,04	17,03	16,22	17,07	16,68	16,64	17,04
Fe2O3	%	1,82	1,77	2,62	3,36	2,16	3,68	1,82
FeO	%							
CaO	%	2,3	2,5	1,73	1,74	2,51	2,32	2,3
MgO	%	1,26	1,09	1,24	1,39	1,23	1,18	1,26
Na2O	%	3,12	3,62	3,27	2,75	3,24	4,94	3,12
K2O	%	3,86	3,8	3,02	5,49	4,77	2,55	3,86
TiO2	%	0,42	0,41	0,34	0,42	0,43	0,36	0,42
MnO	%	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,15	0,04
P2O5	%	0,12	0,16	0,16	0,17	0,18	0,13	0,12
LOI	%	3	2,2	2,8	2,3	2,7	1,7	3
Total	%	99,16	99,16	99,48	98,41	99,14	99,82	99,16
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm	0,21	0,28	0,24	0,46	0,17	0,15	0,21
Arsénico	ppm	0,7	2,2	0,3	0,1	0,5	0,8	0,7
Cadmio	ppm	0,23	0,3	0,06	0,63	0,33	0,37	0,23
Cobre	ppm	3982,6	4365,19	3877,43	9262,65	3953,88	1222,65	3982,6
Cromo	ppm	4,2	5,2	4,5	5,5	5,8	6,4	4,2
Mercurio	ppm	12	5	5	41	16	5	12
Níquel	ppm	10	10	10	10	10	10	10
Plomo	ppm	6,91	4,95	4,91	4,11	4,27	3,93	6,91
Zinc	ppm	37,2	37	48,2	42,6	31,5	102,9	37,2
Berilio	ppm	0,2	0,1	0,6	0,3	0,2	0,1	0,2
Cobalto	ppm	3,2	2,4	12,6	8,8	5,2	2,5	3,2
Estaño	ppm	3	2	2	4	3	1	3
Selenio	ppm	1,8	2,3	2,3	3,7	1,9	0,1	1,8
Teluro	ppm	0,06	0,05	0,03	0,08	0,05	0,05	0,06
Plata	ppm	1,3230	1,2310	1,2410	2,7380	1,2470	0,6450	1,3230
Talio	ppm	0,02	0,02	0,03	0,09	0,1	0,03	0,02
Bismuto	ppm	0,24	0,27	0,1	0,33	0,14	0,24	0,24
Hafnio	ppm	3,1	2,8	2,7	3	3,3	2,8	3,1
Zircón	ppm	111,1	104,9	94,4	107,4	110,6	103,2	111,1
Wolframio	ppm	11,3	9,9	6,2	19,7	19,6	2,3	11,3
Niobio	ppm	4,7	4,5	4,2	4,6	4,8	4,7	4,7
Tantalio	ppm	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
Galio	ppm	16	16,3	15,8	17	15,6	17,3	16
Bario	ppm	801	793	694	1481	1063	871	801
Manganeso	ppm	249	207	177	295	212	698	249
Molibdeno	ppm	65,32	164,51	84,35	591,52	283,91	0,51	65,32
Escandio	ppm	5	5	5	6	6	6	5
Vanadio	ppm	29	41	50	62	65	53	29
Cesio	ppm	2,9	2,4	3	2	2,4	0,8	2,9
Rubidio	ppm	92,6	82,5	69,9	125,3	111,7	62,2	92,6
Estroncio	ppm	1262	764,1	469,8	706,9	794,9	596,1	1262
Litio	ppm							
Uranio	ppm	1,7	1,6	1,4	2,4	1,8	1,4	1,7
Torio	ppm	3,4	3,5	3	3,2	3	3,8	3,4

Fuente: Magmatic and hydrothermal stratigraphy of Paleocene and Eocene porphyry Cu-Mo deposits in southern Peru (Simmons, 2016).

Handwritten signature and symbols in blue ink.



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (3-10)

Muestra		Qu-171	Qu-206	Qu-232	Qu-348	Qu-425	Qu-009	Qu-058
UTM-E		327 411	327 625	327 543	327 397	327 774	328 271	328 423
UTM-N		8 108 078	8 108 703	8 108 760	8 108 532	8 108 051	8 108 187	8 108 200
Unidad geológica	SU	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba	Yarabamba
Litología/Miembro		Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Pórfido monzonita	Granodiorita	Granodiorita
Referencia		Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)	Simmons (2013)
Elementos mayores								
SiO ₂	%	66,35	72,51	70,3	63,41	65,1	70,1	70,08
Al ₂ O ₃	%	17,14	15,34	16,21	15,99	17,33	17,75	16,65
Fe ₂ O ₃	%	3,46	0,91	0,66	2,41	3,13	0,58	1,68
FeO	%							
CaO	%	3,19	1,74	1,96	4,3	2,57	1,73	2,5
MgO	%	1,29	0,5	0,78	1,4	1,58	0,36	0,31
Na ₂ O	%	3,88	4,29	4,06	3,58	3,62	5,26	3,83
K ₂ O	%	2,11	3,27	3,34	3,04	2,19	1,69	2,62
TiO ₂	%	0,41	0,24	0,36	0,43	0,42	0,34	0,34
MnO	%	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,01	0,02
P ₂ O ₅	%	0,15	0,06	0,04	0,18	0,18	0,06	0,04
LOI	%	1,8	1	2	4,6	3,4	1,9	1,8
Total	%	99,91	99,98	99,83	99,47	99,61	99,83	99,95
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm	0,15	0,07	0,31	0,12	0,08	0,03	0,04
Arsénico	ppm	0,5	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
Cadmio	ppm	0,05	0,02	0,03	0,09	0,09	0,01	0,02
Cobre	ppm	511,61	117,28	87,92	3259,34	1342,36	79,31	295,17
Cromo	ppm	5,4	3,4	4,1	5,8	4,6	3,4	5,8
Mercurio	ppm	5	5	5	5	5	5	5
Níquel	ppm	10	10	10	10	10	10	10
Plomo	ppm	1,45	7,95	2,58	3,35	6,36	8,31	1,58
Zinc	ppm	26,7	23,7	57,7	38,1	34,7	9,7	15,6
Berilio	ppm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Cobalto	ppm	6,3	0,2	0,3	3,6	8,8	0,8	1,3
Estaño	ppm	1	1	1	3	2	2	1
Selenio	ppm	0,1	0,2	0,1	1,5	1,6	0,2	0,3
Teluro	ppm	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Plata	ppm	0,1280	0,3070	0,5430	1,3340	0,4750	0,9760	0,3920
Talio	ppm	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03
Bismuto	ppm	0,02	0,25	0,12	0,12	0,11	0,26	0,34
Hafnio	ppm	2,9	2,8	3,3	2,7	3,2	2,5	2,9
Zircón	ppm	105,5	85,5	122	105	115,5	94,1	95,9
Wolframio	ppm	0,6	4,1	5,7	10,4	8,5	8,4	2
Niobio	ppm	4,5	4,7	5,5	5,1	4,5	4,2	4,9
Tantalio	ppm	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Galio	ppm	17,3	14,3	14,9	13,9	17,2	14,7	17,3
Bario	ppm	732	653	706	735	736	380	683
Manganeso	ppm	233	231	235	255	372	34	71
Molibdeno	ppm	0,44	5,67	3,78	117,51	16,32	5,16	0,93
Escandio	ppm	6	3	5	6	6	3	5
Vanadio	ppm	52	28	29	57	55	27	27
Cesio	ppm	2,5	1	1,9	1,1	4,7	1,3	1,6
Rubidio	ppm	34,9	57,7	60,4	74,3	56,9	50,8	55,4
Estroncio	ppm	625	501	528,7	659,1	475,1	634,6	564,1
Litio	ppm							
Uranio	ppm	1,2	2,2	2,9	3,2	1,4	1,7	2,6
Torio	ppm	3,7	6,9	4,7	4,1	3,3	2,4	4,4

Fuente: Magmatic and hydrothermal stratigraphy of Paleocene and Eocene porphyry Cu-Mo deposits in southern Peru (Simmons, 2016).

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (4-10)

Muestra		Qu-349*	Qu-389*	Mo-III-07-05	MO25	Mo-III-05-05	GR1-1008-7	MO32
UTM-E		327 115	326 666	326 054	326 362	329 145	328 888	320 006
UTM-N		8 107 866	8 108 318	8 108 464	8 108 102	8 113 815	8 108 976	8 104 727
Unidad geológica		SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba
Litología/Miembro		Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Granodiorita	Monzonita
Referencia		Simmons (2013)	Simmons (2013)	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores								
SiO2	%	65,87	64,39	66,3	63,8	67,7	61,9	61,5
Al2O3	%	16,51	16,12	16,1	16,3	16,0	19,5	15,1
Fe2O3	%	4,12	4,5	2,54	4,36	1,41	3,70	5,61
FeO	%			2,4	2,3	2,4		2,1
CaO	%	0,95	3,51	3,9	4,2	3,5	3,2	4,0
MgO	%	1,52	1,82	1,8	2,0	1,0	1,4	2,2
Na2O	%	1,73	3,84	3,8	3,7	4,3	4,7	3,1
K2O	%	4,03	1,76	2,7	2,8	3,1	2,7	4,3
TiO2	%	0,34	0,51	0,5	0,6	0,5	0,4	0,9
MnO	%	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
P2O5	%	0,15	0,17	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3
LOI	%	4,3	3,1				1,4	
Total	%	99,69	99,84	100,0	100,2	100,0	99,0	99,1
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm	0,07	1,82				0,6	
Arsénico	ppm	0,4	1,6					
Cadmio	ppm	1,27	0,43	0,3		0,2	0,2	
Cobre	ppm	1665,05	961	139,0	265,0	15,0	1652,7	70,0
Cromo	ppm	2,6	13,8	110,0		110,0	172,2	
Mercurio	ppm	5	5					
Níquel	ppm	10	10	74,0	10,0	15,0	9,2	5,0
Plomo	ppm	7,6	21,91	12,0	270,0	16,0	23,7	20,0
Zinc	ppm	271,3	105,4	327,0	55,0	39,0	103,6	35,0
Berilio	ppm	0,3	0,2	5,0		5,0	1,2	
Cobalto	ppm	5,6	11,9	11,2	17,0	5,6	5,5	16,5
Estaño	ppm	3	3	1,0	18,0	1,0	1,1	4,0
Selenio	ppm	1,5	0,9					
Teluro	ppm	0,18	0,14					
Plata	ppm	0,8350	0,6380	1,0		1,0	0,5	
Talio	ppm	0,19	0,04	0,5		0,5	0,3	
Bismuto	ppm	1,67	0,89	0,1		0,1		
Hafnio	ppm	2,9	3,5	4,0	4,0	3,0	0,3	21,0
Zircón	ppm	107,2	110,7	114,0	132,0	116,0	102,3	350,0
Wolframio	ppm	11,4	9,5	7,0	72,0	7,0	4,5	43,0
Niobio	ppm	3,6	5,2	5,0	6,0	6,0	4,6	19,0
Tantalio	ppm	0,2	0,3	0,5	3,0	0,5	1,4	2,5
Galio	ppm	18,2	17,9	18,0	21,0	15,0	16,6	17,0
Bario	ppm	997	441	639,0	1005,0	750,0	727,4	679,0
Manganeso	ppm	345	421					
Molibdeno	ppm	4,97	23,38	2,0		2,0	2,7	
Escandio	ppm	5	8	8,0		7,0	6,9	
Vanadio	ppm	49	77	88,0	85,0	52,0	58,5	95,0
Cesio	ppm	2,2	3,6	5,0	3,3	4,6	1,5	10,7
Rubidio	ppm	110,6	52,9	80,8	78,8	121,0	57,3	241,0
Estroncio	ppm	215,1	551,3	521,0	635,0	352,0	596,0	282,0
Litio	ppm			10,0		20,0	11,5	
Uranio	ppm	1,9	3,8	3,2	2,0	2,9	0,6	14,0
Torio	ppm	3,4	10	9,3	5,0	12,9	3,9	24,0

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).

* Magmatic and hydrothermal stratigraphy of Paleocene and Eocene porphyry Cu-Mo deposits in southern Peru (Simmons, 2016)



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (5-10)

Muestra		Mo-III-37-05	TO17	Mo-III-19-05	Mo-III-42-05	Mo-II-10-05	Mo-II-09-05	TO08
UTM-E		320 250	320 247	323 117	314 465	308 817	310 400	310 695
UTM-N		8 097 250	8 101 409	8 100 276	8 097 971	8 106 208	8 105 534	8 098 889
Unidad geológica		SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba
Litología/Miembro		Monzonita	Monzonita	Monzonita	Diorita	Diorita	Diorita	Diorita
Referencia		INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores								
SiO ₂	%	59,3	62,2		70,1		60,8	56,5
Al ₂ O ₃	%	17,6	14,8		13,3		15,5	16,3
Fe ₂ O ₃	%	3,14	5,92		1,48		3,66	7,81
FeO	%	4,0	2,8		1,6		2,9	3,3
CaO	%	6,4	3,6		1,9		6,0	6,5
MgO	%	3,1	1,8		0,5		2,3	3,5
Na ₂ O	%	3,9	3,5		4,1		3,4	3,3
K ₂ O	%	1,7	4,1		5,1		2,2	2,6
TiO ₂	%	0,8	0,9		0,5		0,8	1,0
MnO	%	0,1	0,1		0,1		0,1	0,1
P ₂ O ₅	%	0,1	0,3		0,0		0,2	0,3
LOI	%							
Total	%	100,0	99,9	0,0	98,6	0,0	98,0	101,3
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm	0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	
Cobre	ppm	71,0	50,0	46,0	22,0	81,0	58,0	135,0
Cromo	ppm	90,0		70,0	110,0	330,0	210,0	
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	22,0		16,0	7,0	45,0	35,0	20,0
Plomo	ppm	11,0	20,0	40,0	24,0	16,0	15,0	20,0
Zinc	ppm	80,0	75,0	127,0	49,0	74,0	72,0	70,0
Berilio	ppm	5,0		5,0	5,0	5,0	5,0	
Cobalto	ppm	18,6	24,5	8,9	3,4	21,8	22,7	28,0
Estaño	ppm	1,0	3,0	3,0	4,0	2,0	2,0	
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	
Talio	ppm	0,5		0,6	0,5	0,5	0,5	
Bismuto	ppm	0,1		0,1	0,1	0,1	0,1	
Hafnio	ppm	3,0	13,0	5,0	7,0	5,0	4,0	7,0
Zircón	ppm	114,0	352,0	199,0	242,0	163,0	118,0	208,0
Wolframio	ppm	5,0	111,0	6,0	9,0	20,0	2,0	68,0
Niobio	ppm	5,0	20,0	12,0	13,0	9,0	7,0	8,0
Tantalio	ppm	0,5	5,5	0,8	0,8	0,6	0,5	2,5
Galio	ppm	19,0	21,0	16,0	16,0	18,0	16,0	17,0
Bario	ppm	471,0	716,0	673,0	734,0	489,0	365,0	528,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm	2,0		3,0	4,0	6,0	3,0	
Escandio	ppm	16,0		14,0	8,0	18,0	23,0	
Vanadio	ppm	167,0	90,0	68,0	16,0	134,0	174,0	170,0
Cesio	ppm	3,1	11,8	5,4	9,7	10,1	9,7	12,1
Rubidio	ppm	52,9	227,0	221,0	233,0	170,0	146,0	126,5
Estroncio	ppm	515,0	283,0	210,0	128,0	366,0	379,0	367,0
Litio	ppm	20,0		20,0	20,0	20,0	10,0	
Uranio	ppm	1,5	9,5	4,2	5,4	4,7	4,7	3,5
Torio	ppm	6,0	29,0	25,5	30,3	18,5	14,9	10,0

Fuente: Base de datos litogeológica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (6-10)

Muestra	Mo-II-08-05	Mo-II-07-05	Mo-II-05-05	MO39	Mo-III-41-05	Mo-III-40-05	Mo-III-39-05
UTM-E	312 296	312 464	313 810	317 129	322 842	323 807	324 773
UTM-N	8 104 740	8 101 389	8 095 504	8 105 145	8 092 053	8 092 183	8 093 230
Unidad geológica	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba
Litología/Miembro	Diorita	Diorita	Diorita	Diorita	Diorita	Diorita	Diorita
Referencia	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores							
SiO ₂	%			61,8	65,0	65,1	65,3
Al ₂ O ₃	%			14,8	14,8	15,6	15,6
Fe ₂ O ₃	%			6,32	1,39	1,27	1,31
FeO	%			2,3	2,9	2,4	2,4
CaO	%			3,0	3,8	3,4	4,0
MgO	%			1,6	1,8	1,7	1,7
Na ₂ O	%			3,9	3,9	4,1	4,1
K ₂ O	%			4,6	2,8	2,7	2,9
TiO ₂	%			1,1	0,6	0,5	0,5
MnO	%			0,1	0,1	0,1	0,1
P ₂ O ₅	%			0,4	0,1	0,1	0,0
LOI	%						
Total	%	0,0	0,0	0,0	99,8	97,2	97,9
Elementos menores y trazas							
Antimonio	ppm						
Arsénico	ppm						
Cadmio	ppm	0,2	0,3	0,2		0,2	0,2
Cobre	ppm	41,0	105,0	64,0	120,0	28,0	35,0
Cromo	ppm	220,0	160,0	230,0		140,0	130,0
Mercurio	ppm						
Níquel	ppm	36,0	19,0	23,0		24,0	18,0
Plomo	ppm	11,0	18,0	20,0	20,0	21,0	22,0
Zinc	ppm	49,0	75,0	88,0	30,0	98,0	91,0
Berilio	ppm	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0
Cobalto	ppm	16,1	14,7	17,5	17,5	12,5	8,7
Estaño	ppm	3,0	3,0	2,0		2,0	1,0
Selenio	ppm						
Teluro	ppm						
Plata	ppm	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0
Talio	ppm	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5
Bismuto	ppm	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
Hafnio	ppm	4,0	7,0	4,0	11,0	4,0	4,0
Zircón	ppm	127,0	231,0	131,0	371,0	154,0	148,0
Wolframio	ppm	16,0	2,0	2,0	56,0	10,0	10,0
Niobio	ppm	10,0	11,0	9,0	17,0	6,0	6,0
Tantalio	ppm	0,7	0,8	0,6	3,0	0,5	0,5
Galio	ppm	18,0	19,0	16,0	20,0	17,0	17,0
Bario	ppm	512,0	529,0	519,0	799,0	621,0	683,0
Manganeso	ppm						
Molibdeno	ppm	4,0	2,0	2,0		2,0	3,0
Escandio	ppm	17,0	18,0	20,0		10,0	8,0
Vanadio	ppm	119,0	119,0	136,0	90,0	94,0	84,0
Cesio	ppm	6,3	14,1	11,4	8,0	8,5	4,8
Rubidio	ppm	229,0	228,0	149,0	258,0	128,0	92,2
Estroncio	ppm	412,0	363,0	375,0	288,0	413,0	461,0
Litio	ppm	20,0	10,0	10,0		60,0	30,0
Uranio	ppm	8,7	7,9	4,0	6,0	2,4	2,1
Torio	ppm	35,7	33,4	15,7	22,0	10,3	9,3

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Inggemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (7-10)

Muestra		Mo-III-38-05	Mo-III-32-05	MM15	Mo-III-30-05	MO22	Mo-III-06-05	MO30
UTM-E		325 140	325 797	326 975	327 848	321 884	321 901	329 246
UTM-N		8 094 273	8 096 562	8 098 479	8 095 872	8 109 060	8 108 830	8 106 798
Unidad geológica		SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	SU Yarabamba	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco
Litología/Miembro		Diorita	Granodiorita , diorita	Granodiorita , diorita	Granodiorita , diorita	Miembro Asana	Miembro Asana	Miembro Asana
Referencia		INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores								
SiO ₂	%	60,4	67,1	60,8		78,0		77,5
Al ₂ O ₃	%	16,7	15,6	17,3		12,0		12,3
Fe ₂ O ₃	%	1,61	1,70	4,73		0,27		0,34
FeO	%	3,9	2,4	1,7		0,1		0,1
CaO	%	5,6	3,7	4,1		0,1		0,2
MgO	%	3,0	1,8	1,7				0,1
Na ₂ O	%	3,9	4,0	4,4		3,1		3,4
K ₂ O	%	2,1	3,1	3,1		4,4		4,1
TiO ₂	%	0,7	0,6	0,6		0,1		0,1
MnO	%	0,1	0,1	0,1		0,0		0,0
P ₂ O ₅	%	0,1	0,1	0,2		0,0		
LOI	%							
Total	%	98,0	100,0	98,7	0,0	98,0	0,0	98,2
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm	0,2	0,2		0,2		0,2	
Cobre	ppm	106,0	62,0	200,0	83,0		11,0	
Cromo	ppm	80,0	170,0		70,0		160,0	
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	59,0	17,0	5,0	52,0		13,0	
Plomo	ppm	16,0	20,0	25,0	31,0	15,0	19,0	10,0
Zinc	ppm	75,0	62,0	85,0	129,0	10,0	52,0	20,0
Berilio	ppm	5,0	5,0		5,0		5,0	
Cobalto	ppm	18,5	11,0	21,5	16,7	8,0	1,5	5,5
Estaño	ppm	2,0	2,0	8,0	1,0	63,0	1,0	12,0
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm	1,0	1,0		1,0		1,0	
Talio	ppm	0,5	0,5		0,5		0,8	
Bismuto	ppm	0,2	0,1		0,1		0,1	
Hafnio	ppm	3,0	3,0	5,0	4,0	2,0	2,0	2,0
Zircón	ppm	113,0	115,0	168,0	136,0	79,0	69,7	61,5
Wolframio	ppm	6,0	11,0	67,0	3,0	70,0	11,0	89,0
Niobio	ppm	5,0	5,0	7,0	6,0	7,0	5,0	12,0
Tantalio	ppm	0,5	0,5	3,0	0,5	3,5	0,5	4,0
Galio	ppm	19,0	16,0	21,0	18,0	11,0	12,0	16,0
Bario	ppm	584,0	673,0	841,0	627,0	467,0	474,0	125,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm	2,0	6,0		2,0		4,0	
Escandio	ppm	14,0	10,0		15,0		5,0	
Vanadio	ppm	141,0	90,0	80,0	150,0		7,0	5,0
Cesio	ppm	4,9	5,2	5,0	3,2	2,1	3,1	2,9
Rubidio	ppm	68,9	112,0	117,0	81,3	92,2	111,0	126,5
Estroncio	ppm	530,0	397,0	567,0	507,0	35,3	33,2	50,2
Litio	ppm	10,0	20,0		40,0		10,0	
Uranio	ppm	1,4	3,2	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0
Torio	ppm	5,7	12,8	8,0	7,8	7,0	9,1	7,0

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).

**PERÚ**Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y Fiscalización
Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»**Tabla 10.1.1** Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (8-10)

Muestra		Mo-III-09-05	GR1-1008-6	MO38	MO14	GR13_MM06	MM13	Mo-III-36-05
UTM-E		330 518	329 243	317 882	323 559	326 732	327 472	319 760
UTM-N		8 106 387	8 107 126	8 104 266	8 112 284	8 102 018	8 102 688	8 098 021
Unidad geológica		Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco
Litología/Miembro		Miembro Asana	Miembro Asana	Miembro Carpanito	Miembro Carpanito	Miembro Carpanito	Miembro Carpanito	Miembro Carpanito
Referencia		INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores								
SiO ₂	%	77,8	74,0	60,0	54,3	59,2	54,9	59,2
Al ₂ O ₃	%	12,1	14,6	14,8	18,3	16,0	17,1	17,1
Fe ₂ O ₃	%	1,43	0,80	4,48	7,63	7,26	8,64	2,53
FeO	%	0,4		1,6	3,9	2,3	3,8	4,2
CaO	%	0,1	0,5	3,8	7,4	2,8	6,2	6,4
MgO	%	0,1	0,2	1,5	2,2	1,9	2,9	3,2
Na ₂ O	%	3,9	3,9	4,2	3,5	4,0	4,2	4,0
K ₂ O	%	3,9	5,3	4,8	1,9	4,0	1,9	2,1
TiO ₂	%	0,1	0,1	0,9	1,1	1,1	1,2	1,0
MnO	%	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
P ₂ O ₅	%	0,0	0,0	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2
LOI	%		0,7					
Total	%	100,0	100,0	96,6	100,8	99,3	101,6	100,0
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm		0,8					
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm	0,2	0,2					0,2
Cobre	ppm	9,0	20,6		15,0		5,0	61,0
Cromo	ppm	110,0	230,6					80,0
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	11,0	9,2					29,0
Plomo	ppm	22,0	33,2	20,0	15,0	15,0	10,0	19,0
Zinc	ppm	19,0	66,8	45,0	85,0	80,0	70,0	87,0
Berilio	ppm	5,0	2,3					5,0
Cobalto	ppm	1,1	0,6	75,0	18,5	12,5	21,0	17,3
Estaño	ppm	2,0	1,7	3,0	3,0	15,0	2,0	2,0
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm	1,0	0,4					1,0
Talio	ppm	0,5	0,6					0,5
Bismuto	ppm	0,1						0,1
Hafnio	ppm	2,0	0,7	9,0	7,0	7,0	5,0	5,0
Zircón	ppm	43,7	50,6	324,0	164,0	236,0	147,5	192,0
Wolframio	ppm	9,0	2,2	200,0	28,0	38,0	52,0	3,0
Niobio	ppm	9,0	6,7	15,0	9,0	12,0	12,0	8,0
Tantalio	ppm	0,7	2,0	8,5	1,5	2,0	2,5	0,5
Galio	ppm	13,0	14,2	15,0	22,0	20,0	20,0	18,0
Bario	ppm	30,5	82,4	1110,0	739,0	1465,0	691,0	554,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm	2,0	8,2					2,0
Escandio	ppm	5,0	4,5					18,0
Vanadio	ppm	5,0	5,9	60,0	125,0	70,0	135,0	174,0
Cesio	ppm	2,1	1,5	4,4	0,9	3,0	1,4	2,9
Rubidio	ppm	112,0	130,4	175,0	41,4	107,0	36,4	73,6
Estroncio	ppm	20,1	30,2	219,0	785,0	475,0	684,0	482,0
Litio	ppm	10,0	1,7					30,0
Uranio	ppm	2,6	0,7	4,5	2,0	2,0	0,5	2,6
Torio	ppm	8,8	4,7	13,0	3,0	7,0	2,0	9,8

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (9-10)

Muestra		Mo-III-18-05	Mo-III-16-05	Mo-III-31-05	M40	Mo-III-04-05	Mo-III-13-05	Mo-III-11-05
UTM-E		325 626	326 671	327 670	315 639	324 760	313 252	323 910
UTM-N		8 100 342	8 103 243	8 095 739	8 105 132	8 110 784	8 110 665	8 107 579
Unidad geológica		Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco
Litología/Miembro		Miembro Carpanito	Miembro Carpanito	Miembro Carpanito	Miembro Samanape	Miembro Samanape	Miembro Samanape	Miembro Samanape
Referencia		INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1
Elementos mayores								
SiO ₂	%	51,2	52,7	61,1	70,8		59,7	
Al ₂ O ₃	%	16,4	17,9	16,0	13,3		17,0	
Fe ₂ O ₃	%	6,65	5,01	4,50	1,59		4,38	
FeO	%	6,5	5,8	4,3			3,8	
CaO	%	8,5	7,9	3,6	1,4		5,8	
MgO	%	4,3	3,6	3,4	0,3		2,5	
Na ₂ O	%	3,2	3,6	3,6	2,6		4,4	
K ₂ O	%	1,4	1,8	4,4	5,4		1,2	
TiO ₂	%	1,5	1,2	0,9	0,2		0,9	
MnO	%	0,2	0,2	0,2	0,1		0,2	
P ₂ O ₅	%	0,2	0,2	0,1	0,1		0,3	
LOI	%							
Total	%	100,0	100,0	102,0	95,7	0,0	100,0	0,0
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm	0,2	0,2	0,4		0,2	0,2	0,2
Cobre	ppm	95,0	44,0	44,0		22,0	23,0	8,0
Cromo	ppm	20,0	150,0	100,0		180,0	60,0	140,0
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	34,0	30,0	37,0		18,0	43,0	12,0
Plomo	ppm	11,0	10,0	40,0	30,0	23,0	12,0	18,0
Zinc	ppm	139,0	79,0	106,0	35,0	39,0	101,0	36,0
Berilio	ppm	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0
Cobalto	ppm	31,7	25,0	19,0	6,5	1,7	14,2	2,5
Estaño	ppm	1,0	2,0	2,0	3,0	2,0	1,0	1,0
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm	1,0	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
Talio	ppm	0,5	0,5	0,5		0,9	0,5	0,7
Bismuto	ppm	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1	0,2
Hafnio	ppm	3,0	4,0	4,0	6,0	2,0	3,0	3,0
Zircón	ppm	96,8	133,0	155,0	191,0	48,5	120,0	81,7
Wolframio	ppm	1,0	3,0	4,0	29,0	14,0	4,0	10,0
Niobio	ppm	5,0	7,0	9,0	8,0	11,0	6,0	6,0
Tantalio	ppm	0,5	0,5	0,5	1,5	0,7	0,5	0,5
Galio	ppm	20,0	19,0	18,0	15,0	16,0	18,0	12,0
Bario	ppm	439,0	532,0	314,0	1140,0	32,5	498,0	914,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm	2,0	2,0	2,0		3,0	2,0	2,0
Escandio	ppm	35,0	26,0	20,0		5,0	19,0	5,0
Vanadio	ppm	401,0	266,0	149,0	10,0	7,0	133,0	12,0
Cesio	ppm	0,9	1,1	8,8	12,2	4,2	2,5	3,4
Rubidio	ppm	29,4	42,4	129,0	218,0	155,0	28,2	131,0
Estroncio	ppm	458,0	526,0	415,0	109,5	27,4	517,0	193,0
Litio	ppm	30,0	10,0	40,0		10,0	10,0	10,0
Uranio	ppm	0,9	1,5	3,5	3,0	3,3	1,0	3,4
Torio	ppm	3,3	5,3	12,1	15,0	10,0	3,9	15,0

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.1 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de operaciones (10-10)

Muestra		MO17	TO04	Mo-III-35-05	Mo-III-34-05	Mo-IV-01-04	305	143
UTM-E		324 002	317 844	318 875	321 733	304 442	331 432	331 507
UTM-N		8 113 051	8 096 518	8 099 260	8 095 208	8 106 036	8 121 608	8 112 387
Unidad geológica		Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Quellaveco	Formación Huayllillas	Grupo Barroso	Grupo Barroso
Litología/Miembro		Miembro Tinajones	Miembro Yarito	Miembro Yarito	Miembro Yarito		CV Chuquiananta	CV Chuquiananta
Referencia		INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	INGEMMET GR1	Lefevre (1979)	Lefevre (1979)
Elementos mayores								
SiO ₂	%	75,8	68,8	71,5	71,6		58,4	64,7
Al ₂ O ₃	%	12,5	14,6	14,1	14,0		17,7	16,3
Fe ₂ O ₃	%	0,70	2,85	1,27	2,32		2,91	3,20
FeO	%	0,1	1,2	1,7	0,7		3,1	1,0
CaO	%	0,2	1,3	1,3	1,2		5,9	3,9
MgO	%	0,3	0,5	0,5	0,5		2,8	2,0
Na ₂ O	%	2,6	4,0	4,2	4,2		4,6	4,3
K ₂ O	%	4,8	5,2	5,0	4,9		2,1	3,0
TiO ₂	%	0,1	0,5	0,5	0,5		0,8	0,6
MnO	%	0,0	0,1	0,1	0,1		0,1	0,1
P ₂ O ₅	%	0,0	0,1	0,0	0,0		0,3	0,2
LOI	%							
Total	%	97,1	99,0	100,0	100,0	0,0	98,7	99,3
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm			0,2	0,2	0,2		
Cobre	ppm	5,0	20,0	30,0	19,0	14,0		65,0
Cromo	ppm			140,0	100,0	98,0		53,0
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm			10,0	8,0	8,0		28,0
Plomo	ppm	5,0	15,0	20,0	22,0	16,0		
Zinc	ppm	85,0	60,0	55,0	67,0	55,0		70,0
Berilio	ppm			5,0	5,0	5,0		
Cobalto	ppm	5,5	12,5	4,4	3,7	5,3		17,0
Estaño	ppm	47,0	9,0	3,0	4,0	1,0		
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm			1,0	1,0	1,0		
Talio	ppm			0,5	0,5	0,5		
Bismuto	ppm			0,1	0,1	0,1		
Hafnio	ppm	2,0	12,0	10,0	9,0	3,0		
Zircón	ppm	102,5	416,0	381,0	349,0	106,0		
Wolframio	ppm	40,0	88,0	12,0	8,0	2,0		
Niobio	ppm	8,0	16,0	13,0	13,0	6,0		
Tantalio	ppm	2,0	4,5	0,7	0,7	0,5		
Galio	ppm	14,0	18,0	16,0	16,0	15,0		
Bario	ppm	376,0	913,0	774,0	861,0	738,7	990,0	1055,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm			6,0	3,0	2,0		
Escandio	ppm			9,0	8,0	5,0		
Vanadio	ppm	10,0	15,0	27,0	17,0	44,0		82,0
Cesio	ppm	5,6	8,1	9,4	8,2	4,7		
Rubidio	ppm	125,0	251,0	246,0	240,0	106,4	35,0	63,0
Estroncio	ppm	63,1	153,0	133,0	125,0	283,8	775,0	585,0
Litio	ppm			20,0	10,0	15,0	10,0	17,0
Uranio	ppm	2,0	6,0	7,5	7,9	2,9		
Torio	ppm	7,0	24,0	28,8	31,0	13,8		

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.2 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de abastecimiento de agua (2-4)

Muestra		Hu-NO121	HUNO245	HUNO254	OM-05	309	Omt-55	HUSO57A
UTM-E		346 164	366 619	363 084	336 425	336 570	331 362	342 129
UTM-N		8 165 469	8 165 361	8 156 470	8 141 383	8 145 626	8 148 094	8 134 123
Unidad geológica		Formación Vizcachas	Formación Sencca	Formación Capillune	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso
Litología/Miembro					CV Altarani	CV Encajine	CV Maralinane	CV Suches
Referencia		INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	Aramaki et al. (1984)	Lefevre (1979)	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13
Elementos mayores								
SiO ₂	%	66,4	71,3	55,7	60,7	66,5	63,1	54,2
Al ₂ O ₃	%	15,0	14,4	18,4	17,5	15,1	16,8	16,4
Fe ₂ O ₃	%	2,36	1,83	7,13	6,14	3,75	4,57	7,98
FeO	%	1,0	0,2	3,2		0,1	1,4	4,0
CaO	%	2,2	1,5	6,4	5,4	3,5	4,1	7,0
MgO	%	1,2	0,3	2,4	3,3	1,7	1,7	4,1
Na ₂ O	%	3,3	3,9	4,2	3,8	4,0	4,5	3,6
K ₂ O	%	3,8	4,3	2,6	2,3	3,6	3,1	2,1
TiO ₂	%	0,3	0,3	1,1	0,8	0,6	0,8	1,4
MnO	%	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P ₂ O ₅	%	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4
LOI	%							
Total	%	95,7	98,0	101,5	100,0	99,1	100,4	101,3
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm							
Cobre	ppm	15,0	5,0	35,0			40,0	55,0
Cromo	ppm							
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	5,0	1,0	10,0			5,0	35,0
Plomo	ppm	10,0	15,0	25,0				10,0
Zinc	ppm	60,0	50,0	95,0			90,0	90,0
Berilio	ppm							
Cobalto	ppm	7,5	33,5	26,0			14,5	24,0
Estaño	ppm							
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm							
Talio	ppm							
Bismuto	ppm							
Hafnio	ppm	4,0	4,0	5,0			5,0	4,0
Zircón	ppm	136,0	145,0	199,0			191,5	179,0
Wolframio	ppm	23,0	121,0	49,0			25,0	21,0
Niobio	ppm	11,0	14,0	10,0			7,0	9,0
Tantalio	ppm	1,5	6,0	2,5			1,5	1,0
Galio	ppm							
Bario	ppm	615,0	540,0	951,0	782,0	880,0	1185,0	1050,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm							
Escandio	ppm							
Vanadio	ppm		30,0	160,0				130,0
Cesio	ppm	8,3	6,4	0,7			1,4	1,5
Rubidio	ppm	161,0	162,5	58,6		117,0	73,8	45,8
Estroncio	ppm	291,0	228,0	826,0	722,0	550,0	866,0	1055,0
Litio	ppm					24,0		
Uranio	ppm	4,0	3,5	0,5		2,6	1,5	0,5
Torio	ppm	15,0	14,0	4,0			6,0	3,0

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.2 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de abastecimiento de agua (1-4)

Muestra		PE 144	HUNO243	Omt-39	Hu-NO122	321	HUNO236	HUNO235
UTM-E		347 525	359 000	328 244	349 204	350 654	344 172	344 745
UTM-N		8 154 192	8 174 500	8 164 558	8 158 077	8 164 173	8 175 303	8 174 256
Unidad geológica		Grupo Maure	Grupo Maure	Grupo Maure	Grupo Maure	Grupo Maure	Formación Vizcachas	Formación Vizcachas
Litología/Miembro								
Referencia		James et al. (1976)	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	Lefevre (1979)	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13
Elementos mayores								
SiO ₂	%	68,8	74,3	73,1	73,3	59,0	71,4	65,1
Al ₂ O ₃	%		13,0	13,6	12,3	17,1	13,7	13,2
Fe ₂ O ₃	%		1,11	2,10	1,73	4,34	2,00	2,53
FeO	%		0,0	0,4	0,3	2,5	0,3	0,0
CaO	%		0,6	1,7	1,5	5,8	1,7	2,6
MgO	%		0,1	0,5	0,4	2,7	0,4	1,2
Na ₂ O	%		3,5	3,4	3,1	3,7	3,5	4,1
K ₂ O	%	2,4	5,1	3,9	3,7	2,4	4,1	3,6
TiO ₂	%		0,2	0,3	0,3	0,9	0,3	0,3
MnO	%		0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
P ₂ O ₅	%		0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
LOI	%							
Total	%	71,2	98,0	99,0	96,7	98,8	97,5	92,8
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm							
Cobre	ppm			5,0	10,0		5,0	10,0
Cromo	ppm							
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm		1,0	1,0	5,0		1,0	1,0
Plomo	ppm		20,0	5,0	10,0		15,0	15,0
Zinc	ppm		30,0	50,0	55,0		30,0	50,0
Berilio	ppm							
Cobalto	ppm		6,5	9,0	9,5		23,0	13,5
Estaño	ppm							
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm							
Talio	ppm							
Bismuto	ppm							
Hafnio	ppm		4,0	3,0	3,0		4,0	3,0
Zircón	ppm		70,5	103,5	82,0		167,0	120,5
Wolframio	ppm		50,0	55,0	60,0		148,0	90,0
Niobio	ppm		11,0	11,0	8,0		13,0	11,0
Tantalio	ppm		3,0	3,5	3,0		7,0	4,0
Galio	ppm							
Bario	ppm		1000,0	613,0	526,0	710,0	562,0	623,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm							
Escandio	ppm							
Vanadio	ppm		5,0				35,0	50,0
Cesio	ppm		13,4	4,0	126,0		3,4	4,2
Rubidio	ppm	84,0	151,5	147,5	130,5	58,0	130,0	101,0
Estroncio	ppm	590,0	101,0	238,0	242,0	435,0	230,0	335,0
Litio	ppm					15,0		
Uranio	ppm		2,5	4,0	3,0		3,5	2,5
Torio	ppm		12,0	14,0	11,0		12,0	10,0

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.2 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de abastecimiento de agua (3-4)

Muestra		HUSO202	HUSO200	HUSO54A	HUSO31B	HUSO33A	HUNO210	TC-04
UTM-E		346 713	347 789	353 215	353 378	354 225	343 663	328 447
UTM-N		8 133 825	8 132 283	8 133 429	8 140 622	8 141 403	8 142 766	8 143 072
Unidad geológica		Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso
Litología/Miembro		CV Suches	CV Suches	CV Suches	CV Suches	CV Suches	CV Suches	CV Ticsani
Referencia		INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	INGEMMET GR13	Mamani et al. (2008)
Elementos mayores								
SiO ₂	%	61,4	59,8	60,9	54,1	56,7	65,6	65,1
Al ₂ O ₃	%	16,4	16,5	16,7	17,2	16,3	14,4	15,9
Fe ₂ O ₃	%	5,13	5,29	5,53	7,69	7,33	2,31	4,03
FeO	%	0,5	1,8	1,6	3,9	3,9	0,1	
CaO	%	4,1	5,0	5,0	7,2	6,6	2,1	3,6
MgO	%	1,5	2,3	2,0	4,3	4,2	0,5	1,7
Na ₂ O	%	4,0	3,6	3,8	3,6	3,8	2,3	4,3
K ₂ O	%	3,1	3,1	2,6	2,2	2,1	4,6	3,2
TiO ₂	%	0,7	0,7	0,7	1,1	0,9	0,4	0,6
MnO	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
P ₂ O ₅	%	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2
LOI	%							
Total	%	97,0	98,3	99,1	101,6	102,3	92,3	98,7
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							
Arsénico	ppm							
Cadmio	ppm							0,1
Cobre	ppm	60,0	40,0	55,0	50,0	75,0	10,0	41,0
Cromo	ppm							15,0
Mercurio	ppm							
Níquel	ppm	10,0	15,0	10,0	35,0	40,0	1,0	16,0
Plomo	ppm	20,0	20,0	20,0	20,0	15,0	25,0	17,2
Zinc	ppm	90,0	80,0	70,0	90,0	80,0	75,0	64,0
Berilio	ppm							
Cobalto	ppm	23,0	28,5	23,0	31,5	30,5	9,0	9,0
Estaño	ppm							
Selenio	ppm							
Teluro	ppm							
Plata	ppm							
Talio	ppm							
Bismuto	ppm							
Hafnio	ppm	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,0
Zircón	ppm	185,0	156,0	139,0	163,0	125,5	127,0	154,0
Wolframio	ppm	21,0	60,0	19,0	27,0	32,0	19,0	1,9
Niobio	ppm	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	11,0	8,0
Tantalio	ppm	1,0	2,5	1,0	1,5	1,5	1,5	0,4
Galio	ppm							
Bario	ppm	920,0	899,0	782,0	820,0	804,0	928,0	1006,0
Manganeso	ppm							
Molibdeno	ppm							1,8
Escandio	ppm							9,0
Vanadio	ppm	95,0	130,0	115,0	195,0	175,0	50,0	92,0
Cesio	ppm	1,6	2,4	1,5	0,9	0,9	8,2	2,4
Rubidio	ppm	87,4	82,8	79,8	40,8	48,2	126,0	85,0
Estroncio	ppm	639,0	734,0	529,0	818,0	771,0	391,0	665,0
Litio	ppm							21,8
Uranio	ppm	1,5	1,5	1,5	0,5	0,5	2,5	1,7
Torio	ppm	7,0	6,0	6,0	3,0	4,0	9,0	7,9

Fuente: Base de datos litogeoquímica de Ingemmet (2016).



«Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres»
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Tabla 10.1.2 Concentración de elementos mayores y menores en las rocas del área de abastecimiento de agua (4-4)

Muestra		TC-12A	TC-5	TC-12B	TC-07	TC-08	OM-03	Corteza continental Wedepohl (1994,1995)
UTM-E		329 004	328 447	329 004	330 288	330 288	331 066	
UTM-N		8 147 442	8 143 072	8 147 442	8 146 038	8 146 038	8 145 026	
Unidad geológica		Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	Grupo Barroso	
Litología/Miembro		CV Ticsani	CV Ticsani	CV Ticsani	CV Ticsani	CV Ticsani	CV Ticsani	
Referencia		Mamani et al. (2008)	Mamani et al. (2010)	Mamani et al. (2010)	Mamani et al. (2010)	Mamani et al. (2010)	Aramaki et al. (1984)	
Elementos mayores								
SiO ₂	%	59,7	65,2	59,9	64,7	65,5	65,6	61,5
Al ₂ O ₃	%	16,9	16,0	17,1	15,9	16,0	16,7	15,1
Fe ₂ O ₃	%	5,95	3,99	5,90	4,16	3,94	4,35	
FeO	%							5,67
CaO	%	5,0	3,6	4,9	3,6	3,4	3,6	5,5
MgO	%	2,5	1,6	2,1	1,7	1,5	1,8	3,7
Na ₂ O	%	4,2	4,4	4,3	4,3	4,4	4,0	3,2
K ₂ O	%	2,4	3,2	2,5	3,3	3,4	3,2	2,4
TiO ₂	%	1,1	0,6	1,0	0,7	0,7	0,6	0,68
MnO	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P ₂ O ₅	%	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,18
LOI	%							
Total	%	98,1	98,8	98,1	98,7	99,1	100,0	
Elementos menores y trazas								
Antimonio	ppm							0,3
Arsénico	ppm							1,7
Cadmio	ppm	0,2	0,1	0,2		0,2		0,1
Cobre	ppm	49,0	41,0	68,0	51,0	53,0		26
Cromo	ppm	31,0	12,0	22,0	17,0	12,0		132
Mercurio	ppm							0,04
Níquel	ppm	20,0	16,0	19,0	15,0	13,0		66
Plomo	ppm	12,2	17,8	14,2	18,4	18,0		14,8
Zinc	ppm	88,0	61,0	83,0	68,0	69,0		66
Berilio	ppm							2,4
Cobalto	ppm	17,0	12,0	19,0	17,0	10,0		26
Estaño	ppm							2,3
Selenio	ppm							0,12
Teluro	ppm							0,005
Plata	ppm							0,07
Talio	ppm							0,52
Bismuto	ppm							0,085
Hafnio	ppm	4,9	1,9	4,9	3,9	3,9		4,9
Zircón	ppm	182,0	151,0	180,0	180,0	191,0		201
Wolframio	ppm	3,5	3,1	10,9	36,3	2,0		1
Niobio	ppm	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0		18
Tantalio	ppm	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4		1,1
Galio	ppm							15
Bario	ppm	989,0	973,0	969,0	1115,0	1165,0		576
Manganeso	ppm							716
Molibdeno	ppm	1,4	1,8	1,0	1,8	1,6		1,1
Escandio	ppm	13,0	9,0	14,0	7,0	6,0		16
Vanadio	ppm	133,0	89,0	136,0	94,0	81,0		101
Cesio	ppm	1,2	2,3	1,0	2,2	1,7		3,4
Rubidio	ppm	48,0	85,0	53,0	84,0	85,0		76
Estroncio	ppm	825,0	673,0	820,0	678,0	705,0		334
Litio	ppm	8,9	20,3	7,6	20,8	16,5		18
Uranio	ppm	0,8	1,7	0,8	1,6	1,4		1,7
Torio	ppm	4,1	7,8	4,1	7,2	7,1		8,5

Handwritten signature and initials in blue ink.