

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO (EIA-D)

PROYECTO “ENLACE 500 KV HUÁNUCO- TOCACHE-CELENDÍN-TRUJILLO, AMPLIACIONES Y SUBESTACIONES ASOCIADAS”

LINEA BASE BIOLÓGICA ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Titular:



Elaborado por:

INERCO CONSULTORIA PERÚ S.A.C



septiembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

4.2	MEDIO BIÓTICO	26
4.2.6	Ecosistemas acuáticos	26
4.2.6.1	Introducción	26
4.2.6.2	Estaciones de muestreo	26
4.2.6.3	Metodología	30
4.2.6.3.1	Descripción biofísica de los cuerpos de agua	30
4.2.6.3.2	Caracterización físico-química de los cuerpos de agua	31
4.2.6.3.3	Comunidades hidrobiológicas	31
4.2.6.3.4	Análisis de datos	35
4.2.6.4	Resultados.....	39
4.2.6.4.1	Temporada Seca	39
4.2.6.4.2	Temporada húmeda	239
4.2.6.4.3	Comparativo	432
4.2.6.5	Conclusiones	476
4.2.6.5.1	Temporada Seca	476
4.2.6.5.2	Temporada Húmeda.....	482
4.2.6.5.3	Comparativo	488
4.2.6.6	Referencias bibliográficas	491

TABLAS

TABLA 4.2.6-1 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO HIDROBIOLÓGICAS	28
TABLA 4.2.6-2 CATEGORÍAS DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN VISUAL (SVAP)	31
TABLA 4.2.6-3 RANGOS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE DE SHANNON – WIENER.....	36
TABLA 4.2.6-4 RANGOS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL ÍNDICE MARGALEF	37
TABLA 4.2.6-5 CATEGORÍAS DE CALIDAD DE AGUA MEDIANTE EL ÍNDICE EPT	38
TABLA 4.2.6-6 CLASES, VALORES Y CARACTERÍSTICAS PARA AGUAS NATURALES CLASIFICADAS MEDIANTE ELÍNDICE BMWP	38
TABLA 4.2.6-7 CLASES DE CALIDAD DE AGUAS SEGÚN EL ÍNDICE IDG	39
TABLA 4.2.6-8 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL FITOPLANCTON EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	97
GRÁFICO 4.2.6-9 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL FITOPLANCTON EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	132
TABLA 4.2.6-10 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA LA COMUNIDAD PERIFÍTICA EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS	168
TABLA 4.2.6-11 ÍNDICE DE IDG PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	175
TABLA 4.2.6-12 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE CADA ESTACIÓN UBICADA EN TODAS LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS	210
TABLA 4.2.6-13 ÍNDICE DE EPT% PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO	217
TABLA 4.2.6-14 ÍNDICE DE BMWP PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO	219
TABLA 4.2.6-15 DIVERSIDAD ALFA PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	228
TABLA 4.2.6-16 VALORACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL PROTOCOLO SVAP DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT	236
TABLA 4.2.6-17 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL FITOPLANCTON EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	293
TABLA 4.2.6-18 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA EL FITOPLANCTON EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	325
TABLA 4.2.6-19 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA LA COMUNIDAD PERIFÍTICA EN LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO — TH.....	363
TABLA 4.2.6-20 ÍNDICE DE DG PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	370

TABLA 4.2.6-21 ÍNDICE DE DIVERSIDAD ALFA PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE CADA ESTACIÓN UBICADA EN TODAS LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	405
TABLA 4.2.6-22 ÍNDICE DE EPT% PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	412
TABLA 4.2.6-23 ÍNDICE DE EPT% PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	414
TABLA 4.2.6-24 ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TH	417
TABLA 4.2.6-25 DIVERSIDAD ALFA PARA TODAS LAS ESTACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	423
TABLA 4.2.6-26 VALORACIÓN DE LA PUNTUACIÓN DEL PROTOCOLO SVAP DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT – TH	430
TABLA 4.2.6-27 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE FITOPLANCTON – TS Y TH	432
TABLA 4.2.6-28 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR PHYLLUM DE FITOPLANCTON – TS Y TH	432
TABLA 4.2.6-29 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR ESTACIONES DE FITOPLANCTON – TS Y TH	434
TABLA 4.2.6-30 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR PHYLLUM DE FITOPLANCTON – TS Y TH	435
TABLA 4.2.6-31 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR ESTACIONES DE FITOPLANCTON – TS Y TH	436
TABLA 4.2.6-32 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA DE FITOPLANCTON POR ESTACIÓN DE MUESTREO – TS Y TH	439
TABLA 4.2.6-33 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE ZOOPLANCTON – TS Y TH	441
TABLA 4.2.6-34 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE RIQUEZA POR PHYLAS DE ZOOPLANCTON – TS Y TH ...	441
TABLA 4.2.6-35 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR ESTACIONES DE ZOOPLANCTON – TS Y TH	442
TABLA 4.2.6-36 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR PHYLLUM DE ZOOPLANCTON – TS Y TH	444
TABLA 4.2.6-37 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR ESTACIONES DE ZOOPLANCTON – TS Y TH	445
TABLA 4.2.6-38 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA DE ZOOPLANCTON POR ESTACIÓN DE MUESTREO – TS Y TH	448
TABLA 4.2.6-39 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE PERIFITON – TS Y TH	450

TABLA 4.2.6-40 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE RIQUEZA POR PHYLAS DE PERIFITON – TS Y TH.....	450
TABLA 4.2.6-41 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR ESTACIONES DE PERIFITON – TS Y TH	451
TABLA 4.2.6-42 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR PHYLLUM DE ZOOPLANKTON – TS Y TH	453
TABLA 4.2.6-43 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR ESTACIONES DE PERIFITON – TS Y TH	455
TABLA 4.2.6-44 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA DE PERIFITON POR ESTACIÓN DE MUESTREO – TS Y TH.....	458
TABLA 4.2.6-45 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE BENTOS – TS Y TH	460
TABLA 4.2.6-46 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE LAS PRINCIPALES ÓRDENES DE BENTOS – TS Y TH.....	460
TABLA 4.2.6-47 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA POR ESTACIONES DE BENTOS – TS Y TH ..	461
TABLA 4.2.6-48 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA DE LAS PRINCIPALES ÓRDENES DE BENTOS – TS Y TH.....	463
TABLA 4.2.6-49 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA ABUNDANCIA POR ESTACIONES DE BENTOS – TS Y TH	464
TABLA 4.2.6-50 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA DE BENTOS POR ESTACIÓN DE MUESTREO – TS Y TH ..	467
TABLA 4.2.6-51 RIQUEZA Y ABUNDANCIA REGISTRADA DE NECTON EN AMBAS TEMPORADAS EN LA CUENCA JEQUETEQUE – TS Y TH	469
TABLA 4.2.6-52 RIQUEZA Y ABUNDANCIA REGISTRADA DE NECTON EN AMBAS TEMPORADAS EN LA CUENCA MARAÑON – TS Y TH.....	470
TABLA 4.2.6-53 COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LA RIQUEZA DE NECTON POR ESTACIONES DE LA CUENCA HUALLAGA – TS Y TH	471
TABLA 4.2.6-54 ÍNDICES DE DIVERSIDAD ALFA DE NECTON POR ESTACIÓN DE MUESTREO – TS Y TH ..	474

GRÁFICOS

GRÁFICO 4.2.6-1 TEMPERATURA (°C) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	55
GRÁFICO 4.2.6-2 VALORES DE PH DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	57
GRÁFICO 4.2.6-3 VALORES DE OXÍGENO DISUELTO (MG/L) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	59

GRÁFICO 4.2.6-4 VALORES DE CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{CM}$) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	61
GRÁFICO 4.2.6-5 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	63
GRÁFICO 4.2.6-6 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	64
GRÁFICO 4.2.6-7 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	64
GRÁFICO 4.2.6-8 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	65
GRÁFICO 4.2.6-9 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	66
GRÁFICO 4.2.6-10 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	67
GRÁFICO 4.2.6-11 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	68
GRÁFICO 4.2.6-12 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	69
GRÁFICO 4.2.6-13 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	70
GRÁFICO 4.2.6-14 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS....	71
GRÁFICO 4.2.6-15 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS72	
GRÁFICO 4.2.6-16 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	73
GRÁFICO 4.2.6-17 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS.....	74
GRÁFICO 4.2.6-18 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	75
GRÁFICO 4.2.6-19 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	76
GRÁFICO 4.2.6-20 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	77

GRÁFICO 4.2.6-21 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	78
GRÁFICO 4.2.6-22 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TS	79
GRÁFICO 4.2.6-23 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS ...	80
GRÁFICO 4.2.6-24 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DE HUALLAGA – TS	80
GRÁFICO 4.2.6-25 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	81
GRÁFICO 4.2.6-26 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	82
GRÁFICO 4.2.6-27 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	83
GRÁFICO 4.2.6-28 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	84
GRÁFICO 4.2.6-29 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	85
GRÁFICO 4.2.6-30 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	86
GRÁFICO 4.2.6-31 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	87
GRÁFICO 4.2.6-32 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	88
GRÁFICO 4.2.6-33 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	89
GRÁFICO 4.2.6-34 RIQUEZA TOTAL DEL FITOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	90
GRÁFICO 4.2.6-35 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	91
GRÁFICO 4.2.6-36 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	92
GRÁFICO 4.2.6-37 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	93

GRÁFICO 4.2.6-38 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	94
GRÁFICO 4.2.6-39 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	99
GRÁFICO 4.2.6-40 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	100
GRÁFICO 4.2.6-41 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TS	101
GRÁFICO 4.2.6-42 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TS	101
GRÁFICO 4.2.6-43 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	102
GRÁFICO 4.2.6-44 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	103
GRÁFICO 4.2.6-45 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	104
GRÁFICO 4.2.6-46 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	104
GRÁFICO 4.2.6-47 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	105
GRÁFICO 4.2.6-48 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	106
GRÁFICO 4.2.6-49 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	106
GRÁFICO 4.2.6-50 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	107
GRÁFICO 4.2.6-51 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	108
GRÁFICO 4.2.6-52 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	108
GRÁFICO 4.2.6-53 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	109
GRÁFICO 4.2.6-54 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	110

GRÁFICO 4.2.6-55 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	110
GRÁFICO 4.2.6-56 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS.....	111
GRÁFICO 4.2.6-57 RIQUEZA TOTAL DE LAS PHYLUM DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS.....	112
GRÁFICO 4.2.6-58 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	113
GRÁFICO 4.2.6-59 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	114
GRÁFICO 4.2.6-60 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS.....	115
GRÁFICO 4.2.6-61 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS.....	115
GRÁFICO 4.2.6-62 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE MARAÑON – TS	116
GRÁFICO 4.2.6-63 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	117
GRÁFICO 4.2.6-64 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	117
GRÁFICO 4.2.6-65 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	118
GRÁFICO 4.2.6-66 RIQUEZA TOTAL DE LAS PHYLUM DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	119
GRÁFICO 4.2.6-67 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	120
GRÁFICO 4.2.6-68 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	120
GRÁFICO 4.2.6-69 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	121
GRÁFICO 4.2.6-70 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	122
GRÁFICO 4.2.6-71 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	123

GRÁFICO 4.2.6-72 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	124
GRÁFICO 4.2.6-73 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	125
GRÁFICO 4.2.6-74 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	126
GRÁFICO 4.2.6-75 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	127
GRÁFICO 4.2.6-76 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	128
GRÁFICO 4.2.6-77 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	129
GRÁFICO 4.2.6-78 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	130
GRÁFICO 4.2.6-79 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	134
GRÁFICO 4.2.6-80 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	135
GRÁFICO 4.2.6-81 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TS	136
GRÁFICO 4.2.6-82 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TS	136
GRÁFICO 4.2.6-83 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	137
GRÁFICO 4.2.6-84 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	138
GRÁFICO 4.2.6-85 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	139
GRÁFICO 4.2.6-86 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	139
GRÁFICO 4.2.6-87 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	140
GRÁFICO 4.2.6-88 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	141

GRÁFICO 4.2.6-89 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	141
GRÁFICO 4.2.6-90 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	142
GRÁFICO 4.2.6-91 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	143
GRÁFICO 4.2.6-92 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	143
GRÁFICO 4.2.6-93 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	144
GRÁFICO 4.2.6-94 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS..	145
GRÁFICO 4.2.6-95 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	145
GRÁFICO 4.2.6-96 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	146
GRÁFICO 4.2.6-97 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS.....	147
GRÁFICO 4.2.6-98 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	148
GRÁFICO 4.2.6-99 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	149
GRÁFICO 4.2.6-100 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	150
GRÁFICO 4.2.6-101 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	150
GRÁFICO 4.2.6-102 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TS	151
GRÁFICO 4.2.6-103 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	152
GRÁFICO 4.2.6-104 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DE HUALLAGA – TS	153
GRÁFICO 4.2.6-105 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	154

GRÁFICO 4.2.6-106 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	155
GRÁFICO 4.2.6-107 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	156
GRÁFICO 4.2.6-108 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	157
GRÁFICO 4.2.6-109 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	158
GRÁFICO 4.2.6-110 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	158
GRÁFICO 4.2.6-111 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	159
GRÁFICO 4.2.6-112 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHyla DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	160
GRÁFICO 4.2.6-113 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	161
GRÁFICO 4.2.6-114 RIQUEZA TOTAL DEL FITOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	162
GRÁFICO 4.2.6-115 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	163
GRÁFICO 4.2.6-116 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	164
GRÁFICO 4.2.6-117 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	165
GRÁFICO 4.2.6-118 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TS.....	166
GRÁFICO 4.2.6-119 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORESENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	170
GRÁFICO 4.2.6-120 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	170
GRÁFICO 4.2.6-121 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORESENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TS	171
GRÁFICO 4.2.6-122 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TS	172

GRÁFICO 4.2.6-123 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	173
GRÁFICO 4.2.6-124 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	173
GRÁFICO 4.2.6-125 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	177
GRÁFICO 4.2.6-126 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	177
GRÁFICO 4.2.6-127 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	178
GRÁFICO 4.2.6-128 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	179
GRÁFICO 4.2.6-129 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	180
GRÁFICO 4.2.6-130 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	181
GRÁFICO 4.2.6-131 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	182
GRÁFICO 4.2.6-132 ABUNDANCIA TOTAL DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	183
GRÁFICO 4.2.6-133 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS.....	184
GRÁFICO 4.2.6-134 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	185
GRÁFICO 4.2.6-135 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	186
GRÁFICO 4.2.6-136 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS.....	186
GRÁFICO 4.2.6-137 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	187
GRÁFICO 4.2.6-138 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	188
GRÁFICO 4.2.6-139 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TS	189

GRÁFICO 4.2.6-140 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	190
GRÁFICO 4.2.6-141 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS.....	191
GRÁFICO 4.2.6-142 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	192
GRÁFICO 4.2.6-143 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	193
GRÁFICO 4.2.6-144 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	194
GRÁFICO 4.2.6-145 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	195
GRÁFICO 4.2.6-146 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	196
GRÁFICO 4.2.6-147 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	197
GRÁFICO 4.2.6-148 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	198
GRÁFICO 4.2.6-149 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	199
GRÁFICO 4.2.6-150 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	200
GRÁFICO 4.2.6-151 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	201
GRÁFICO 4.2.6-152 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	202
GRÁFICO 4.2.6-153 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	203
GRÁFICO 4.2.6-154 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	204
GRÁFICO 4.2.6-155 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	205
GRÁFICO 4.2.6-156 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	206

GRÁFICO 4.2.6-157 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	207
GRÁFICO 4.2.6-158 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TS	208
GRÁFICO 4.2.6-159 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	212
GRÁFICO 4.2.6-160 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TS	212
GRÁFICO 4.2.6-161 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	213
GRÁFICO 4.2.6-162 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	214
GRÁFICO 4.2.6-163 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	215
GRÁFICO 4.2.6-164 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS.....	216
GRÁFICO 4.2.6-165 COMPOSICIÓN DE AMBAS ESPECIES COLECTADAS EN HB-07 (CUENCA JEQUETEPEQUE) DEL MARAÑÓN – TS.....	221
GRÁFICO 4.2.6-166 ABUNDANCIA POR ESTACIÓN EN LAS ESTACIONES PERTENECIENTES A LA CUENCA MARAÑÓN – TS	223
GRÁFICO 4.2.6-167 RIQUEZA POR ESTACIONES PERTENECIENTES A LA CUENCA HUALLAGA – TS.....	224
GRÁFICO 4.2.6-168 ABUNDANCIA DE ESPECIES POR CADA ESTACIÓN PERTENECIENTE A LA CUENCA HUALLAGA – TS	225
GRÁFICO 4.2.6-169 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA NECTON EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	230
GRÁFICO 4.2.6-170 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA NECTON EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TS	230
GRÁFICO 4.2.6-171 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA NECTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	232
GRÁFICO 4.2.6-172 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA NECTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TS	233
GRÁFICO 4.2.6-173 TEMPERATURA (°C) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	254

GRÁFICO 4.2.6-174 VALORES DE PH DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	256
GRÁFICO 4.2.6-175 VALORES DE OXÍGENO DISUELTO (MG/L) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	258
GRÁFICO 4.2.6-176 VALORES DE CONDUCTIVIDAD (μ S/CM) DE LAS ESTACIONES EVALUADAS EN LAS 4 CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	260
GRÁFICO 4.2.6-177 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	261
GRÁFICO 4.2.6-178 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	262
GRÁFICO 4.2.6-179 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	263
GRÁFICO 4.2.6-180 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	264
GRÁFICO 4.2.6-181 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	265
GRÁFICO 4.2.6-182 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	266
GRÁFICO 4.2.6-183 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	267
GRÁFICO 4.2.6-184 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	268
GRÁFICO 4.2.6-185 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	269
GRÁFICO 4.2.6-186 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	270
GRÁFICO 4.2.6-187 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	271
GRÁFICO 4.2.6-188 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	272
GRÁFICO 4.2.6-189 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	273
GRÁFICO 4.2.6-190 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	274

GRÁFICO 4.2.6-191 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	274
GRÁFICO 4.2.6-192 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	275
GRÁFICO 4.2.6-193 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TH	276
GRÁFICO 4.2.6-194 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	277
GRÁFICO 4.2.6-195 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DE HUALLAGA – TH	277
GRÁFICO 4.2.6-196 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	278
GRÁFICO 4.2.6-197 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	279
GRÁFICO 4.2.6-198 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	280
GRÁFICO 4.2.6-199 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	281
GRÁFICO 4.2.6-200 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	282
GRÁFICO 4.2.6-201 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	282
GRÁFICO 4.2.6-202 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	283
GRÁFICO 4.2.6-203 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	284
GRÁFICO 4.2.6-204 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	285
GRÁFICO 4.2.6-205 RIQUEZA TOTAL DEL FITOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	286
GRÁFICO 4.2.6-206 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAREGISTRADOS DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	287
GRÁFICO 4.2.6-207 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL FITOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	288

GRÁFICO 4.2.6-208 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE FITOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	289
GRÁFICO 4.2.6-209 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES DEL FITOPLANCTON REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	290
GRÁFICO 4.2.6-210 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	295
GRÁFICO 4.2.6-211 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	296
GRÁFICO 4.2.6-212 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TH.....	297
GRÁFICO 4.2.6-213 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑÓN – TH.....	297
GRÁFICO 4.2.6-214 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	298
GRÁFICO 4.2.6-215 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL FITOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	299
GRÁFICO 4.2.6-216 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	300
GRÁFICO 4.2.6-217 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	301
GRÁFICO 4.2.6-218 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	301
GRÁFICO 4.2.6-219 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	302
GRÁFICO 4.2.6-220 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	303
GRÁFICO 4.2.6-221 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	304
GRÁFICO 4.2.6-222 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	304
GRÁFICO 4.2.6-223 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	305
GRÁFICO 4.2.6-224 RIQUEZA TOTAL DE LAS PHYLUM DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	306

GRÁFICO 4.2.6-225 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TH	306
GRÁFICO 4.2.6-226 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TH.....	307
GRÁFICO 4.2.6-227 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TH	308
GRÁFICO 4.2.6-228 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑON – TH	308
GRÁFICO 4.2.6-229 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE MARAÑON – TH.....	309
GRÁFICO 4.2.6-230 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAS DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	310
GRÁFICO 4.2.6-231 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	310
GRÁFICO 4.2.6-232 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	311
GRÁFICO 4.2.6-233 RIQUEZA TOTAL DE LAS PHYLUM DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	312
GRÁFICO 4.2.6-234 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	312
GRÁFICO 4.2.6-235 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	313
GRÁFICO 4.2.6-236 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	314
GRÁFICO 4.2.6-237 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	314
GRÁFICO 4.2.6-238 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	315
GRÁFICO 4.2.6-239 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	316
GRÁFICO 4.2.6-240 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	316
GRÁFICO 4.2.6-241 RIQUEZA TOTAL DEL ZOOPLANCTON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	318

GRÁFICO 4.2.6-242 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	319
GRÁFICO 4.2.6-243 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	320
GRÁFICO 4.2.6-244 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DEL ZOOPLANCTON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	321
GRÁFICO 4.2.6-245 ABUNDANCIA TOTAL DEL ZOOPLANCTON EN LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO – TH	323
GRÁFICO 4.2.6-246 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORESEN PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	327
GRÁFICO 4.2.6-247 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	328
GRÁFICO 4.2.6-248 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORESEN PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TH.....	329
GRÁFICO 4.2.6-249 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DE MARAÑON – TH.....	329
GRÁFICO 4.2.6-250 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORESEN PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	331
GRÁFICO 4.2.6-251 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL ZOOPLANCTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	331
GRÁFICO 4.2.6-252 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	332
GRÁFICO 4.2.6-253 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	333
GRÁFICO 4.2.6-254 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	333
GRÁFICO 4.2.6-255 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	334
GRÁFICO 4.2.6-256 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	335
GRÁFICO 4.2.6-257 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	335
GRÁFICO 4.2.6-258 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	336

GRÁFICO 4.2.6-259 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	337
GRÁFICO 4.2.6-260 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	338
GRÁFICO 4.2.6-261 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	339
GRÁFICO 4.2.6-262 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	339
GRÁFICO 4.2.6-263 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	340
GRÁFICO 4.2.6-264 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	341
GRÁFICO 4.2.6-265 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	342
GRÁFICO 4.2.6-266 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	343
GRÁFICO 4.2.6-267 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	344
GRÁFICO 4.2.6-268 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	344
GRÁFICO 4.2.6-269 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	345
GRÁFICO 4.2.6-270 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	346
GRÁFICO 4.2.6-271 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	347
GRÁFICO 4.2.6-272 RIQUEZA TOTAL SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	348
GRÁFICO 4.2.6-273 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	349
GRÁFICO 4.2.6-274 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLAs REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	350
GRÁFICO 4.2.6-275 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	351

GRÁFICO 4.2.6-276 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA - TH.....	352
GRÁFICO 4.2.6-277 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES REGISTRADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA - TH.....	353
GRÁFICO 4.2.6-278 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA - TH	354
GRÁFICO 4.2.6-279 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHyla DEL PERIFITON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH.....	355
GRÁFICO 4.2.6-280 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL PERIFITON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH.....	356
GRÁFICO 4.2.6-281 RIQUEZA TOTAL DEL PERIFITON SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH.....	357
GRÁFICO 4.2.6-282 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHyla DEL PERIFITON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH.....	358
GRÁFICO 4.2.6-283 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DEL PERIFITON REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH.....	359
GRÁFICO 4.2.6-284 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE PERIFITON REGISTRADAS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO - TH	360
GRÁFICO 4.2.6-285 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESTACIONES DEL PERIFITON REGISTRADAS EN LAS CUENCAS DEL ÁREA DE ESTUDIO - TH	361
GRÁFICO 4.2.6-286 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE - TH.....	365
GRÁFICO 4.2.6-287 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE - TH	365
GRÁFICO 4.2.6-288 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE MARAÑON - TH.....	366
GRÁFICO 4.2.6-289 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DE MARAÑON - TH	367
GRÁFICO 4.2.6-290 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA - TH	368
GRÁFICO 4.2.6-291 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA EL PERIFITON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA - TH	369
GRÁFICO 4.2.6-292 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE - TH	372

GRÁFICO 4.2.6-293 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	373
GRÁFICO 4.2.6-294 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS SEGÚN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	374
GRÁFICO 4.2.6-295 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	375
GRÁFICO 4.2.6-296 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	376
GRÁFICO 4.2.6-297 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	377
GRÁFICO 4.2.6-298 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH	378
GRÁFICO 4.2.6-299 ABUNDANCIA TOTAL DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	378
GRÁFICO 4.2.6-300 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE LAS CUENCAS DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	379
GRÁFICO 4.2.6-301 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	380
GRÁFICO 4.2.6-302 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	381
GRÁFICO 4.2.6-303 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	381
GRÁFICO 4.2.6-304 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	382
GRÁFICO 4.2.6-305 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	383
GRÁFICO 4.2.6-306 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	384
GRÁFICO 4.2.6-307 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	385
GRÁFICO 4.2.6-308 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	386
GRÁFICO 4.2.6-309 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	387

GRÁFICO 4.2.6-310 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	388
GRÁFICO 4.2.6-311 RIQUEZA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	389
GRÁFICO 4.2.6-312 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	390
GRÁFICO 4.2.6-313 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	391
GRÁFICO 4.2.6-314 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	392
GRÁFICO 4.2.6-315 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS FAMILIAS REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	393
GRÁFICO 4.2.6-316 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	394
GRÁFICO 4.2.6-317 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	395
GRÁFICO 4.2.6-318 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LAS ESTACIONES UBICADAS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH	396
GRÁFICO 4.2.6-319 RIQUEZA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	397
GRÁFICO 4.2.6-320 RIQUEZA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	398
GRÁFICO 4.2.6-321 RIQUEZA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	399
GRÁFICO 4.2.6-322 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS PHYLA REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH	400
GRÁFICO 4.2.6-323 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS ÓRDENES REGISTRADOS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	401
GRÁFICO 4.2.6-324 ABUNDANCIA TOTAL DE LAS ESPECIES REGISTRADAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	402
GRÁFICO 4.2.6-325 ABUNDANCIA TOTAL DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS REGISTRADOS PARA TODAS LAS CUENCAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO – TH.....	403
GRÁFICO 4.2.6-326 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	406

GRÁFICO 4.2.6-327 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DE CHICAMA Y JEQUETEPEQUE – TH.....	407
GRÁFICO 4.2.6-328 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	408
GRÁFICO 4.2.6-329 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH	408
GRÁFICO 4.2.6-330 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	410
GRÁFICO 4.2.6-331 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	410
GRÁFICO 4.2.6-332 ABUNDANCIA POR ESTACIÓN EN LAS ESTACIONES PERTENECIENTES A LA CUENCA MARAÑÓN – TH.....	418
GRÁFICO 4.2.6-333 RIQUEZA DE FAMILIAS POR CADA ESTACIONES PERTENECIENTES A LA CUENCA HUALLAGA – TH	419
GRÁFICO 4.2.6-334 ABUNDANCIA DE FAMILIAS POR CADA ESTACIÓN PERTENECIENTE A LA CUENCA HUALLAGA – TH	420
GRÁFICO 4.2.6-335 ABUNDANCIA DE ESPECIES PERTENECIENTE A LA CUENCA HUALLAGA – TH.....	421
GRÁFICO 4.2.6-336 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA NECTON EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	425
GRÁFICO 4.2.6-337 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA NECTON EN LA CUENCA DEL MARAÑÓN – TH.....	426
GRÁFICO 4.2.6-338 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE JACCARD PARA NECTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	427
GRÁFICO 4.2.6-339 ÍNDICE DE SIMILARIDAD DE SORENSEN PARA NECTON EN LA CUENCA DEL HUALLAGA – TH.....	427

4.2 MEDIO BIÓTICO

4.2.6 Ecosistemas acuáticos

4.2.6.1 Introducción

El ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que viven ahí con la calidad fisicoquímica del agua, la atmósfera y el medio terrestre que lo rodea (Roldan, 2003). Los organismos hidrobiológicos cumplen diversas funciones ecológicas que mantienen el equilibrio: sus hábitos alimenticios, ciclos reproductivos, patrones de distribución y abundancia están relacionadas estrechamente a la dinámica natural y características del medio acuático (Pla, 2006). La importancia de estas comunidades radica en ser buenos indicadores biológicos porque responden a los cambios en las condiciones del agua, ya sea a nivel fisicoquímico o biológico. Ante alteraciones de las condiciones, muchas especies tienden a morir, migrar o adaptarse a un nuevo entorno, y es así que nos permitirá evaluar la magnitud de las perturbaciones ambientales como consecuencia de las diversas actividades antropogénicas (Roldan y Ramírez, 2008).

La evaluación hidrobiológica es una herramienta fundamental para evaluar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos. Mediante la observación y el análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos, así como de las comunidades hidrobiológicas, es posible obtener información crítica sobre el estado de los cuerpos de agua y los impactos de las actividades humanas, como contaminación, extracción de recursos o modificaciones en el flujo hídrico.

En este capítulo se presenta el informe de las actividades realizadas por la brigada de Hidrobiología durante la temporada húmeda del 2025. Estas actividades incluyeron el levantamiento de información hidrobiológica de las comunidades de plancton, perifiton, bentos y necton en 42 estaciones de muestreo. Los muestreos se efectuaron desde el 04 al 24 de enero de 2025, proporcionando una línea base para evaluar los cambios en las comunidades biológicas posteriores a este evento.

Las constancias de depósito de peces se encuentran en el **Anexo 4.2.2 - 03 Constancia Depósito**.

4.2.6.2 Estaciones de muestreo

Para la evaluación hidrobiológica, se seleccionaron 42 estaciones de muestreo ubicadas en ríos y quebradas dentro del área del proyecto. La Tabla 2-1: “Ubicación de las estaciones de muestreo hidrobiológica”, presenta la ubicación de estas estaciones junto con los cuerpos de agua evaluados. La selección y distribución de los puntos de muestreo se definieron considerando el emplazamiento físico de los principales componentes del proyecto, así como el alcance de sus actividades en las diferentes etapas de desarrollo. Además, para determinar estos puntos, se aplicaron los siguientes criterios:

- **Accesibilidad:** Se priorizó que las estaciones de muestreo estuvieran ubicadas en lugares con condiciones seguras que faciliten la toma de muestras, así como el desplazamiento de los profesionales, equipos y materiales necesarios para las actividades de muestreo.

- **Representatividad:** Las muestras se recolectaron en cuerpos de agua que presentan características representativas y de mayor relevancia ecológica. Esto incluyó la selección de áreas con apariencia física homogénea, caudal permanente y ubicación estratégica en zonas de importancia biológica, cercanas a los componentes principales y auxiliares del proyecto.
- **Seguridad:** La toma de muestras se realizó garantizando la seguridad del personal involucrado, minimizando los riesgos de accidentes y lesiones. Para ello, se tomaron todas las precauciones necesarias y se utilizó equipo de seguridad y protección personal adecuado.

Por último, se precisa que el proyecto no contempla el vertimiento de efluentes líquidos en cuerpos naturales ni la utilización de recursos hídricos de fuentes dentro del área de estudio, en ninguna de sus etapas. Por esta razón, no se establecieron estaciones de monitoreo en posiciones "aguas arriba" ni "aguas abajo".

En la tabla siguiente se detallan las estaciones de monitoreo y la ubicación de los puntos de evaluación de los recursos hidrobiológicos.

Tabla 4.2.6-1
Ubicación de las estaciones de muestreo hidrobiológicas

Estación	Coordenadas UTM WGS 84			Altitud (msnm)	Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Departamento	Provincia	Distrito
	Zona	Este	Norte					
HB-01	17 M	719043	9129527	323	Quebrada S/N*	La Libertad	Ascope	Chicama
HB-02	17 M	718864	9135371	542	Quebrada Mónica	La Libertad	Ascope	Chicama
HB-03	17 M	726830	9150111	813	Quebrada Pampa Hermosa	La Libertad	Ascope	Chicama
HB-04	17 M	728388	9152264	920	Río Quirripango	La Libertad	Ascope	Chicama
HB-05	17 M	738390	9160521	791	Río Chicama	La Libertad	Gran Chimú	Cascas
HB-06	17 M	744174	9185548	535	Río Contumaza	Cajamarca	Contumazá	Contumazá
HB-07	17 M	760760	9195968	465	Río Chilete	Cajamarca	Contumazá	Contumazá
HB-08	17 M	779778	9200066	412	Quebrada De La Encañada	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
HB-09	17 M	782717	9199752	497	Quebrada Corgasmayo	Cajamarca	Cajamarca	Jesús
HB-10	17 M	786550	9201009	2046	Río Crisnejas	Cajamarca	Cajamarca	Jesús
HB-11	17 M	795859	9208188	1328	Río Chuchun	Cajamarca	Cajamarca	Namora
HB-12	17 M	822930	9174147	3145	Río Crisnejas	Cajamarca	Cajabamba	Condebamba
HB-13	18 L	179912	9133399	1922	RíoChusgón	La Libertad	Sánchez Carrión	Curgos
HB-14	18 L	191596	9118828	3320	Quebrada Racmash	La Libertad	Sánchez Carrión	Sarín
HB-15	18 L	195826	9114247	2566	Quebrada Pijobamba	La Libertad	Santiago de Chuco	Sitabamba
HB-16	18 L	207945	9109761	1644	RíoMaranón	La Libertad	Santiago de Chuco	Sitabamba
HB-17	18 L	225540	9086370	2454	Río Cajas	La Libertad	Pataz	Chillia
HB-18	18 L	234993	9072754	3812	Río Challas	La Libertad	Pataz	Santiago de Challas
HB-19	18 L	250257	9062749	3694	RíoAnchic	La Libertad	Pataz	Huancaspata
HB-20	18 L	253935	9056350	2732	Río S/N*	Huánuco	Marañón	Huacrachuco
HB-21	18 L	277224	9039485	1648	Río Chonas	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-22	18 L	287957	9042320	2316	Río S/N*	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-23	18 L	291171	9042993	1656	Quebrada S/N*	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-24	18 L	306538	9045527	2178	Quebrada S/N*	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-25	18 L	332057	9053606	2090	RíoChontayacu	Huánuco	Marañón	Cholón

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Estación	Coordenadas UTM WGS 84			Altitud (msnm)	Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Departamento	Provincia	Distrito
	Zona	Este	Norte					
HB-26	18 L	346449	9057246	3456	Río Frijol	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-27	18 L	350295	9054210	2130	Río Megote	Huánuco	Marañón	Cholón
HB-28	18 L	356801	9042970	2111	Río S/N*	Huánuco	Marañón	La Morada
HB-29	18 L	361547	9042446	1652	Río Huallaga	Huánuco	Marañón	La Morada
HB-30	18 L	371665	9033566	764	Río Aspuzana	San Martín	Tocache	Nuevo Progreso
HB-31	18 L	375370	9031919	575	Río Pucayacu	Huánuco	Leoncio Prado	Pucayacu
HB-32	18 L	380333	9015220	561	Río Aucayacu	Huánuco	Leoncio Prado	Jose Crespo y Castillo
HB-33	18 L	381199	9011092	569	Río Sangapilla	Huánuco	Leoncio Prado	Jose Crespo y Castillo
HB-34	18 L	386365	8996250	546	Quebrada S/N*	Huánuco	Leoncio Prado	Pueblo Nuevo
HB-35	18 L	390566	8986852	519	Quebrada S/N*	Huánuco	Leoncio Prado	Luyando
HB-36	18 L	394006	8959804	545	Quebrada S/N*	Huánuco	Leoncio Prado	Mariano Damaso
HB-37	18 L	393583	8954114	550	Río Huallaga	Huánuco	Leoncio Prado	Mariano Damaso
HB-38	18 L	389241	8944580	616	Río S/N*	Huánuco	Huánuco	Chinchao
HB-39	18 L	379571	8913007	616	Río Huallaga	Huánuco	Huánuco	Churubamba
HB-SNC1	17 M	790042	9204140	2968	Laguna Suyucocha	Cajamarca	Cajamarca	Llacanora
HB-SNC2	18 L	390063	8990064	692.1	Laguna Mística	Huánuco	Leoncio Prado	Luyando
HB-SNC3	18 L	390712	8988826	701.3	Laguna Milagros	Huánuco	Leoncio Prado	Luyando

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Leyenda: (*) S/N: Sin Nombre.

Ver Anexo 4.2.6 - 01 Mapa de Estaciones Hidrobiológicas

4.2.6.3 Metodología

Los métodos de muestreo utilizados para los diferentes componentes hidrobiológicos fueron estandarizados y reconocidos por instituciones académicas y científicas. La metodología fue aplicada por especialistas nacionales con el apoyo de asistentes locales.

La evaluación hidrobiológica se llevó a cabo en diversos cuerpos de agua lóticos y lénticos presentes en el área del proyecto. En cada estación de muestreo, se abarcó una longitud de 100 metros del tramo del río, laguna para evaluar todas las comunidades hidrobiológicas. Este proceso demandó aproximadamente dos horas por estación, realizándose en horario diurno, entre las 07:00 y las 16:00 horas. El muestreo incluyó componentes cualitativos y cuantitativos, abarcando plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, bentos y necton (especies de interés ornamental y de subsistencia), así como la medición de parámetros físico-químicos como pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Además, en cada estación se realizó una caracterización detallada del hábitat.

El material biológico colectado fue analizado en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), como ALAB, SAG, o en una institución de investigación, como el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Los certificados de análisis emitidos por el laboratorio fueron incluidos en el informe final.

A continuación, se detallan las metodologías empleadas para cada comunidad hidrobiológica:

4.2.6.3.1 Descripción biofísica de los cuerpos de agua

Las estaciones de muestreo fueron evaluadas en un rango de 100 a 200 metros desde el punto de referencia designado, asegurando la recopilación de datos representativos mediante múltiples repeticiones. Durante el muestreo se registraron:

- Ubicación geográfica: Coordenadas UTM según el sistema WGS 84.
- Descripción física del cuerpo de agua: Morfometría (profundidad, caudal) y características físicas del ambiente acuático.
- Caracterización del hábitat: Observaciones sobre el sustrato (arcilla, arena, grava, fondo duro), composición de la vegetación ribereña dominante y vegetación sumergida.

Se realizó una descripción integral del ambiente, incluyendo detalles sobre el sustrato, microhábitats y otros elementos clave, complementada con el Protocolo de Observación Visual (SVAP).

4.2.6.3.1.1 Protocolo de Observación Visual (SVAP)

El protocolo visual de análisis del hábitat acuático implicó una evaluación de la calidad del ambiente para determinar su capacidad de sostener la comunidad hidrobiológica en todos

sus componentes. Este protocolo permitió realizar un seguimiento del estado de conservación y/o de la intervención humana en el ecosistema acuático.

Los factores evaluados a través del SVAP, mediante los cuales se clasificaron los hábitats característicos de cada punto estudiado, fueron:

- F1: Estado del canal.
- F2: Alteración hidrológica.
- F3: Zona ribereña.
- F4: Apariencia del agua.
- F5: Enriquecimiento de nutrientes.
- F6: Barrera para el movimiento de peces.
- F7: Hábitats para peces.
- F8: Hábitat de insectos e invertebrados.
- F9: Presencia de estiércol.
- F10: Características de las corrientes.
- F11: Macroinvertebrados observados.

Tabla 4.2.6-2
Categorías del Protocolo de Evaluación Visual (SVAP)

Valor	Categoría	Condición del hábitat
I	≥9.00	Excelente
II	7.50-8.99	Bueno
III	6.01-7.49	Regular
IV	≤6.00	Pobre

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3.2 Caracterización físico-química de los cuerpos de agua

Para la caracterización fisicoquímica del agua en todas las estaciones, se llevó a cabo el análisis de los siguientes parámetros básicos *in situ*: temperatura (T°), pH, oxígeno disuelto (OD) y conductividad eléctrica (CE) utilizando un equipo multiparámetro (de acuerdo con la descripción del equipo y su certificado de calibración, incluidos en el **Anexo 4.2.6 - 02 Calibración - HB**). Estos procedimientos se realizaron conforme a lo establecido en la “Guía de métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas” (MINAM, 2014).

4.2.6.3.3 Comunidades hidrobiológicas

Las indicaciones para la colecta de las principales 04 comunidades hidrobiológicas se basaron en el documento titulado “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados), necton (peces) y macrofitas en aguas continentales del Perú” (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014).

4.2.6.3.3.1 Fitoplancton

Son organismos uni y pluricelulares, como microalgas y algas filamentosas, los cuales se encuentran suspendidos en el agua y que, mediante corrientes, son transportados de manera pasiva; y son responsables de transformar la materia inorgánica en componentes orgánicos empleando la energía lumínica proveniente del sol mediante la fotosíntesis, constituyéndose en la base de la red trófica. Las muestras sub-superficiales fueron colectadas en la región limnética y en el centro de los ríos y quebradas. Para ello, se filtraron 40 litros de agua por muestra utilizando una red de plancton de 20-25 micras (Riofrio et al., 2003). El material filtrado se depositó en frascos de polietileno de 250 ml, debidamente etiquetados y fijados de acuerdo con la metodología descrita más adelante. Las muestras de fitoplancton fueron fijadas con 4 ml de formol al 4% (Le Gresley & McDermott, 2010; Azevedo & Bonecker, 2003). La abundancia se determinó mediante el uso de cámaras de conteo Sedgewick-Rafter o Palmer-Maloney. Según la concentración de células, se contaron entre 10 y 100 campos por cámara, y los resultados se expresaron en número de células o filamentos por litro (Le Gresley & McDermott, 2010).

4.2.6.3.3.2 Zooplancton

El análisis incluyó diferentes grupos de animales con ciclos vitales cortos, de días o semanas, y dimensiones que varían entre 100 micras y algunos milímetros, considerados consumidores de primer orden. Las muestras sub-superficiales fueron colectadas en la región limnética y en el centro de los ríos y quebradas, filtrando 40 litros de agua por muestra mediante una red de plancton con un tamaño de poro de 60 a 70 micras (De Azevedo & Bonecker, 2003). El material recolectado se almacenó en frascos de polietileno de 500mL, fijándose con 4mL de formol al 4% tamponado con bórax o carbonato de calcio a pH neutro (De Azevedo & Bonecker, 2003). Alternativamente, se utilizó 3mL de solución de Lugol al 1% como fijador.

La abundancia fue determinada utilizando una cámara de conteo Sedgewick-Rafter de 1mL y un microscopio compuesto. Para el microzooplancton, se contaron entre 10 y 100 campos por cámara, asegurando un mínimo de 80 individuos por análisis (Bottrellet al., 1976). En el caso del macrozooplancton, se realizó un conteo total.

Se analizaron tres submuestras, y los resultados fueron expresados en individuos por litro (De Azevedo & Bonecker, 2003; Lansac-Tôhaet al., 2009).

4.2.6.3.3.3 Perifiton

El perifiton es una biopelícula que se forma en sustratos sumergidos y se compone principalmente de algas y cianobacterias que se desarrollan sobre superficies sólidas sumergidas, tales como rocas, sedimento, material vegetal, arenas, hojas y macrófitas. En el proyecto se evaluaron ambientes lóticos, lo que imposibilitó mantener un mismo tipo de hábitat en todas las estaciones de muestreo. Por ello, se consideraron las recomendaciones de la metodología a multihábitat propuesta por Stevenson y Lorens (en: Barbouret al., 1999). En este sentido, se colectó una muestra compuesta que incluyó todos los sustratos y hábitats disponibles en cada sitio de muestreo.

Las indicaciones para definir las técnicas de colecta en relación con los sustratos se basaron en el documento titulado “Métodos de colecta, identificación y análisis de

comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados), necton (peces) y macrofitas en aguas continentales del Perú” (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014).

- **Sustratos duros removibles (rocas, cantos rodados):** Se realizó un raspado de la superficie de las rocas. En casos donde fue posible realizar un transecto en las quebradas, se tomaron sustratos de diferentes tamaños o, de no ser posible, se definió un área específica en cada roca.
- **Sustratos grandes (boulders, árboles, arbustos, raíces):** Se raspó o succionó una porción del sustrato, dependiendo de su accesibilidad. En el caso de tallos gruesos o raíces largas, se retiró la capa superficial de tejido asegurándose de que estuviera sometida a la humedad.
- **Sustratos blandos (musgos, macroalgas, plantas vasculares acuáticas, raíces):** Se cortó una porción del sustrato, que luego se colocó en un frasco con la ayuda de una cuchilla o un pincel. Posteriormente, siempre que fue posible, se retiró la comunidad biológica en el lugar de muestreo utilizando un pincel, navaja o cuchilla, según el caso. En situaciones donde no fue factible procesar la muestra en el sitio, se fijó el material colectado con una solución de Lugol antes de agregar 4 ml de formol al 4% para preservar las muestras adecuadamente.
- **Sedimento superficial (arena, limo, materia particulada orgánica):** La muestra fue colectada utilizando una placa Petri; sin embargo, para facilitar el transporte de los implementos, se empleó un tubo de dos pulgadas que, junto con una espátula, permitió recolectar eficientemente el sedimento superficial.

En cada punto de muestreo, se realizó el raspado de un área de 25 cm² para cada tipo de sustrato (rocas, cantos rodados, arena, limo u otro tipo de sustrato). Se colectaron al menos tres réplicas por estación de muestreo. Para calcular el área de las piedras muestreadas, estas se cubrieron con papel de aluminio, y posteriormente el área fue determinada usando papel milimetrado. El material raspado fue recolectado mediante enjuagues con 100 ml de agua destilada, utilizando frascos lavadores para facilitar su traslado. Las muestras se almacenaron en frascos de 250 ml, a los que se añadió un preservante. Según el caso, se utilizó Lugol al 1% (entre 0.5 y 1 ml) o formol al 4% (aproximadamente 4 ml), cuidando que el volumen total no excediera la capacidad del frasco.

4.2.6.3.3.4 Bentos

Los macroinvertebrados bentónicos Constituyen un importante componente en los ecosistemas acuáticos porque cumplen una función ecológica fundamental debido a su posición dentro de la cadena trófica. Además, son los organismos más utilizados desde hace varias décadas como indicadores de calidad del agua de ambientes acuáticos por presentar numerosas ventajas. viven en íntimo contacto con el sedimento y con las sustancias tóxicas que se encuentren en él y, como resultado de sus estrategias de vida y su hábito sedentario, actúan como monitores continuos del lugar que habitan (Pavé & Marchese; 2005)

Las muestras se colectaron en ríos, quebradas y lagunas utilizando una red Surber con marco metálico de 30 x 30 cm y de malla de 400 micras de abertura. Esta red se colocó en posición inversa a la corriente en la zona de la orilla, donde se removió manualmente el área delimitada (Roldán, 1992) para que los organismos fueran arrastrados hacia la red. Para asegurar una mayor representatividad de los microhábitats presentes en cada estación, se tomaron tres repeticiones por estación, que fueron almacenadas en frascos de plástico de 500 ml, debidamente rotulados por réplica. Las repeticiones se realizaron en distintas zonas del cuerpo de agua, incluyendo tanto la orilla como el centro del río.

Las muestras obtenidas se fijaron directamente con 150 ml de alcohol al 70%. Posteriormente, se realizó un tamizado utilizando una malla de 0.5 mm para separar los componentes biológicos del sedimento, los cuales fueron analizados con ayuda de un estereoscopio.

Para los análisis comparativos entre las comunidades bentónicas registradas en todos los ambientes muestreados, los valores de abundancia fueron estandarizados a metros cuadrados. Los resultados se presentaron por estación de muestreo, incluyendo el nombre científico de las especies identificadas y su densidad expresada en individuos por metro cuadrado (Ind/m²).

4.2.6.3.3.5 Necton

Para la colecta de peces, se utilizó una técnica de captura activa, empleando redes de arrastre a orilla con longitudes de 5 a 10 metros y una profundidad de 2 metros, con una malla de 5 mm de abertura. Esta metodología se desarrolló en áreas libres de obstrucciones (rocas, troncos, etc.), y el número de arrastres se determinó a partir de los resultados de una curva acumulada de especies realizada por el especialista. En zonas con vegetación marginal o de difícil acceso, la colecta se complementó con una red de atarraya de 6 kg (10 lances por unidad de esfuerzo), con un diámetro de 2 metros y una abertura de malla de 1 cm. Esta red proporcionó buenos resultados, permitiendo obtener una lista más completa de la riqueza de especies en los ambientes del área de estudio. El espacio de tiempo entre los lances fue de aproximadamente 10 minutos, y el tiempo total de evaluación fue de 30 minutos por estación de muestreo.

Para la identificación de las especies, se colectaron un máximo de dos individuos por especie que necesitaran ser identificados en gabinete. Las especies identificadas en campo se devolvieron de inmediato a su hábitat natural. Los peces colectados fueron contados y fijados en una solución de formol al 10% durante 48 horas. Posteriormente, se embalaron en gasa y se preservaron en alcohol al 70%, para luego ser colocados en bolsas de 5 kg para su transporte.

En los puntos donde se presentó una mayor abundancia de peces, se procedió a contabilizar, medir y pesar a cada individuo, fijando un número menor para su posterior identificación. La separación e identificación de las especies se realizó en gabinete con el uso de claves taxonómicas específicas, como las de Gery (1977), y con el apoyo de especialistas en cada grupo. La clasificación se basó en las obras de Reis et al. (2003) y Ortega et al. (2010).

El material identificado fue debidamente etiquetado y depositado en una colección científica, en caso de tratarse de especies nativas y de importancia científica. Además, las muestras colectadas de neoton fueron enviadas al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con un comunicado oficial sobre el depósito de las especies en dicha institución. La colecta solo fue necesaria si no se pudo identificar la especie in situ; de haber sido posible, la especie fue devuelta a su hábitat natural.

4.2.6.3.3.6 Macrófitas

Suárez et al. (2005) propusieron el uso de macrófitas como indicadores de la calidad ambiental o contaminación, entendiendo por macrófitas a las fanerógamas, briofitos, pteridófitos y agrupaciones de algas macroscópicas visibles a simple vista. Para el cálculo del índice de macrófitas (IM), se seleccionó una sección del río de 100 metros que incluyó la mayor variedad posible de hábitats. En esta sección, se registraron las especies, grupos o formaciones presentes y se asignó un valor indicativo a cada una. El valor indicador de cada taxón se estableció de acuerdo con los valores fisicoquímicos obtenidos en muestreos previos (Cirujano & Medina, 2002). A continuación, se detallaron los valores asignados a cada macrófita evaluada, según el tipo de agrupación a la que pertenecían y el porcentaje de cobertura apreciable.

4.2.6.3.4 Análisis de datos

4.2.6.3.4.1 Riqueza

Se basa únicamente en el número de especies presentes y se expresa a través de la lista de especies reportadas a partir del inventario de todas las unidades muestrales levantadas en campo; no toma en cuenta el valor de importancia de las especies.

4.2.6.3.4.2 Abundancia

Se refiere al número de individuos por especie en un área determinada obtenido a través de las unidades de muestreo.

4.2.6.3.4.3 Abundancia relativa

La abundancia relativa se refiere al número de individuos de cada especie (n) en relación con la cantidad total de individuos de todas las especies (N) o con respecto al número total de las unidades de muestreo, expresado en porcentaje ($n/N \times 100$).

4.2.6.3.4.4 Índice de diversidad alfa

4.2.6.3.4.4.1 Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que, los individuos conseleccionados al azar y que están representados en la muestra. Su fórmula es la siguiente:

$$H = - \sum_i^S P_i \log_2 P_i ; P_i = \frac{N_i}{N}$$

Donde:

- ni= número de individuos de la especie i.
- N= número total de individuos de todas las especies.
- S= riqueza de especies (número total de especies)

El valor de H' se encuentra acotado entre 0 y log₂ (S), donde “S” es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (oH'max) en comunidades de máxima equidad.

En la ecuación original se utilizan logaritmos en base 2, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como “e” (nits/ind.) o 10 (decits/ind.) (Tuomisto, 2010a). El software informático PAST – Paleontological Statistics brinda los resultados del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') en las unidades de decits, cuya base de logaritmo empleado es 10. Por lo tanto, para el presente estudio se hizo la transformación de los resultados a bits/ind (base de log 2).

Tabla 4.2.6-3
Rangos para la Interpretación del Índice de Shannon – Wiener

Diversidad de Shannon-Wiener	Escala de interpretación
0-1	Escasa
1-2.5	Media
>2.5	Alta

Fuente: Moreno, 2001

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3.4.2 Índice de Margalef

Es una medida empleada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$DM_g = (S - 1) \ln N$$

Donde:

- N = número total de individuos
- S = número de especies

Asimismo, los valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

Tabla 4.2.6-4
Rangos para la Interpretación del Índice Margalef

Diversidad de Margalef	Escala de interpretación
< 2	Zona de baja biodiversidad
2 - 5	Zona de biodiversidad media
> 5	Zona de alta biodiversidad

Fuente: Moreno, 2001

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3.4.3 Equidad de Pielou (J')

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran & McGill, 2011). Se empleará la siguiente fórmula:

$$J' = H' / H'_{max}$$

Donde:

- $H'_{max} = \ln(S)$
- J: índice de equidad de Pielou
- S: número de especies

4.2.6.3.4.5 Índice de diversidad beta

4.2.6.3.4.5.1 Índice de similitud de Jaccard

Este índice se basa en la relación de presencia - ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas (o comunidades) y en el número total de especies.

$$J_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{ij} + C_i + C_j}$$

Donde:

- J_{ij} : Coeficiente de Jaccard
- C_i : Número de especies comunes en ambas comunidades
- C_i : Número de especies en la comunidad i
- C_j : Número de especies en la comunidad j

4.2.6.3.4.5.2 Coeficiente de similitud de Sorensen (Is)

Relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Magurran & McGill, 2011).

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

- Is: coeficiente de Similitud de Sorensen.
- a: número de especies presentes en el sitio A.
- b: número de especies presentes en el sitio B.
- c: número de especies presentes en ambos sitios A y B.

4.2.6.3.4.6 Índices biológicos

4.2.6.3.4.6.1 Índice EPT

Este índice está relacionado con la abundancia relativa de los tres órdenes de insectos menos tolerantes en cuanto a las variaciones en calidad de agua, siendo Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera. Fue diseñado específicamente para usarse en ambientes lóticos y tiene como principal limitante el estar basado en una categoría taxonómica (órdenes) que no predice de manera aceptable la riqueza de especies. Considera cuatro categorías de calidad de agua (Carrera & Fierro, 2001) los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.2.6-5
Categorías de calidad de agua mediante el índice EPT

Valor EPT (%)	Calidad del agua
75-100	Muy buena
50-74	Buena
25-49	Regular
0-24	Mala

Fuente: Carrera y Fierro (2001)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3.4.6.2 Índice BMWP

El BMWP (Biotic Monitoring Working Party) es un índice unimétrico basado en la tolerancia a nivel de familias, desarrollado en Inglaterra (Armitage et al., 1983) y adaptado a diferentes partes del mundo. La versión por utilizarse en este proyecto considera valores de tolerancia modificados de Alba-Tercedor (1988).

Tabla 4.2.6-6
Clases, valores y características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP

Rango del BMWP	Calidad de agua	Características	Color cartográfico
>150, 101-120	Buena	Aguas muy limpias a limpias	Azul
61-100	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
36-60	Dudosa	Aguas moderadamente	Amarillo
16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
<15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldán (2003)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.3.4.6.3 Índice Diatómico General

El índice Diatómico General (IDG) según Coste & Ayphassorho(1991) está determinado por tres variables: la sensibilidad a la polución de cada especie (S), la amplitud ecológica(V) y su abundancia dentro de la muestra (A). Los valores del índice oscilan de 1 hasta 5, en orden decreciente de los niveles de contaminación.

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^J A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$

Dónde:

- A_j: Abundancia relativa a la especie (%)
- S_j: Sensibilidad a la contaminación (1 a 5)
- V_j: Valor indicativo de la especie (1 a 3)

Tabla 4.2.6-7
Clases de calidad de aguas según el índice IDG

Valor del Índice Diatómico General (IDG)	Significado
> 4.5	Calidad biológica óptima
4 - 4.5	Calidad Normal Contaminación débil
3.5 - 4	Contaminación moderada. Eutrofización
3 - 3.5	Contaminación media. Eutrofización acentuada
2 - 3	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
1 - 2	Contaminación muy fuerte
0	La población es considerada como inexistente (polución tóxica) Por debajo de 10indv/mm ² .

Fuente: Coste & Ayphassorho(1991).

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4 Resultados

4.2.6.4.1 Temporada Seca

4.2.6.4.1.1 Descripción biofísica de los cuerpos de agua

• Estación HB-01:

La estación no fue evaluada debido a la falta de accesibilidad. Sin embargo, se verificó que no presentaba flujo de agua, lo cual se atribuye a factores temporales.

• Estación HB-02:

La estación no presenta flujo de agua debido a la estacionalidad. Esta condición temporal impide la recopilación de datos relevantes sobre la calidad del agua y los organismos acuáticos, lo que limita la evaluación de la estación durante este periodo.

- **Quebrada Mónica**
- **Coordenadas:** 17 M 718864 (E), 9135371 (N)
- **Altitud:** 4554 m
- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 10:20

● **Estación HB-03:**

La estación no presenta flujo de agua debido a la estacionalidad de la quebrada, lo que impide su evaluación en condiciones de flujo activo. Esta falta de agua es característica de la época del año y no refleja necesariamente el estado ecológico durante otras estaciones.

- **Quebrada Pampa Hermosa**
- **Coordenadas:** 17 M 726830 (E), 9150111 (N)
- **Altitud:** 452 m
- **Fecha:** 14/08/2024
- **Hora:** 11:40

● **Estación HB-04:**

La unidad evaluada se encuentra en una zona de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 438 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua levemente turbia, un ancho promedio de 25 metros, profundidad máxima de 0.6 metros y corriente moderada. El sustrato dominante es boulders, canto rodado y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, remansos y pozas. Se observa actividad agrícola y ganadera en las cercanías, lo que podría estar generando un leve impacto en el ecosistema. No se registraron macrófitas.

- **Río Lambayeque**
- **Coordenadas:** 17 M 693704 (E), 9164079 (N)
- **Altitud:** 438 m
- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 10:00

● **Estación HB-05:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal característica de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 520 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas (en ambas márgenes), un ancho promedio de 20 metros, profundidad máxima de 0.8 metros y corriente moderada. El sustrato predominante incluye boulders, canto rodado y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, pozas y remansos. Se observa impacto debido a la remoción de sustrato por actividades extractivas en las zonas cercanas. No se registraron macrófitas.

- **Río Jequetepeque**
- **Coordenadas:** 17 M 711307 (E), 9172230 (N)
- **Altitud:** 520 m
- **Fecha:** 14/08/2024
- **Hora:** 09:30
- **Hora:** 10:00

- **Estación HB-06:**

La estación no presenta flujo de agua debido a la estacionalidad.

- **Río Contumazá**
- **Coordenadas:** 17 M 744174 (E), 9185548 (N)
- **Altitud:** 2841 m
- **Fecha:** 12/08/2024
- **Hora:** 12:00

- **Estación HB-07:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 1342 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas (en ambas márgenes), un ancho promedio de 8 metros, profundidad máxima de 0.3 metros y corriente moderada a rápida. El sustrato dominante está compuesto por boulders, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, caídas y pozas. Se observa impacto aguas abajo debido al proceso de remoción de sustrato para construcción. No obstante, aguas arriba (HB-07) presenta indicadores biológicos de buena calidad. No se registraron macrófitas.

- **Río Chilete**
- **Coordenadas:** 17 M 760760 (E), 9195968 (N)
- **Altitud:** 1342 m
- **Fecha:** 12/08/2024
- **Hora:** 11:30

- **Estación HB-08:**

La estación no presenta flujo de agua debido a la estacionalidad.

- **Quebrada De La Encañada**
- **Coordenadas:** 17 M 779778 (E), 9200066 (N)
- **Altitud:** 2885 m
- **Fecha:** 10/08/2024
- **Hora:** 12:40

- **Estación HB-09:**

La estación no presenta flujo de agua debido a la estacionalidad.

- **Quebrada Corgasmayo**
- **Coordenadas:** 17 M 782717 (E), 9199752 (N)
- **Altitud:** 2770 m
- **Fecha:** 10/08/2024
- **Hora:** 13:10

• **Estación HB-10:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 2580 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas con vegetación (especialmente en la margen derecha), agua levemente verdosa, un ancho promedio de 5 metros, profundidad promedio de 0.4 metros y corriente moderada a lenta. El sustrato dominante está formado por canto rodado, materia vegetal y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, remansos y pozas. Se observa proliferación de materia orgánica y restos inorgánicos en el cuerpo de agua, que indica un estado de conservación aparentemente malo. Se registra actividad agrícola y ganadera en las cercanías. No se registraron macrófitas.

- **Río Crisnejas**
- **Coordenadas:** 17 M 786550 (E), 9201009 (N)
- **Altitud:** 2580 m
- **Fecha:** 10/08/2024
- **Hora:** 15:00

• **Estación HB-11:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal característica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 2888 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas moderadas, agua levemente verdosa, un ancho promedio de 8 metros, profundidad promedio de 0.3 metros y corriente moderada. El sustrato dominante es canto rodado, materia vegetal y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, remansos y pozas. Se observa actividad ganadera y agrícola en la zona. No se registraron macrófitas.

- **Río Chuchun**
- **Coordenadas:** 17 M 795859 (E), 9208188 (N)
- **Altitud:** 2888 m
- **Fecha:** 11/08/2024
- **Hora:** 14:00

• **Estación HB-12:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal típica de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 1929 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua levemente turbia, un ancho promedio de 4 metros, profundidad máxima de 0.25 metros y corriente moderada. El sustrato dominante incluye boulders, canto rodado, limo y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, remansos y pozas. Se observó impacto aguas arriba debido a actividades energéticas (hidroeléctrica). Se visualizó la presencia de alevines de la especie *Hemibrycon aff. huambonicus*, además de ejemplares desplazándose en cardúmenes. No se registraron macrófitas.

- **Río Crisnejas**
- **Coordenadas:** 18 M 822930 (E), 9174147 (N)
- **Altitud:** 1929 m
- **Fecha:** 09/08/2024
- **Hora:** 10:45

● **Estación HB-13:**

La unidad evaluada se encuentra en una zona de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2446 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas (en ambas márgenes), un ancho promedio de 5 metros, profundidad máxima de 0.3 metros y corriente moderada a rápida. El sustrato dominante está formado por boulders, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, remansos y pozas. Se observó impacto aguas abajo debido al proceso de remoción de sustrato para construcción. Sin embargo, aguas arriba (HB-13) presenta indicadores biológicos de buena calidad. No se registraron macrófitas.

- **Río Chusgón**
- **Coordenadas:** 18M 179912 (E), 9133399 (N)
- **Altitud:** 2446 m
- **Fecha:** 08/08/2024
- **Hora:** 10:50

● **Estación HB-14:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 3320 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua levemente turbia, un ancho promedio de 1 metro, profundidad máxima de 0.15 metros y corriente lenta. El sustrato dominante es boulder, canto rodado y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas y pozas. El estado de conservación es aparentemente bueno, aunque se observa presencia de actividad agrícola y ganadera en las cercanías. No se registraron macrófitas.

- **Quebrada Racmash**
- **Coordenadas:** 18 M 9118828 (E), 9033454 (N)

- **Altitud:** 3320 m
- **Fecha:** 07/08/2024
- **Hora:** 15:00

● **Estación HB-15:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2566 msnm. El punto de muestreo está caracterizado por orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua levemente turbia, un ancho promedio de 10 metros, profundidad máxima de 0.8 metros y corriente rápida. El sustrato dominante es boulder, canto rodado y grava. Los mesohábitats más frecuentes son rifles y pozas. El cuerpo de agua parece estar en buen estado de conservación, aunque se observa actividad agrícola y ganadera en las cercanías. No se registraron macrófitas.

- **Quebrada Pijobamba (afluente del río Marañón por la margen izquierda)**
- **Coordenadas:** 18 L 195826 (E), 9114247 (N)
- **Altitud:** 2566 m
- **Fecha:** 07/08/2024
- **Hora:** 13:00

● **Estación HB-16:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal propia del bosque xérico interandino, a una altitud promedio de 1644 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas en ambas márgenes, agua levemente turbia, un ancho promedio de 30 metros, profundidad máxima de 0.8 metros y corriente rápida. El sustrato dominante es boulder, canto rodado y grava. Los mesohábitats predominantes son rifles y pozas. A pesar de la presencia de actividad agrícola en las cercanías, el cuerpo de agua parece estar en buen estado de conservación. No se registraron macrófitas.

- **Río Marañón**
- **Coordenadas:** 18 L 207945 (E), 9109761 (N)
- **Altitud:** 1644 m
- **Fecha:** 05/08/2024
- **Hora:** 11:00

● **Estación HB-17:**

La unidad evaluada se ubica en áreas de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2454 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas, agua azul verdosa, un ancho promedio de 8 metros, profundidad promedio de 0.6 metros y corriente rápida. El sustrato predominante incluye boulders, canto rodado y arena.

Los mesohábitats más frecuentes son corridas y pozas. El estado de conservación del cuerpo de agua es aparentemente bueno, con poca evidencia de impacto en las zonas evaluadas. No se registraron macrófitas.

- **Río Cajas**
- **Coordenadas:** 18 L 225540 (E), 9086370 (N)
- **Altitud:** 2454 m
- **Fecha:** 04/08/2024
- **Hora:** 11:35

● **Estación HB-18:**

La unidad evaluada se encuentra en un área de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 3812 msnm. El punto de muestreo está definido por una orilla pedregosa, agua de tonalidad muy turbia, ancho promedio de 4 metros, profundidad promedio de 0.3 metros y corriente moderada. El sustrato dominante está formado por boulders, canto rodado y arena. Los mesohábitats más comunes son corridas y pozas. El estado de conservación del cuerpo de agua es aparentemente malo. No se registraron macrófitas.

- **Río Challas**
- **Coordenadas:** 18 L 234993 (E), 9072754 (N)
- **Altitud:** 3812 m
- **Fecha:** 04/08/2024
- **Hora:** 11:30

● **Estación HB-19:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de matorral arbustivo de la región, con una altitud promedio de 3694 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas, agua clara, un ancho promedio de 5 metros, profundidad promedio de 0.6 metros y corriente moderada a rápida. El sustrato dominante es compuesto por boulders, canto rodado y grava. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, pozas y rifles. El estado de conservación es aparentemente bueno, a pesar de la presencia de cultivos en las cercanías. No se registraron macrófitas.

- **Río Anchic**
- **Coordenadas:** 18 L 250257 (E), 9062749 (N)
- **Altitud:** 3694 m
- **Fecha:** 03/08/2024
- **Hora:** 11:45

● **Estación HB-20:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal característica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 2732 msnm. El punto de muestreo se distingue por una orilla pedregosa, agua ligeramente turbia, un ancho promedio de 6 metros, una profundidad promedio de 0.4 metros y corriente rápida. El sustrato dominante está compuesto por boulders, canto rodado y arena. Los mesohábitats predominantes son corridas, pozas y rifles. No se observó evidencia significativa de impacto en la zona evaluada. No se registraron macrófitas.

- **Río S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 253935 (E), 9056350 (N)
- **Altitud:** 2732 m
- **Fecha:** 03/08/2024
- **Hora:** 09:00

● **Estación HB-21:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal de tipo bofedal, situada a una altitud máxima de 3,482 msnm. Se observa una corriente lenta y agua transparente, con una profundidad en la orilla de 0.2 m y una profundidad máxima de 1 m. Se destaca la presencia de vegetación ribereña compuesta principalmente por pasto, así como de perifiton en crecimiento sobre las rocas. El sustrato se compone de 25% roca, 35% piedra, 20% grava y 20% arena. Los mesohábitats están distribuidos en caídas de agua (30%), pozas (20%) y remansos (50%). No se registraron macrófitas.

- **Río Chonas**
- **Coordenadas:** 18 L 277224 (E) 9039485 (N)
- **Altitud:** 3482 m
- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 8:40

● **Estación HB-22:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 2,134 msnm. Se observa una velocidad de corriente alta, con agua transparente. La profundidad en la orilla es de 0.5 m, mientras que la profundidad máxima alcanza los 0.9 m. Destaca la presencia de vegetación ribereña y una orilla pedregosa.

El sustrato está compuesto por roca (30%), piedra (30%), grava (20%) y arena (20%). En cuanto a los mesohábitats, se distribuyen en caídas de agua (50%), pozas (20%) y remansos (30%). No se registraron macrófitas.

- **Río S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 287957 (E) 9042320 (N)
- **Altitud:** 2134 m

- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 10:30

• **Estación HB-23:**

La unidad evaluada corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 2,105 msnm. Se observa agua transparente con una velocidad de corriente moderada, con profundidad en la orilla de 0.6 m y 0.8 m en su máxima profundidad. En la orilla se encuentra vegetación ribereña. El sustrato está compuesto por 35% roca, 25% piedra, 20% grava y 20% arena. Los mesohábitats incluyen caídas de agua (40%), pozas (30%) y remansos (30%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 291171 (E) 9042993 (N)
- **Altitud:** 2105 m
- **Fecha:** 14/08/2024
- **Hora:** 14:15

• **Estación HB-24:**

La unidad evaluada muestra cobertura vegetal de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 1653 msnm. El agua es transparente, con una orilla pedregosa y una velocidad de corriente moderada. La profundidad en la orilla es de 0.2 m, alcanzando 0.6 m en la parte más profunda. El sustrato está compuesto por 30% roca, 30% piedra, 20% grava y 20% arena. Los mesohábitats están distribuidos en caídas (40%), pozas (15%) y remansos (55%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 306538 (E) 9045527 (N)
- **Altitud:** 1653 m
- **Fecha:** 14/08/2024
- **Hora:** 11:40

• **Estación HB-25:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal propia de áreas de no bosque amazónico, con una altitud máxima de 763 msnm. Se observa una corriente de alta velocidad, agua cristalina, y una profundidad en la orilla de 0.5 m, alcanzando una profundidad máxima de 1.5 m. Además, se destaca la presencia de vegetación ribereña y una orilla rocosa, lo que contribuye a la heterogeneidad del hábitat.

La composición del sustrato está formada por roca (40%), piedra (20%), grava (15%) y arena (25%). En cuanto a los mesohábitats, se distribuyen de la siguiente

manera: caídas de agua (35%), rífls (15%), pozas (20%) y remansos (30%). No se registraron macrófitas en esta estación de muestreo.

- **Río Chontayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 332057 (E) 9053606 (N)
- **Altitud:** 763 m
- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 14:40

• **Estación HB-26:**

Esta estación corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico, situada a una altitud máxima de 574 msnm. El agua es transparente, con una velocidad de corriente moderada. El sustrato está compuesto por 50% piedra, 25% grava y 25% arena. Los mesohábitats se distribuyen en caídas (30%), pozas (10%) y remansos (60%). No se registraron macrófitas.

- **Río Frijol**
- **Coordenadas:** 18 L 346449 (E) 9057246 (N)
- **Altitud:** 574 m
- **Fecha:** 13/08/2024
- **Hora:** 13:00

• **Estación HB-27:**

La unidad evaluada pertenece a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 561 msnm. El agua es transparente, con una velocidad de corriente moderada y presencia de vegetación ribereña. La profundidad en la orilla es de 0.3 m, alcanzando 0.8 m de profundidad máxima. El sustrato es compuesto por 30% roca, 25% piedra, 20% grava y 25% arena. Los mesohábitats se distribuyen en pozas (40%), caídas (15%) y remansos (45%). No se registraron macrófitas.

- **Río Canan**
- **Coordenadas:** 18 L 350295 (E) 9054210 (N)
- **Altitud:** 561 m
- **Fecha:** 13/08/2024
- **Hora:** 9:30

• **Estación HB-28:**

Esta unidad presenta una cobertura vegetal de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 545 msnm. El agua es transparente, con orillas pedregosas y una profundidad en la orilla de 0.6 m, alcanzando una profundidad máxima de 2 m. La velocidad de corriente es moderada. El sustrato está compuesto por 40% piedra, 25% grava y 35% arena. Los mesohábitats se distribuyen en caídas (40%), pozas (15%) y remansos (45%). No se registraron macrófitas.

- **Río Huánuco**
- **Coordenadas:** 18 L 356801 (E) 9042970 (N)
- **Altitud:** 545 m
- **Fecha:** 12/08/2024
- **Hora:** 9:40

• **Estación HB-29:**

En esta unidad, la cobertura vegetal corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 520 msnm. El agua es turbia, con una velocidad de corriente lenta y una profundidad de orilla de 0.8 m. El sustrato predominante es fangoso. Los mesohábitats se distribuyen en remansos (70%) y pozas (30%). No se registraron macrófitas.

- **Río Huallaga**
- **Coordenadas:** 18 L 361547 (E) 9042446 (N)
- **Altitud:** 520 m
- **Fecha:** 12/08/2024
- **Hora:** 13:10

• **Estación HB-30:**

El punto de muestreo se desplazó ligeramente debido a la accesibilidad. La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal característica de áreas de no bosque amazónico, con una altitud máxima de 563.6 msnm. Se observa vegetación ribereña y un sustrato predominantemente fangoso, con una coloración del agua marrón. La distribución de los mesohábitats se compone de pozas (30%) y remansos (70%). No se registraron macrófitas.

- **Río Aspuzana**
- **Coordenadas:** 18 L 372093 (E) 9033454 (N)
- **Altitud:** 563.6 m
- **Fecha:** 08/08/2024
- **Hora:** 10:20

• **Estación HB-31:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal característica de Áreas de No Bosque Amazónico, con una altitud máxima de 575 msnm. Esta estación tiene vegetación ribereña, un sustrato mayormente barro y agua de coloración marrón. Los mesohábitats están distribuidos entre pozas (30%) y remansos (70%). No se registraron macrófitas.

- **Río Pucayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 375370 (E) 9031919 (N)
- **Altitud:** 575 m

- **Fecha:** 08/08/2024
- **Hora:** 12:40

• **Estación HB-32:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 561 msnm. La estación de muestreo se caracteriza por una orilla pedregosa, con una velocidad de corriente moderada. La profundidad en la orilla es de 0.35 m, mientras que la profundidad máxima alcanza 1.3 m. El sustrato está compuesto por: 15% roca, 35% piedra, 20% grava y 30% arena. Los mesohábitats se distribuyen en caídas de agua (30%), remansos (50%) y rífls (20%). No se registraron macrófitas.

- **Río Aucayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 380333 (E) 9015220 (N)
- **Altitud:** 561 m
- **Fecha:** 09/08/2024
- **Hora:** 11:55

• **Estación HB-33:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 569 msnm. El agua es transparente y la corriente es lenta. La profundidad en la orilla es de 0.35 m y la profundidad máxima alcanza 1.2 m. Se observó la presencia de perifiton sobre las rocas. El sustrato está compuesto por: 15% roca, 35% piedra, 20% grava y 30% arena. Los mesohábitats se distribuyen en caídas de agua (25%) y remansos (60%), con un 15% sin especificar. No se registraron macrófitas.

- **Río Sangapilla**
- **Coordenadas:** 18 L 381199 (E) 9011092 (N)
- **Altitud:** 569 m
- **Fecha:** 10/08/2024
- **Hora:** 9:40

• **Estación HB-34:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 546 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por agua clara, vegetación ribereña y una orilla pedregosa. La profundidad en la orilla es de 0.6 m, y la profundidad máxima alcanza 1.2 m. El sustrato está compuesto por: 20% piedra, 30% grava y 50% arena. Los mesohábitats se distribuyen en pozas (60%) y remansos (40%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**

- **Coordenadas:** 18 L 386365 (E) 8996250 (N)
- **Altitud:** 546 m
- **Fecha:** 10/08/2024
- **Hora:** 12:45

● **Estación HB-35:**

La unidad evaluada corresponde a un área de Áreas de No Bosque Amazónico, situada a una altitud máxima de 519 msnm. El agua es transparente y presenta una orilla pedregosa, con una profundidad de 0.4 m en la orilla y una velocidad de corriente moderada. El sustrato se compone de 35% piedra, 30% grava y 35% arena. Los mesohábitats están distribuidos en caídas (30%) y remansos (70%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 390566 (E) 8986852 (N)
- **Altitud:** 519 m
- **Fecha:** 11/08/2024
- **Hora:** 8:00

● **Estación HB-36:**

La unidad evaluada corresponde a un área de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 545 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas, agua transparente, con una profundidad promedio de 0.3 m en la orilla y una profundidad máxima de 1.6 m. El sustrato está compuesto por: 25% de roca, 40% de piedra, 20% de grava y 15% de arena. Los mesohábitats están distribuidos entre pozas (40%), caídas (25%) y remansos (35%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 394006 (E), 8959804 (N)
- **Altitud:** 545 m
- **Fecha:** 06/08/2024
- **Hora:** 11:35

● **Estación HB-37:**

La unidad evaluada se localiza en un área de bosque de montaña, a una altitud de hasta 550 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas, agua transparente, con una velocidad de corriente moderada y una profundidad promedio de 0.5 metros. Se observó poca basura en las orillas. El sustrato está compuesto por: 40% de rocas, 30% de piedra, 20% de grava y 10% de arena. Los mesohábitats son principalmente remansos (55%), pozas (35%) y rifles (10%). No se registraron macrófitas.

- **Río Huallaga**

- **Coordenadas:** 18 L 393583 (E), 8954114 (N)
- **Altitud:** 550 m
- **Fecha:** 06/08/2024
- **Hora:** 8:50

● **Estación HB-38:**

La unidad evaluada se encuentra en un área con vegetación correspondiente a las Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud que no supera los 954.8 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas, agua transparente, una velocidad de corriente moderada y una profundidad promedio de 90 cm. La composición del sustrato incluye: 20% de roca madre, 25% de roca, 20% de piedra, 15% de grava y 20% de arena. Los mesohábitats presentes son caídas (35%), pozas (20%) y rifles (45%). No se registraron macrófitas.

- **Río Chinchao**
- **Coordenadas:** 18 L 389256 (E), 8944577 (N)
- **Altitud:** 954.8 m
- **Fecha:** 05/08/2024
- **Hora:** 8:45

● **Estación HB-39:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, a una altitud inferior a los 1800 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas, agua ligeramente turbia, con una profundidad promedio de 1.5 metros y una alta velocidad de corriente. Se observó un considerable crecimiento de perifiton en las rocas. El sustrato predominante está compuesto por un 66% de arena, 20% de grava y 14% de roca. En cuanto a los mesohábitats, se distribuyen en caídas (35%), pozas (30%), remansos (25%) y rifles (10%). Además, se detectó una gran cantidad de basura en la orilla y el agua presentaba un olor desagradable, lo que sugiere un cierto grado de contaminación en el área. No se registraron macrófitas.

- **Río Huallaga**
- **Coordenadas:** 18 L 379226 (E), 8912707 (N)
- **Altitud:** 1800 m
- **Fecha:** 03/08/2024
- **Hora:** 14:50

● **Estación HB-SNC1:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna, con una cobertura vegetal característica de totoral y una altitud promedio de 2,993 msnm. El punto de muestreo se distingue por la abundancia de vegetación ribereña, con agua de tonalidad incolora. El ancho promedio del área de muestreo fue de 5 metros, con

una profundidad máxima de 0.15 m y velocidad de corriente nula. El sustrato predominante consiste en materia vegetal natural de la laguna, junto con limo y arcilla. Se observa que la estación de evaluación podría estar impactada por las actividades recreativas y turísticas cercanas a la orilla, así como por la presencia de viviendas en las proximidades. No se registraron macrófitas.

- **Laguna Suyucocha**
- **Coordenadas:** 17 M 790042 (E) 9204140 (N)
- **Altitud:** 2993 m
- **Fecha:** 15/08/2024
- **Hora:** 14:40

● **Estación HB-SNC2:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna (cuerpo de agua léntico), ubicada a una altitud máxima de 692.1 msnm. A pesar de que el tamaño del punto de muestreo se ha reducido considerablemente, persiste un pequeño cuerpo de agua. El agua tiene una tonalidad verdosa, sin vegetación en las orillas, y el sustrato predominante es fangoso. La profundidad en la orilla es de 0.7 m. No se registraron macrófitas.

- **Laguna Mística**
- **Coordenadas:** 18 L 390063 (E), 8990064 (N)
- **Altitud:** 692.1 m
- **Fecha:** 07/08/2024
- **Hora:** 9:50

● **Estación HB-SNC3:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna (cuerpo de agua léntico), ubicada a una altitud máxima de 701.3 msnm. El agua tiene un color verdoso, con vegetación ribereña en las orillas, y el sustrato es predominantemente fangoso. La profundidad en la orilla es de 0.45 m. Se observan embarcaciones en las orillas, ya que es un lugar recreativo y turístico. No se registraron macrófitas.

- **Laguna de los Milagros**
- **Coordenadas:** 18 L 390712 (E), 8988826 (N)
- **Altitud:** 701.3 m
- **Fecha:** 07/08/2024
- **Hora:** 11:55

4.2.6.4.1.2 Caracterización físico – química

4.2.6.4.1.2.1 Temperatura

El análisis de la temperatura en las diferentes estaciones de monitoreo permitió identificar patrones específicos por cuenca y tipo de cuerpo de agua. Las cuencas de Chicama y

Jequetepeque (HB-05 a HB-07) presentan temperaturas relativamente altas en sus estaciones iniciales, con 25.5°C en HB-05 y una leve disminución a 23°C en HB-07, lo cual podría estar relacionado con las características climáticas locales o con la menor altitud de estas áreas (Boyd, 2015).

En general, los ríos muestran mayor variabilidad térmica influenciada por aportes de diferentes fuentes y variaciones altitudinales (Gomez et al., 2014), los lagos presentan temperaturas más altas y estables debido a su capacidad de almacenamiento de calor (Farías, 2020), y las quebradas tienden a tener temperaturas más bajas, asociadas a su ubicación altitudinal y menor exposición solar (Maidana & Seeligmann, 2015). Este análisis es clave para comprender las condiciones ambientales en cada cuenca y cuerpo de agua.

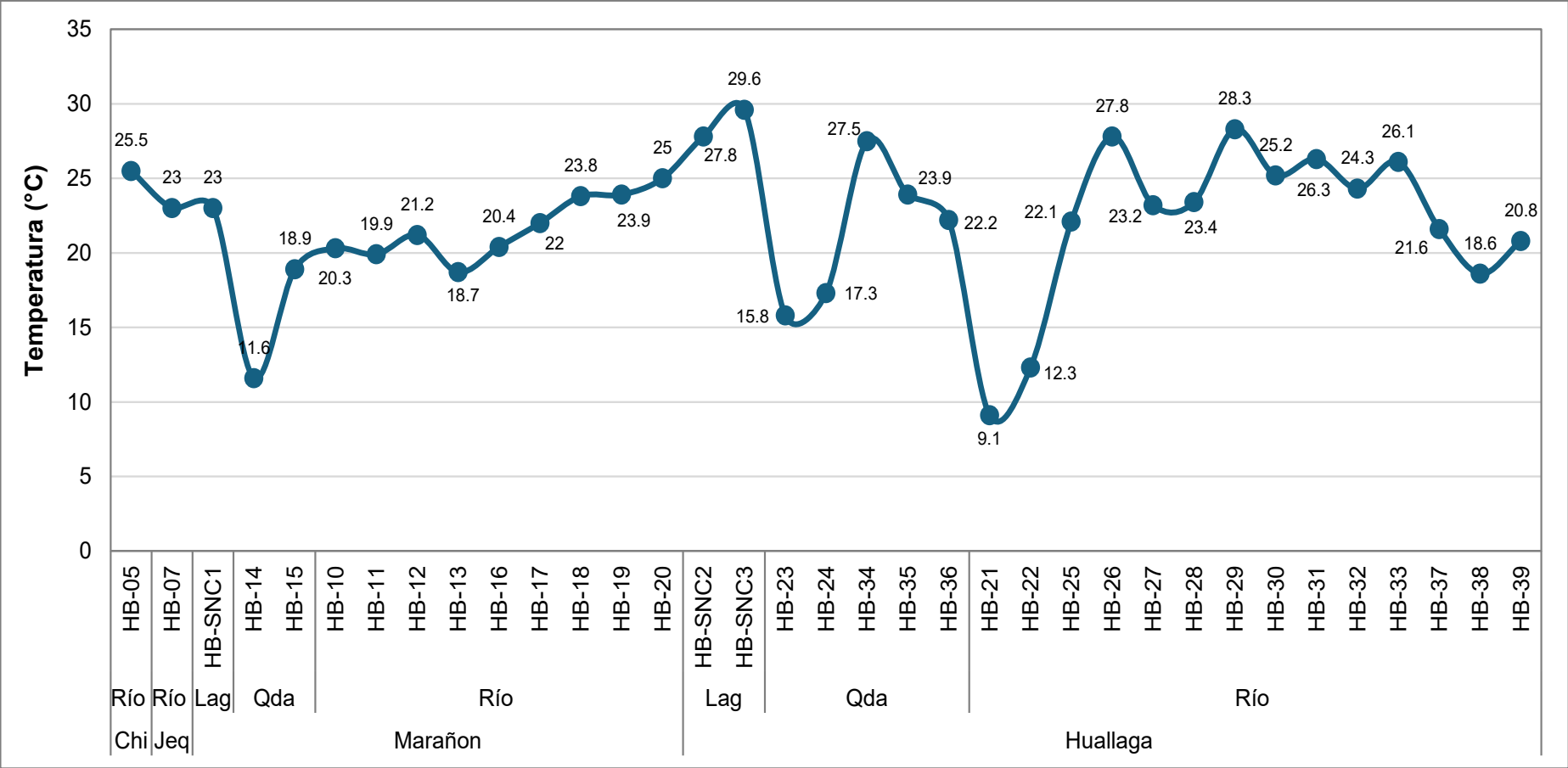
En la cuenca del Marañón, los ríos presentan temperaturas que oscilan entre 18.7°C (HB-13) y 25.0°C (HB-20), con una variabilidad moderada y una tendencia ascendente hacia el final del tramo (Grana et al., 2016). Las quebradas (HB-14 y HB-15) muestran temperaturas más bajas, alcanzando un mínimo de 11.6°C para la estación HB-14, lo que sugiere influencia de factores como sombra o mayor altitud en estos puntos (Lencina et al., 2023).

En la cuenca del Huallaga, los ríos (HB-21 a HB-39) exhiben mayor variabilidad térmica, con un descenso significativo hasta 9.1°C (HB-21), seguido de un incremento gradual hasta 20.8°C (HB-29) (Marconi et al., 2019). Las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) registran las temperaturas más altas y estables, alcanzando un máximo de 29.6°C (HB-SNC3), lo que es consistente con su capacidad para almacenar calor (Farías, 2020). Por su parte, las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35 y HB-36) tienen temperaturas más bajas, con un mínimo de 15.8°C (HB-23) y 17.3°C (HB-24), mostrando patrones similares a las quebradas del Marañón (Seeligmann & Maidana, 2019).



Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Gráfico 4.2.6-1
Temperatura (°C) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.2.2 pH

El análisis de los valores de pH registrados en las estaciones de monitoreo (HB-05 a HB-39) muestra que la mayoría se encuentra dentro del rango permitido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, en el cual se establece un rango de 6.5 a 9 para el pH (MINAM, 2017).

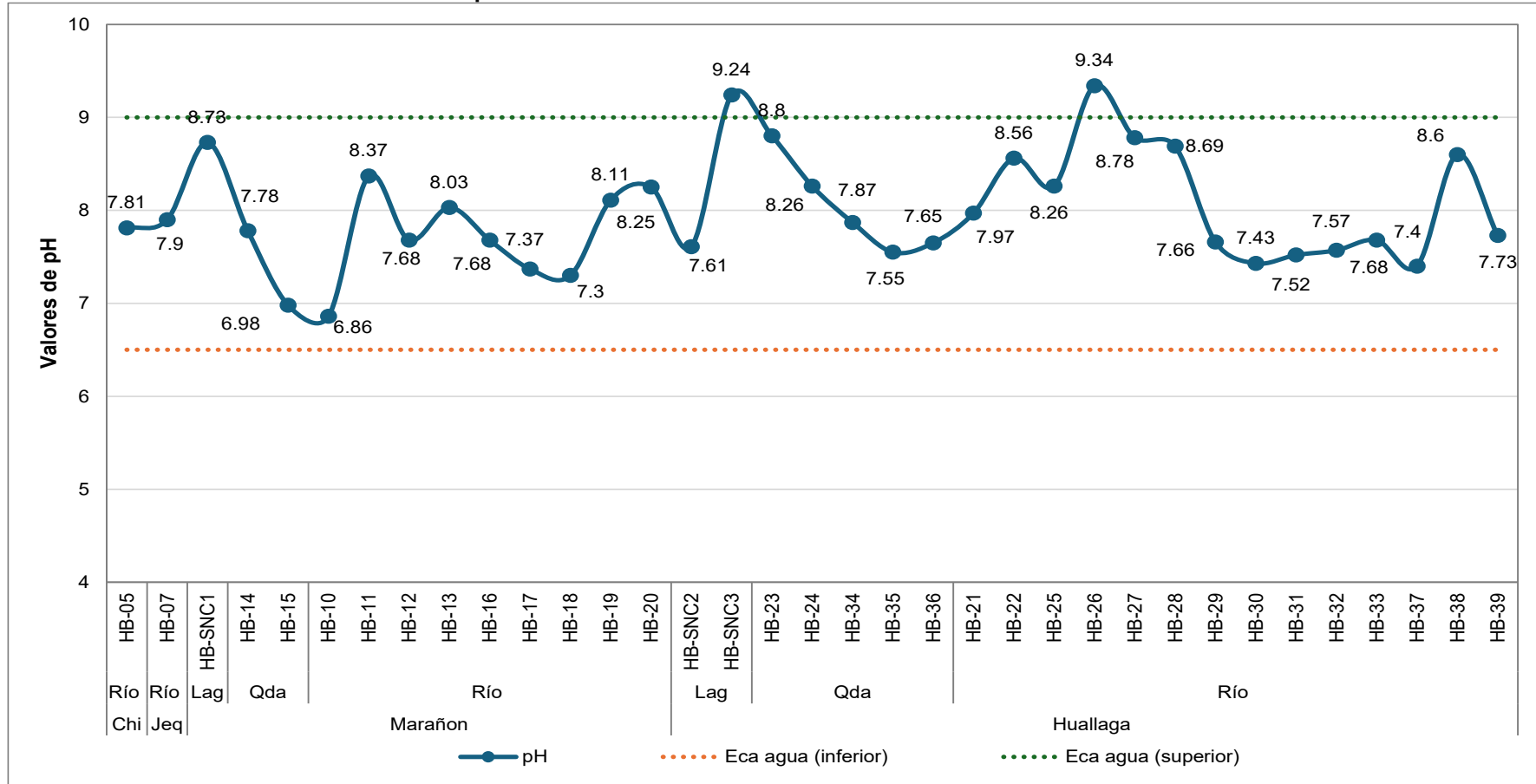
En la cuenca de Chicama y Jequetepeque (HB-05 a HB-07), los valores de pH varían entre 7.81 y 7.9, todos dentro del rango permitido, reflejando condiciones ligeramente alcalinas y de buena calidad.

En la cuenca del Marañón, los ríos (HB-10 a HB-20) presentan valores entre 6.86 (HB-10) y 8.37 (HB-11), lo que indica estabilidad en el rango ligeramente alcalino y condiciones favorables para la calidad del agua. Las quebradas HB-15 y HB-14 tienen valores de 6.98 y 7.78, respectivamente, reflejando características típicas de aguas neutras a ligeramente alcalinas, también dentro de los límites permitidos. La laguna HB-SNC1 mostró un valor de pH de 8.73, también dentro del rango permitido.

Finalmente, en la cuenca del Huallaga, los ríos (HB-21 a HB-39) muestran mayor variabilidad en el pH, con valores que oscilan entre 7.4 (HB-37) y 9.34 (HB-26). En HB-26, el pH supera ligeramente el límite superior de los ECA, indicando un episodio puntual de alcalinidad elevada. Los lagos (HB-SNC2 y HB-SNC3) tienen valores más altos, alcanzando un máximo de 9.24 en HB-SNC2, que también excede marginalmente el límite superior, posiblemente debido a procesos como eutrofización o alta actividad biológica (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). Por su parte, las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35 y HB-36) presentan valores entre 7.55 (HB-35) y 8.80 (HB-23), completamente dentro de los límites, lo que indica un buen estado de calidad del agua.

En conclusión, la mayoría de las estaciones monitoreadas se encuentran dentro de los límites establecidos por los ECA, excepto por ligeros excedentes en HB-26 y HB-SNC3, los cuales deberían ser monitoreados para prevenir alteraciones significativas en la calidad del agua.

Gráfico 4.2.6-2
Valores de pH de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeque: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.2.3 Oxígeno disuelto (mg/L)

El gráfico muestra los valores de oxígeno disuelto (OD) registrados en las estaciones de monitoreo (HB-05 a HB-39) en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, que establecen un mínimo de 5 mg/L. (MINAM, 2017).

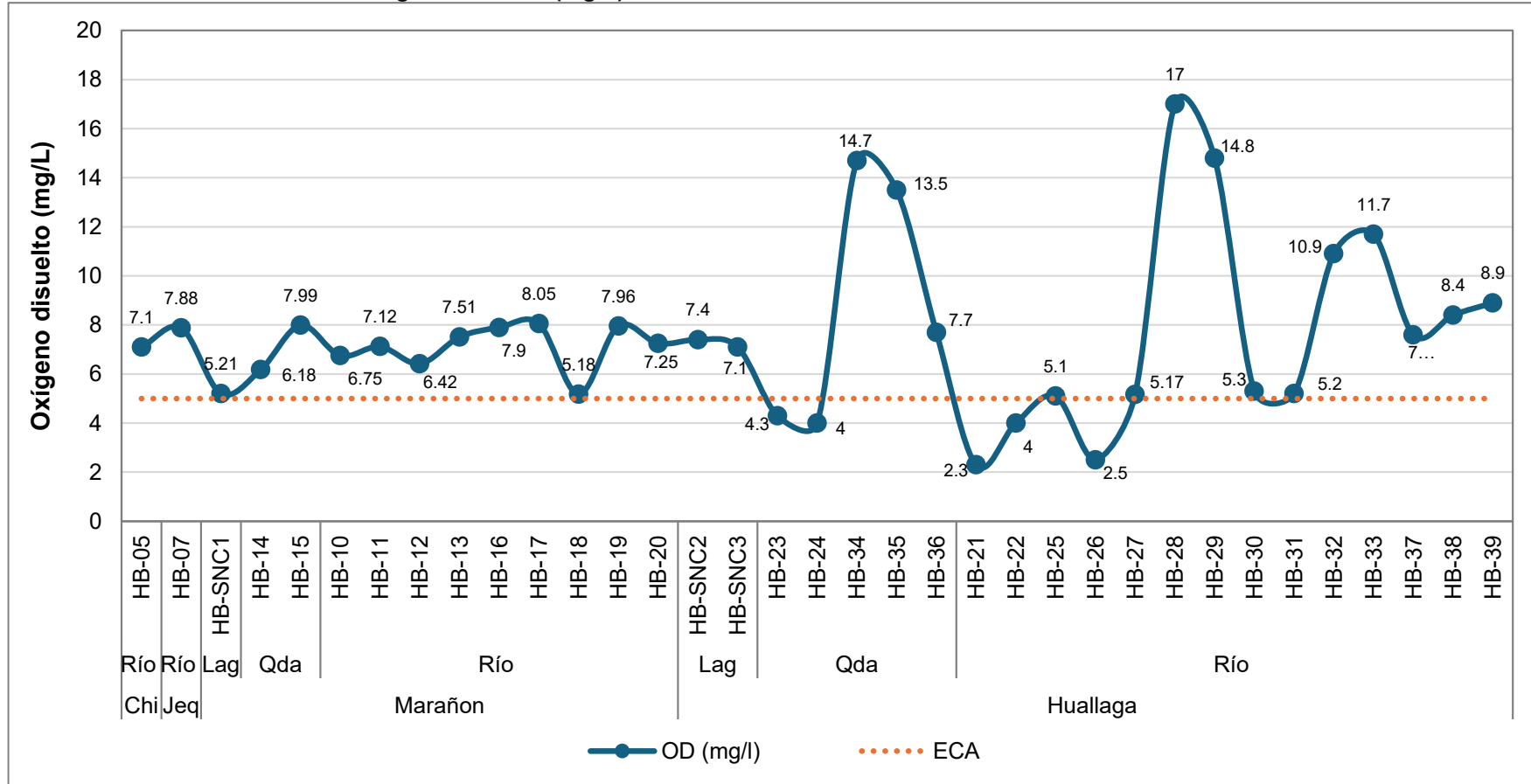
En la cuenca Chicama y Jequetepeque, en las estaciones HB-05 a HB-07 respectivamente, los valores de OD varían entre 7.1 mg/L y 7.88 mg/L, todos dentro del rango permitido por los ECA. Esto refleja buenas condiciones de oxigenación y calidad del agua en estas zonas.

En la cuenca del Marañón, los valores registrados en los ríos (HB-10 a HB-20) oscilan entre 5.18 mg/L en HB-18 y 8.05 mg/L en HB-17, todos por encima del límite mínimo de los ECA. Esto refleja condiciones adecuadas para la calidad del agua, aunque algunos puntos como HB-12 y HB-18 muestran valores más cercanos al límite inferior, lo que podría indicar menor disponibilidad de oxígeno en ciertas áreas. En las quebradas de esta cuenca (HB-14 y HB-15), los valores se encuentran dentro del rango permitido, con 6.18 mg/L y 7.99 mg/L respectivamente, evidenciando condiciones favorables para las comunidades biológicas.

En la cuenca del Huallaga, se observa una amplia variabilidad en los valores de OD en los ríos (HB-21 a HB-39), desde un mínimo de 2.3 mg/L en HB-21 hasta un máximo de 17 mg/L en HB-28. En HB-21, el OD cae por debajo del límite mínimo establecido, lo que podría indicar estrés ambiental debido a contaminación orgánica o alta carga biológica, mientras que en HB-28, el valor elevado podría asociarse a turbulencia o procesos naturales que aumentan la oxigenación. Aunque la mayoría de las estaciones cumplen con el ECA establecido. En las quebradas de esta cuenca, en especial, las estaciones HB-23 y HB-24 los valores son críticos, registrándose 4.3 mg/L y 4 mg/L respectivamente, significando que se encuentra bajo del ECA, posiblemente debido a procesos de alta carga orgánica. Las lagunas en la presente cuenca como HB-SNC2 y HB-SNC3, los valores estuvieron dentro del rango del ECA.

En general, la mayoría de las estaciones presentan valores de oxígeno disuelto dentro de los límites de los ECA, indicando una calidad de agua adecuada para el desarrollo biológico. Sin embargo, las estaciones HB-23, HB-24, HB-21, HB-22 y HB-26 muestran valores críticos.

Gráfico 4.2.6-3
Valores de oxígeno disuelto (mg/L) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.2.4 Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)

El gráfico muestra los valores de conductividad eléctrica (CE) registrados en las estaciones de monitoreo (HB-05 a HB-39) en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, que establecen un límite por debajo de 1000 $\mu\text{S/cm}$ (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, 2017).

En la cuenca Chicama, el valor de CE en el río Chicama (HB-05) es de 686 $\mu\text{S/cm}$, lo cual está dentro del estándar permitido. De la misma manera, la cuenca Jequetepeque, el valor de CE en el río Chilate (HB-07) es de 469 $\mu\text{S/cm}$, también dentro del límite permitido. (Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Chicama: Aguas superficiales / Aguas subterráneas, 2019).

En la cuenca Maraón, los valores de conductividad en los distintos cuerpos de agua son todos inferiores a 1000 $\mu\text{S/cm}$. En la laguna (HB-SNC1), la CE es de 146.6 $\mu\text{S/cm}$, en las quebradas (HB-14 y HB-15) varía entre 66.3 $\mu\text{S/cm}$ y 349 $\mu\text{S/cm}$, y en el río los valores oscilan entre 289 $\mu\text{S/cm}$ y 895.2 $\mu\text{S/cm}$. Todos estos valores están dentro del límite (Ingeniería y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos y energéticos de la región La Libertad, 2014).

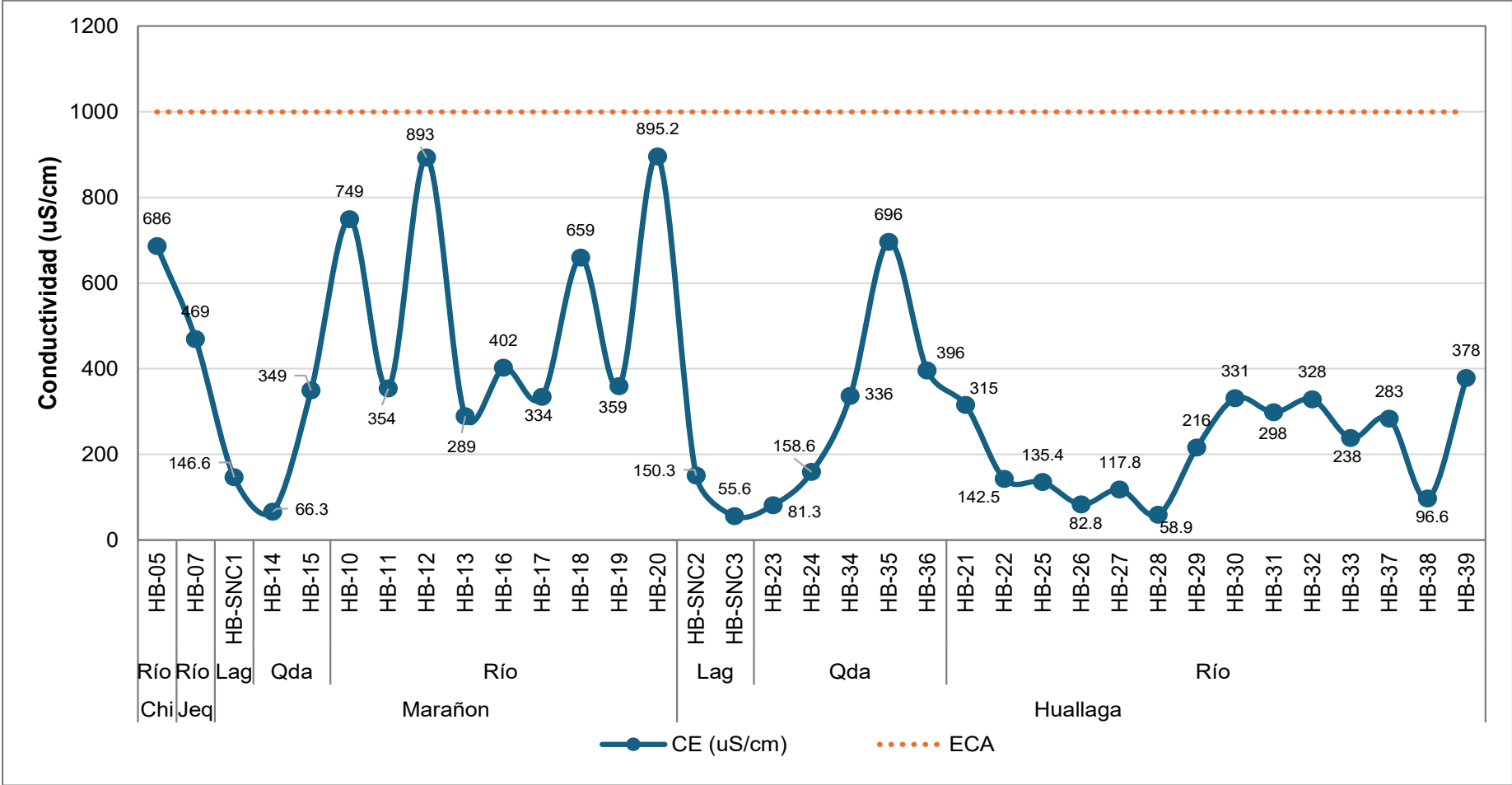
En la cuenca Huallaga, los valores de CE también se mantienen dentro del estándar. En las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3), los valores de conductividad son 150.3 $\mu\text{S/cm}$ y 55.6 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente. En las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35, HB-36), los valores oscilan entre 81.3 $\mu\text{S/cm}$ y 696 $\mu\text{S/cm}$, todos dentro del límite permitido. En los ríos (HB-21 a HB-39), los valores de conductividad varían entre 58.9 $\mu\text{S/cm}$ y 378 $\mu\text{S/cm}$, todos muy por debajo de 1000 $\mu\text{S/cm}$, indicando que el agua en estos ríos también cumple con los estándares de calidad (Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM, 2021).

En resumen, los valores de conductividad en todas las cuencas y tipos de cuerpos de agua analizados están por debajo del límite de 1000 $\mu\text{S/cm}$, lo que refleja una calidad del agua adecuada y sin riesgos inmediatos de mineralización excesiva en las estaciones muestreadas (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, 2017).



Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Gráfico 4.2.6-4
Valores de conductividad (µS/cm) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeque: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3 Comunidades hidrobiológicas

En el área de estudio se identificaron 04 principales comunidades hidrobiológicas.

4.2.6.4.1.3.1 Fitoplancton

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

4.2.6.4.1.3.1.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

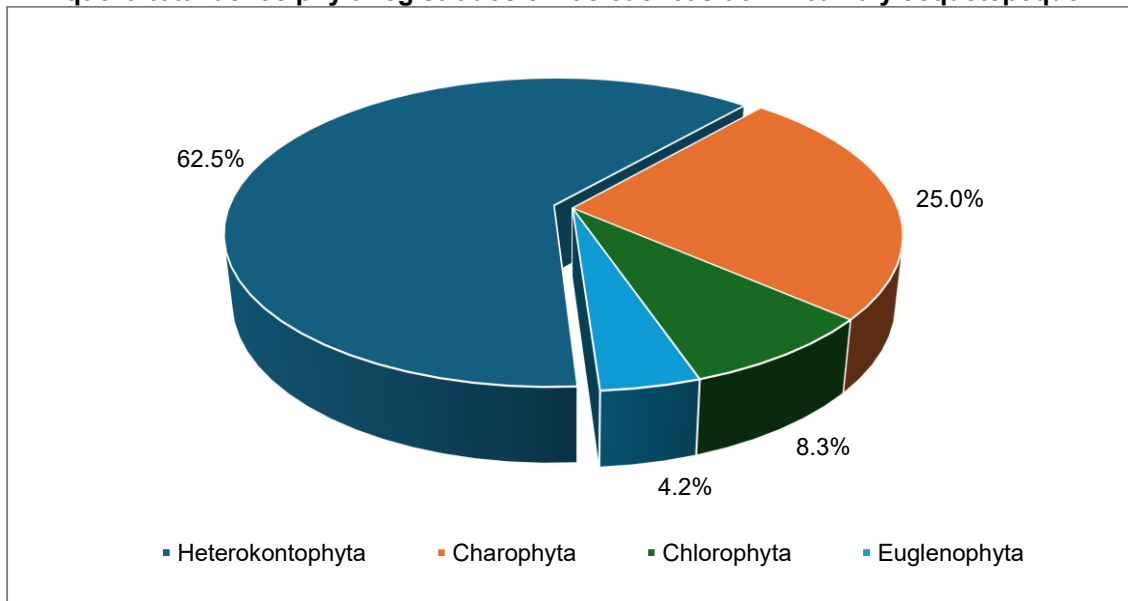
Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, solo la estación HB-07 tuvo agua disponible. Como resultado, se mantuvo una única estación activa por cuenca.

4.2.6.4.1.3.1.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas Chicama y Jequetepeque se registraron un total de 24 especies, pertenecientes a 15 familias, 11 órdenes, 4 clases y 4 phyla. En este contexto, el phylum con mayor riqueza reportada para dichas cuencas fue Heterokontophyta con 15 especies (62.5%), seguido de Charophyta con 6 especies (25.0%), Chlorophyta con 2 especies (8.3%) y, en menor riqueza, Euglenophyta con 1 especie (4.2%). Esto refleja la alta representatividad de Heterokontophyta en cuerpos de agua similares a nivel nacional (López & Altamirano, 2011). Ver Gráfico 4-5.

Gráfico 4.2.6-5

Riqueza total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

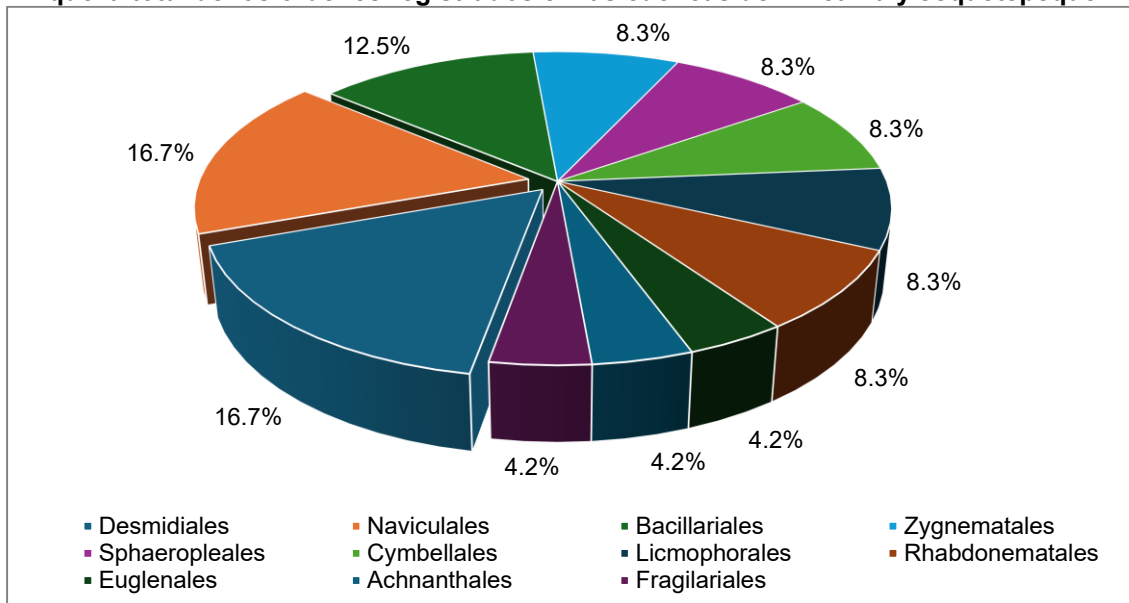


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, se destaca que, según los órdenes registrados en las cuencas Chicama y Jequetepeque, los órdenes Desmidiaceales (Charophyta) y Naviculales (Heterokontophyta) presentaron la mayor riqueza con un total de 4 especies (16.7%) cada uno. Por otro lado, se observó una menor riqueza en el orden Bacillariales, con 3 especies (12.5%), y otros órdenes como Zygnematales (Charophyta), Sphaeropleales (Chlorophyta), Cymbellales (Heterokontophyta), Licmophorales y Rhabdonematales, cada uno con 2 especies (8.3%). Este patrón es consistente con lo encontrado en estudios sobre biodiversidad en lagunas altoandinas, donde Heterokontophyta también predominó significativamente (Calizaya-Anco & Yucra, 2018).

Gráfico 4.2.6-6

Riqueza total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

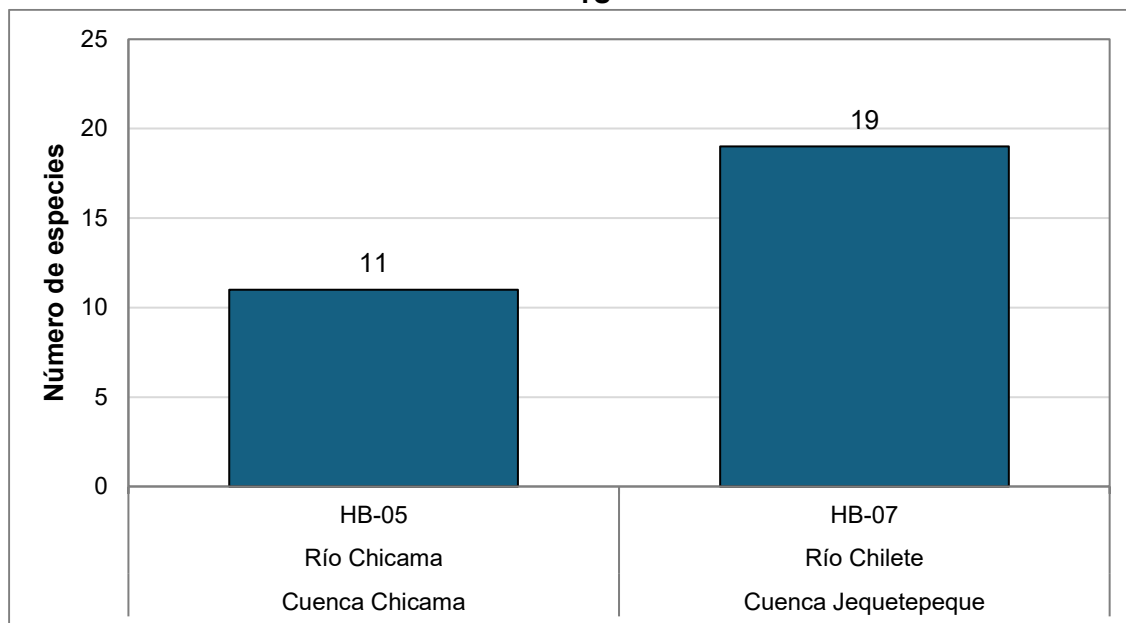


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Además, a nivel de estaciones estudiadas, la estación HB-07, ubicada en el río Chilete en la cuenca del río Jequetepeque, presentó la mayor riqueza con 19 especies registradas. En contraste, la estación HB-05, situada en el río Chicama dentro de la cuenca homónima, registró únicamente 11 especies. Esto sugiere que la disponibilidad de agua y las características hidrológicas influyen directamente en la riqueza específica, como se ha evidenciado en otras cuencas peruanas (López & Altamirano, 2011).

Gráfico 4.2.6-7

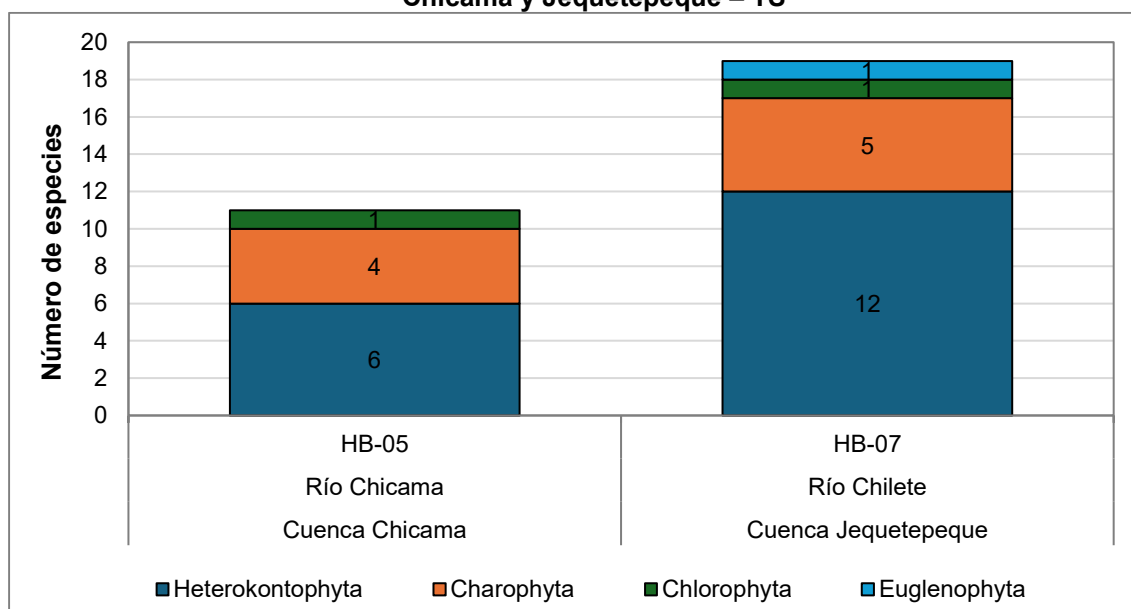
Riqueza total según las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por último, al analizar los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas del río Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-05 (cuenca de Chicama), el phylum Heterokontophyta presentó la mayor riqueza con 6 especies (54.5%), seguida de Charophyta con 4 especies (36.4%), mientras que Chlorophyta se registró con 1 especie (9.1%). Este patrón también se observó en la estación HB-07 (cuenca de Jequetepeque), donde Heterokontophyta registró la mayor riqueza con 12 especies (63.2%), seguida de Charophyta con 5 especies (26.3%). En tanto, Chlorophyta y Euglenophyta registraron 1 especie (5.3%) cada uno. Este resultado es consistente con la predominancia de Heterokontophyta en ecosistemas acuáticos de la región occidental del Perú (López & Altamirano, 2011).

Gráfico 4.2.6-8
Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



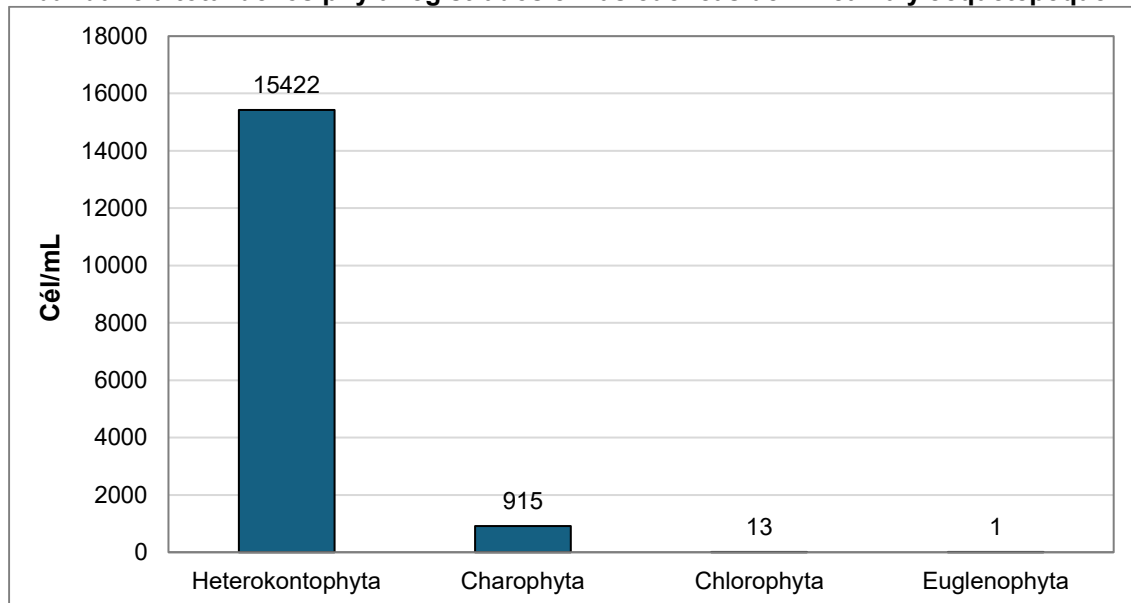
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.1.2 Abundancia

En el área de estudio, correspondiente a las cuencas de Chicama y Jequetepeque, se registró una abundancia total de 16,351 cél/mL. Cabe destacar que el phylum **Heterokontophyta** fue el de mayor abundancia con 15,422 cél/mL (94.3%), seguido de **Charophyta** con 925 cél/mL (5.7%). En menor abundancia, se encontraron **Chlorophyta** con 13 cél/mL (0.1%) y **Euglenophyta** con 1 cél/mL (0.01%), lo cual coincide con estudios realizados previamente en cuencas similares, donde las diatomeas predominan en los ecosistemas acuáticos andinos debido a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales (Santillán-Aredo & Guerrero-Padilla, 2018).

Gráfico 4.2.6-9

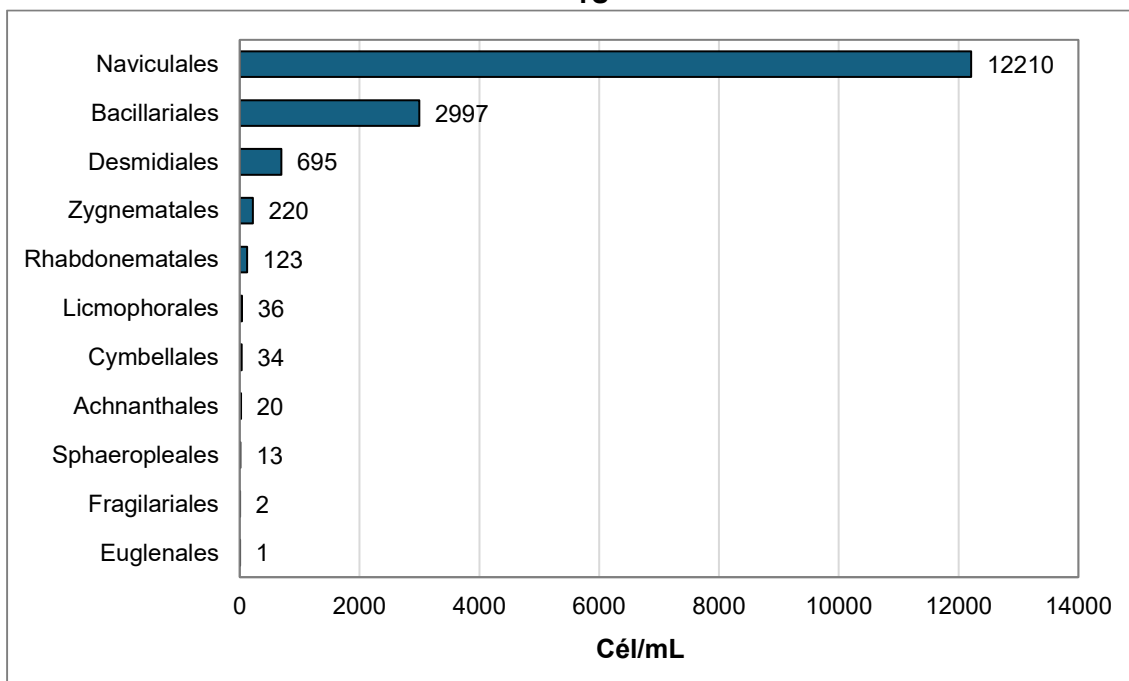
Abundancia total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a los órdenes registrados, se observó que el orden Naviculales (Heterokontophyta) fue el más abundante, con 12,210 cél/mL (74.7%), seguido por Bacillariales (Heterokontophyta) con 2,997 cél/mL (18.3%), Desmidiáles (Charophyta) con 695 cél/mL (4.3%), Zygnematales (Charophyta) con 220 cél/mL (1.4%) y Rhabdonematales (Heterokontophyta) con 123 cél/mL (0.8%). Este patrón, según Rodríguez y Montalván (2018), es característico de sistemas de agua dulce en Perú, donde la alta representación de diatomeas del orden Naviculales está asociada con su eficiencia en la captura de nutrientes en ambientes variables.

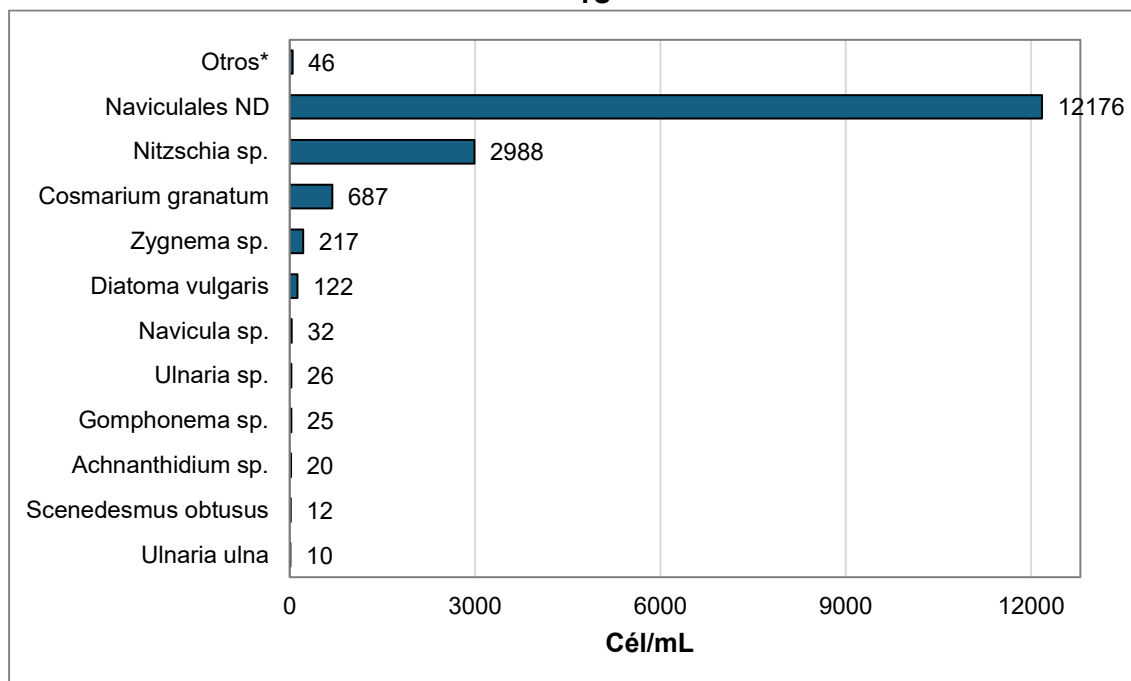
Gráfico 4.2.6-10
Abundancia total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto a las especies, el morfotipo Naviculales ND presentó la mayor abundancia, con 12,176 cél/mL, seguido por *Nitzschia* sp. con 2,988 cél/mL, *Cosmarium granatum* con 687 cél/mL, *Zygnema* sp. con 217 cél/mL y *Diatoma vulgaris* con 122 cél/mL. Las demás especies registraron abundancias inferiores a 50 cél/mL. De acuerdo con Chávez y Zapata (2016), esto refleja un ecosistema dominado por especies resistentes a variaciones de nutrientes y parámetros físico-químicos, como se observa en las zonas costeras del Perú.

Gráfico 4.2.6-11
Abundancia total de las especies registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

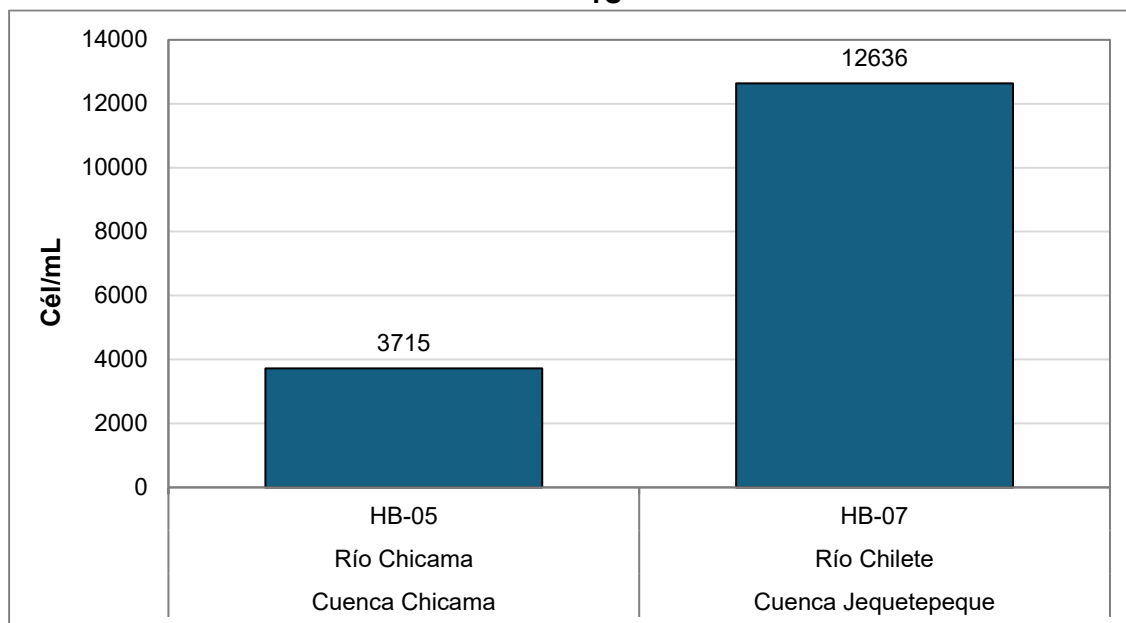


Otros*: Especies que presentaron una abundancia inferior a 12 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de estaciones, es importante resaltar que la estación HB-07, ubicada en el río Chilete de la cuenca Jequetepeque, registró la mayor abundancia con 12,636 células/mL. En cambio, la estación **HB-05**, situada en el río Chicama de la cuenca del mismo nombre, presentó una abundancia de 3,715 células/mL. Estas diferencias pueden explicarse, en parte, por variaciones en las características locales como el caudal y la concentración de sólidos suspendidos, factores que han sido señalados como determinantes en la distribución del fitoplancton en estudios previos (Chávez & Zapata, 2016).

Gráfico 4.2.6-12
Abundancia total de las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

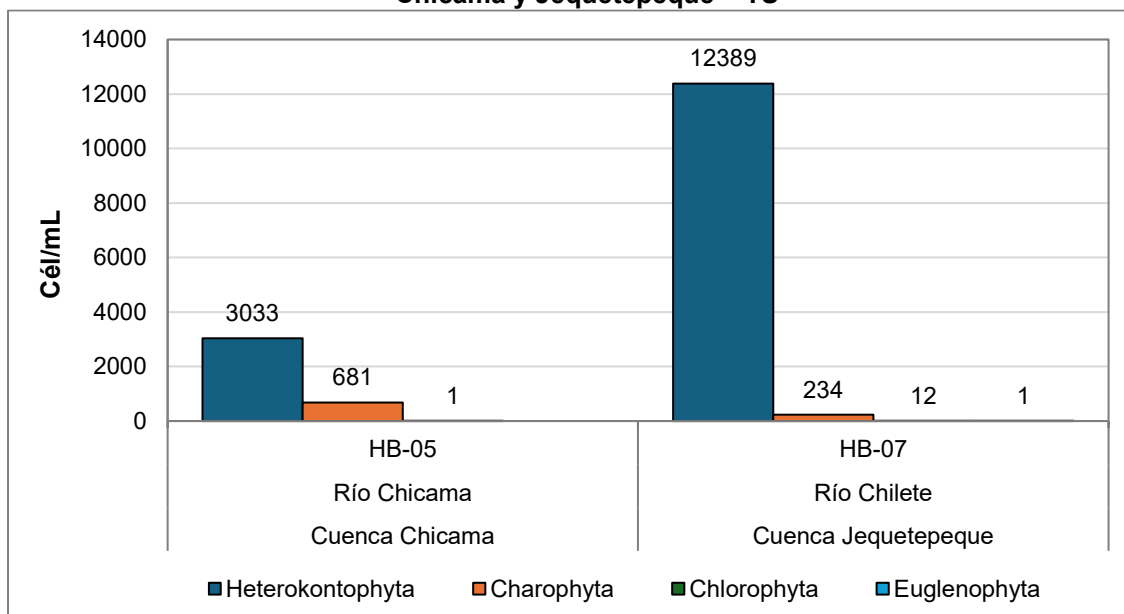


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, al analizar las abundancias de los phyla por estación, se observó que en la estación HB-05 el phylum Heterokontophyta registró la mayor abundancia con 3,033 cél/mL (81.6%), seguido de Charophyta con 681 cél/mL (18.3%) y Chlorophyta con 1 cél/mL (0.03%). De manera similar, en la estación HB-07, el phylum Heterokontophyta lideró con 12,389 cél/mL (98.0%), seguido de Charophyta con 234 cél/mL (1.9%) y, en menor abundancia, Chlorophyta y Euglenophyta, con 12 cél/mL (0.1%) y 1 cél/mL (0.01%), respectivamente.

Estos resultados, según Rodríguez y Montalván (2018), refuerzan el predominio de las diatomeas en ecosistemas peruanos, las cuales son indicadores clave de calidad de agua.

Gráfico 4.2.6-13
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



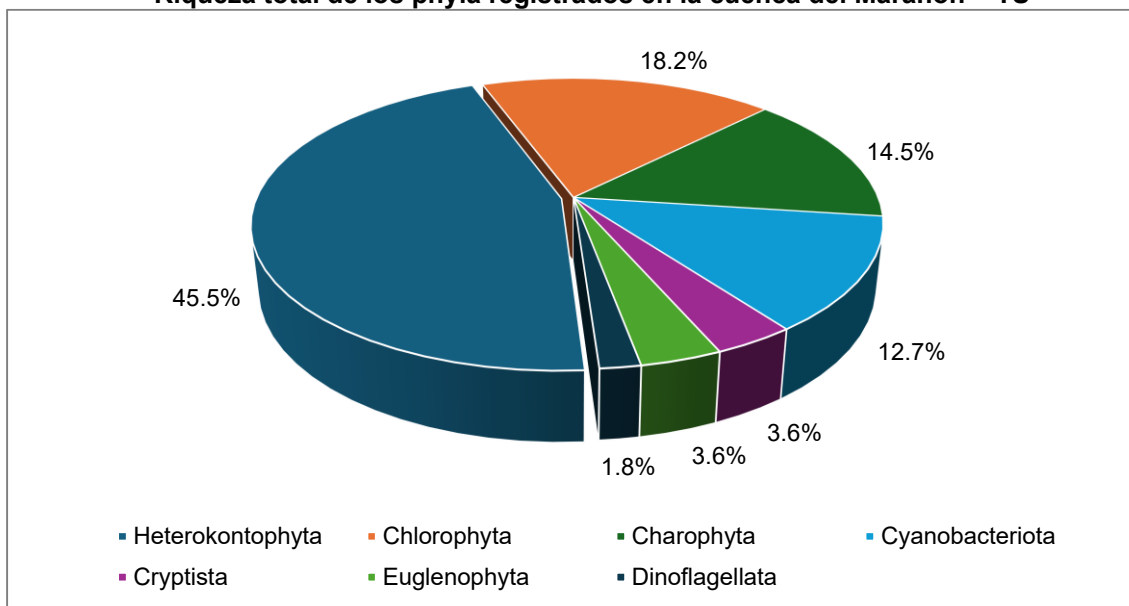
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.2 Cuenca Marañón

4.2.6.4.1.3.1.2.1 Riqueza

En el área de estudio de la cuenca del Marañón, se registraron un total de cincuenta y cinco (55) especies de fitoplancton, distribuidas en cuarenta (40) familias, veintiséis (26) órdenes, once (11) clases y siete (7) phyla. Este resultado, como señalan López et al. (2021), es representativo de la alta diversidad típica en cuerpos de agua de regiones tropicales. De manera similar, Vilchez (2018) resalta que en ecosistemas amazónicos la variedad de phyla suele ser dominada por Heterokontophyta, que en este caso presentó 25 especies (45.5%), seguido por Chlorophyta con 10 especies (18.2%) y Charophyta con 8 especies (14.5%). Por otra parte, de acuerdo con Marañón et al. (2012), Cyanobacteriota, que mostró 7 especies (12.7%), representa un grupo común, aunque menos diverso en este tipo de hábitats. Finalmente, como apuntan Roncal-Rabanal y Flores del Pino (2023), los phyla Cryptista y Euglenophyta tuvieron la menor riqueza, con solo 2 especies (3.6%) cada uno, mientras que Dinoflagellata se destacó con 1 especie (1.8%).

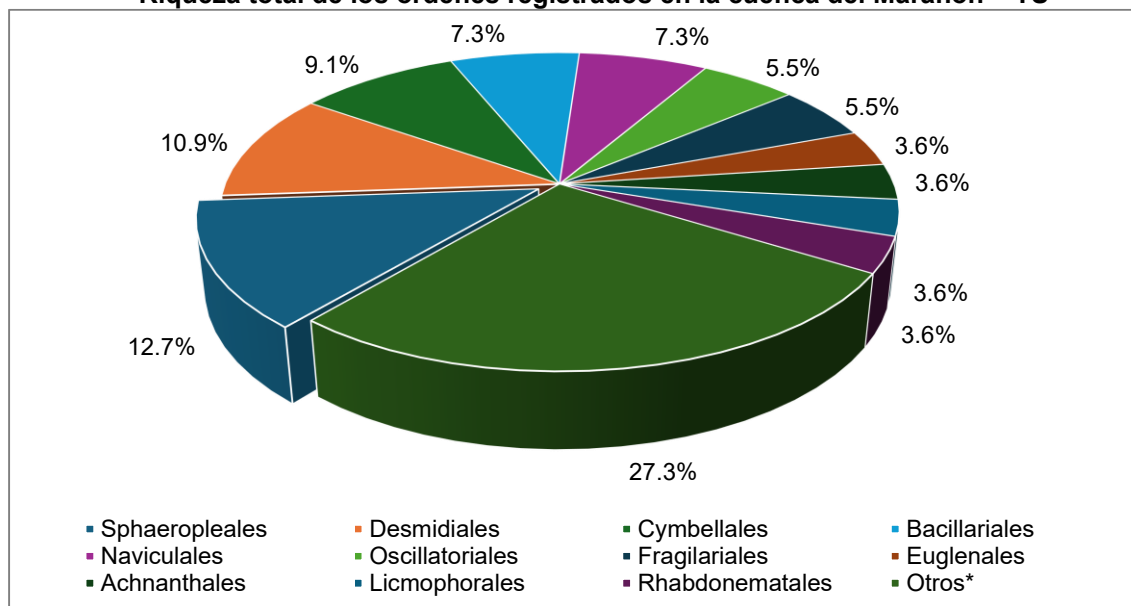
Gráfico 4.2.6-14
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En lo que respecta a los órdenes, se observó una mayor riqueza en Sphaeropleales (Chlorophyta), con 7 especies (12.7%). Este hallazgo es consistente con lo descrito por Gutiérrez-Capacho et al. (2019), quienes destacan a este orden como dominante en sistemas tropicales debido a su capacidad de adaptarse a distintos gradientes ambientales. Asimismo, órdenes como Desmidiaceales (Charophyta), con 6 especies (10.9%), y Cymbellales (Heterokontophyta), con 5 especies (9.1%), reflejan patrones similares a los descritos por Gómez et al. (2020). No obstante, órdenes como Euglenales (Euglenophyta), Achnanthes, Lichophorales y Rhabdonematales, que presentaron solo 2 especies (3.6%) cada uno, son menos comunes, como también lo confirma Miteco (2013). Además, los 15 órdenes con una única especie fueron agrupados bajo la categoría de "Otros", lo cual se alinea con estudios de Flores et al. (2020) sobre la alta especificidad ecológica de algunos grupos.

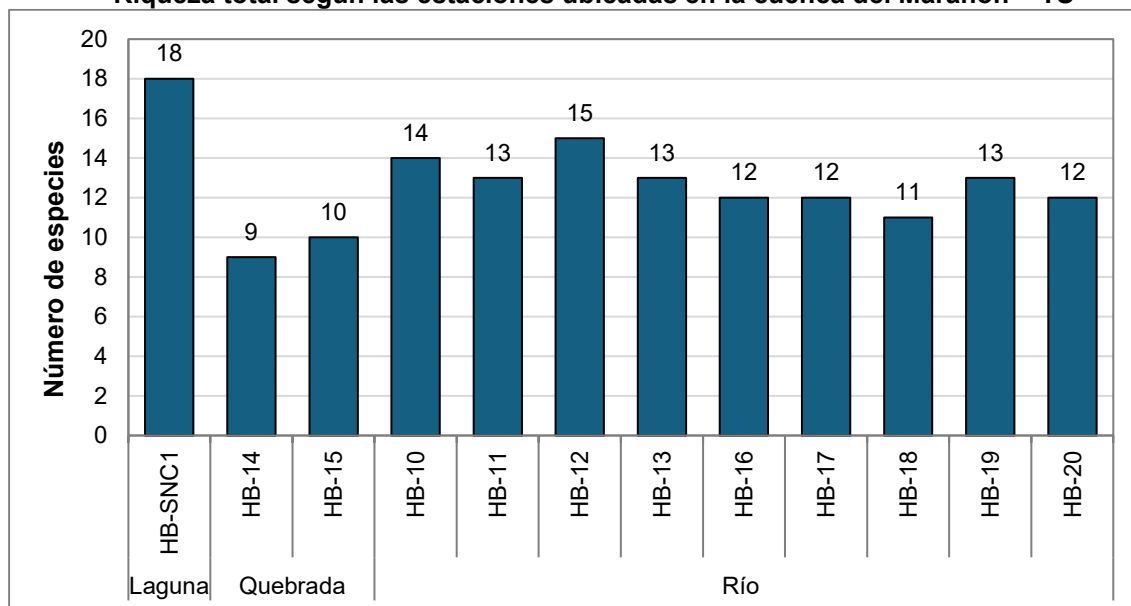
Gráfico 4.2.6-15
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TS



Otros*: Órdenes que presentaron 01 especie.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, al analizar la riqueza de especies en las estaciones de muestreo, se observó que la estación HB-SNC1, correspondiente a una laguna, presentó la mayor riqueza con 18 especies. Este patrón, como afirman Vilchez (2018) y Marañón et al. (2012), es característico de sistemas lagunares donde las condiciones estables favorecen la diversidad. En contraste, las estaciones HB-14 y HB-15, ubicadas en quebradas, registraron las menores riquezas con 9 y 10 especies, respectivamente, lo cual, según Roncal-Rabanal y Flores del Pino (2023), podría atribuirse a factores como la variabilidad del flujo de agua. Además, Gutiérrez-Capacho et al. (2019) señalan que las estaciones en cuerpos de agua con mayor flujo, como ríos (HB-12 con 15 especies y HB-10 con 14 especies), tienden a albergar una diversidad intermedia debido a la mezcla de nutrientes y la dispersión de especies.

Gráfico 4.2.6-16
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS

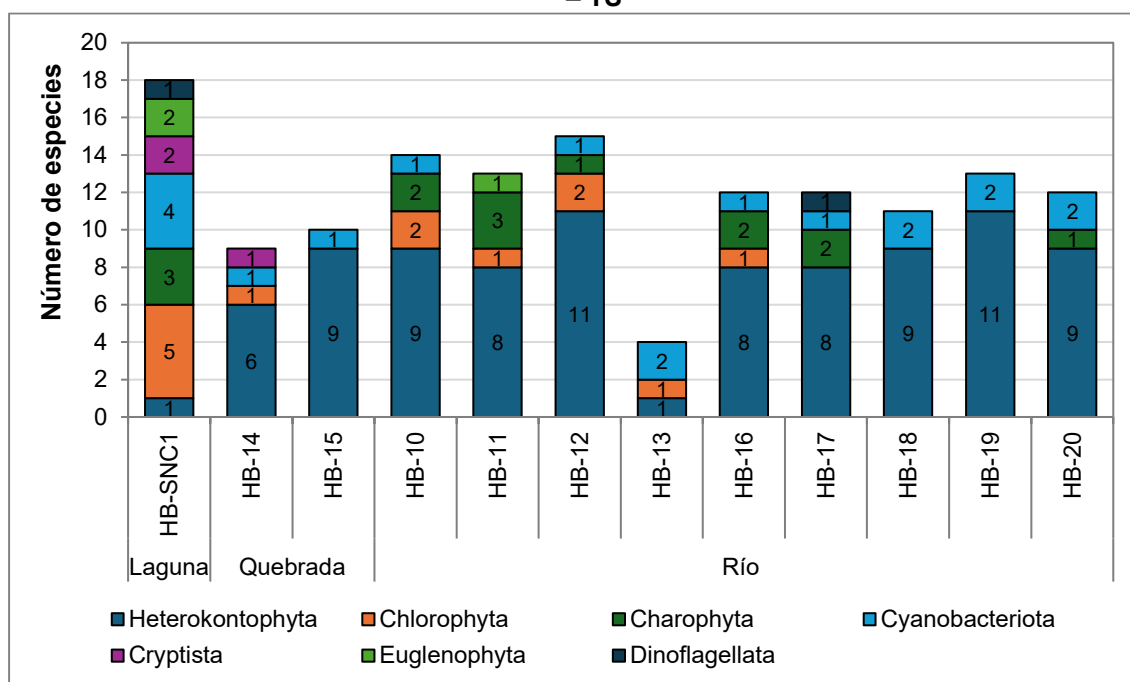


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al análisis por phyla, Heterokontophyta fue el de mayor riqueza, registrando entre 6 especies en la estación HB-14 y 11 especies en las estaciones HB-12 y HB-19. Esto, como indican López et al. (2021), refleja la alta adaptabilidad de este grupo a distintos tipos de hábitats acuáticos. Por otro lado, en la estación HB-SNC1 (laguna), el phylum Chlorophyta destacó con 5 especies, mientras que en la estación HB-13 (río), Cyanobacteriota presentó 2 especies. A pesar de su baja riqueza, Cyanobacteriota, según Ramírez (1982), estuvo presente en casi todas las estaciones debido a su capacidad de tolerar condiciones extremas. Sin embargo, phyla como Cryptista y Euglenophyta mostraron una distribución limitada, lo que concuerda con las observaciones de Miteco (2013) en sistemas similares. Por último, Dinoflagellata se identificó únicamente en las estaciones HB-SNC11 y HB-17, un hecho que Flores et al. (2020) atribuyen a la especificidad ecológica de este grupo.

Gráfico 4.2.6-17

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS



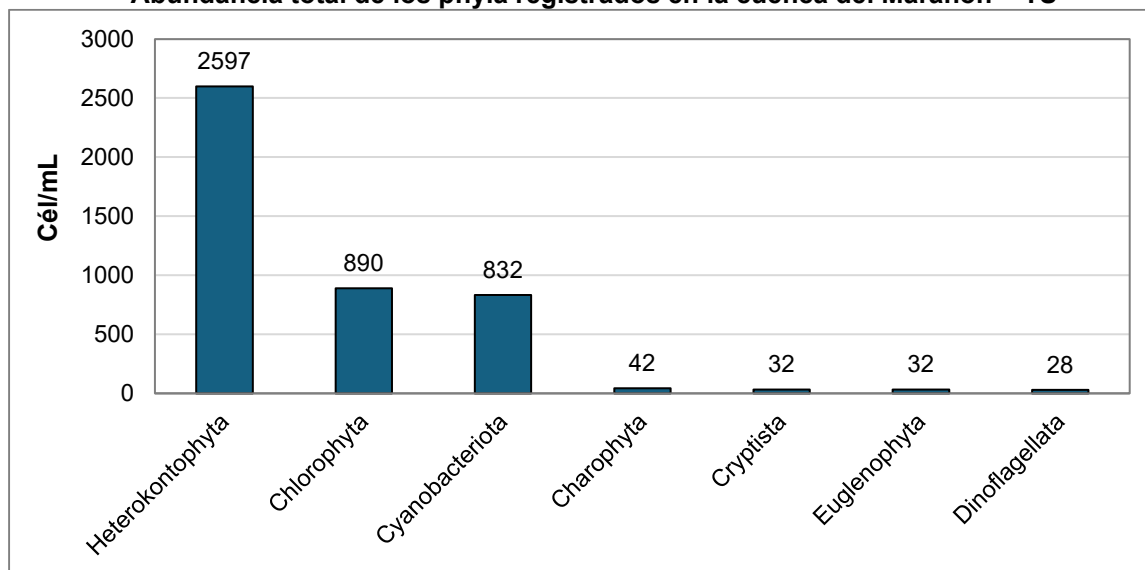
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 12 cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.2.2 Abundancia

En el área de estudio, la cuenca del Marañón registró una abundancia total de 4453 cél/mL. Este dato refleja la alta productividad primaria de la región, probablemente influenciada por factores climáticos y geográficos particulares de la cuenca (Roncal-Rabanal & Flores del Pino, 2023). El phylum Heterokontophyta fue el más dominante, registrando una abundancia de 2597 cél/mL (94.3%), seguido de Chlorophyta con 890 cél/mL (20.0%) y Cyanobacteriota con 832 cél/mL (18.7%). Estos resultados coinciden con investigaciones previas que han documentado el predominio de Heterokontophyta en ecosistemas tropicales debido a su capacidad para adaptarse a variaciones en luz y nutrientes (Marañón et al., 2018; Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016). Por otro lado, los phyla con menor abundancia fueron Charophyta con 42 cél/mL (0.9%), Cryptista y Euglenophyta, con 32 cél/mL (0.7%) cada una, y finalmente, Dinoflagellata, que presentó una abundancia de 28 cél/mL (0.6%). La baja representación de estos grupos puede estar relacionada con condiciones específicas como la turbidez del agua o la limitada disponibilidad de nutrientes específicos (Calvo-Trujillo et al., 2018).

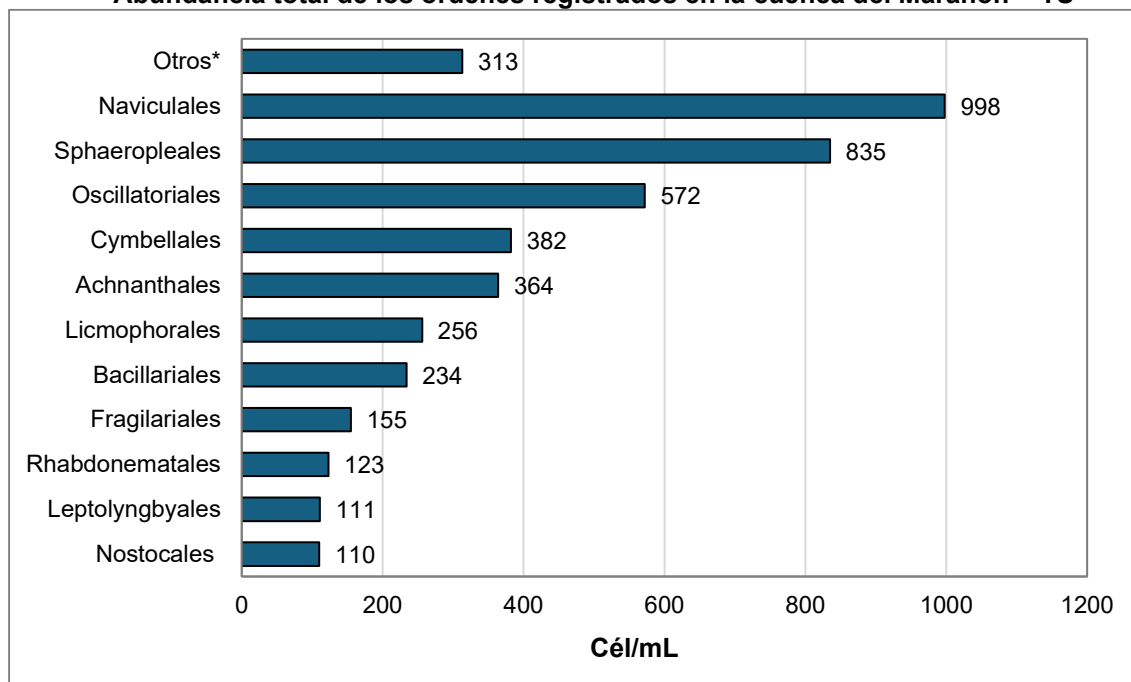
Gráfico 4.2.6-18
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una predominancia significativa del orden Naviculales con 998 cél/mL (22.4%), seguido por Sphaeropleales con 835 cél/mL (18.8%) y Oscillatoriales con 572 cél/mL (12.8%). Estos grupos han sido reconocidos como indicadores de calidad del agua en estudios similares, ya que suelen prosperar en ambientes con características fisicoquímicas favorables (Navarro, 2023; Roncal-Rabanal & Flores del Pino, 2023). Otros órdenes presentaron una abundancia que varió entre 382 cél/mL (para Cymbellales) y 110 cél/mL (para Nostocales). Los órdenes con menor abundancia, aquellos que presentaron valores inferiores a 60 cél/mL, fueron agrupados bajo la categoría de "Otros". Este patrón de distribución sugiere una comunidad fitoplanctónica estructurada, posiblemente influenciada por variaciones estacionales y antropogénicas (Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016).

Gráfico 4.2.6-19
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TS

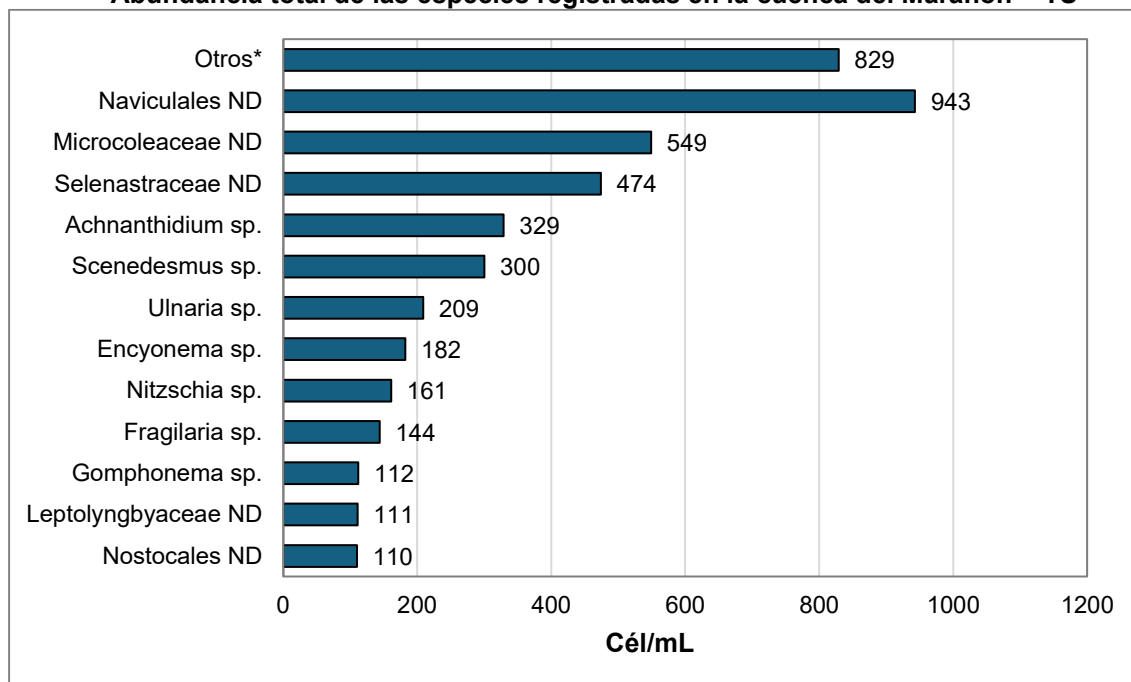


Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 60 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las especies, el morfotipo Naviculares ND registró la mayor abundancia con 943 células/mL, seguido por los morfotipos Microcoleaceae ND con 549 células/mL y Selenastraceae ND con 474 células/mL. Este dominio de Naviculares ND concuerda con estudios que destacan su capacidad para adaptarse a ambientes con alta turbidez y disponibilidad de nutrientes (Calvo-Trujillo et al., 2018; Navarro, 2023). Por otro lado, el morfotipo Nostocales ND presentó la menor abundancia, con solo 110 células/mL. Las especies con abundancias inferiores a 100 células/mL fueron clasificadas en la categoría "Otros".

Gráfico 4.2.6-20
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Marañón – TS

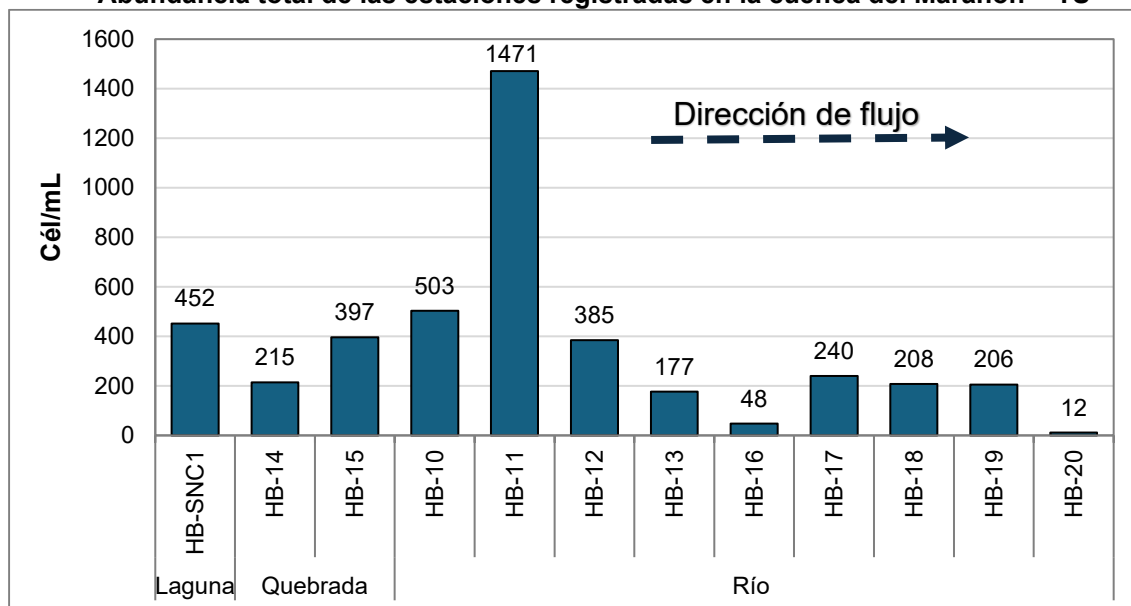


Otros*: Especies que presentaron una abundancia inferior a 100 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas de la cuenca del Marañón, se observó que la estación HB-11 (río) presentó la mayor abundancia, con 1471 células/mL, seguida por HB-10 (río) con 503 células/mL. En contraste, las estaciones HB-20 (río) y HB-16 (río) registraron las menores abundancias, con 12 células/mL y 48 células/mL, respectivamente. Este patrón espacial podría estar relacionado con diferencias en el flujo hídrico, carga de nutrientes y presencia de sólidos suspendidos, factores que suelen afectar la composición del fitoplancton (Marañón et al., 2018; Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016).

Gráfico 4.2.6-21
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TS

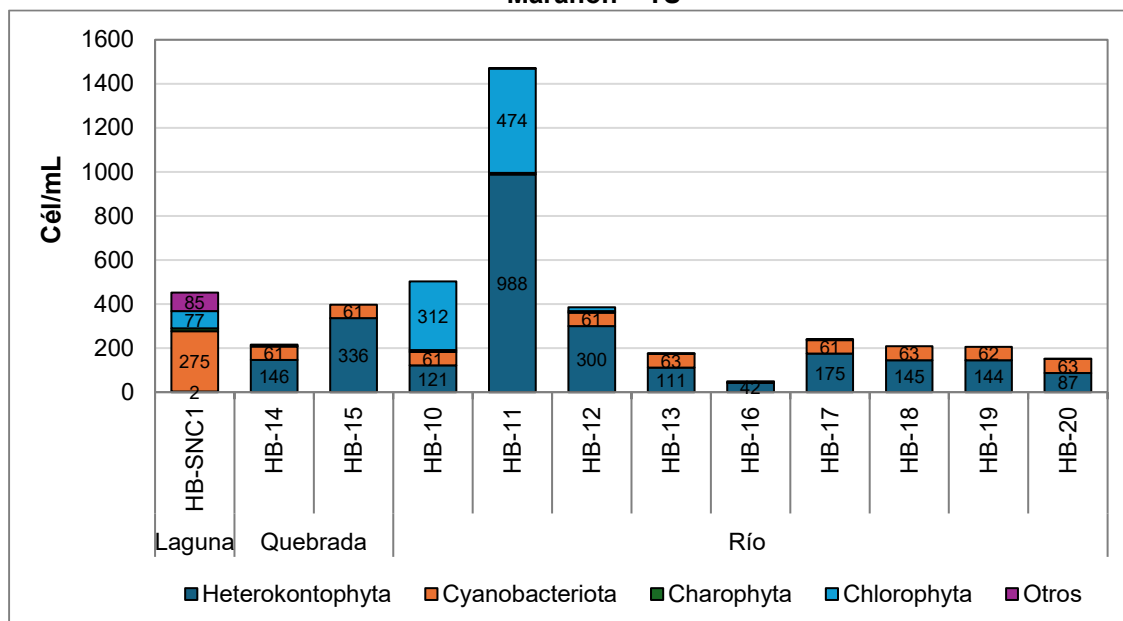


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados, el phylum Heterokontophyta predominó en todas las estaciones, con la excepción de HB-SNC1. La abundancia de este phylum osciló entre 42 cél/mL (HB-16) y 988 cél/mL (HB-11). Por otro lado, el phylum Cyanobacteriota fue el segundo en términos de abundancia, destacándose especialmente en la estación HB-SNC1 con 275 cél/mL. En las demás estaciones, la abundancia de Cyanobacteriota fluctuó entre 1 cél/mL (HB-16) y 63 cél/mL (HB-13, HB-18 y HB-20). La presencia destacada de Cyanobacteriota en HB-SNC1 podría estar asociada a condiciones específicas como la temperatura y la disponibilidad de luz, características que favorecen el desarrollo de cianobacterias en ambientes acuáticos (Marañón et al., 2018; Navarro, 2023). Las demás phyla registraron abundancias muy bajas, por lo que no se presentan en el gráfico; no obstante, se puede consultar los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-22

Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañón – TS



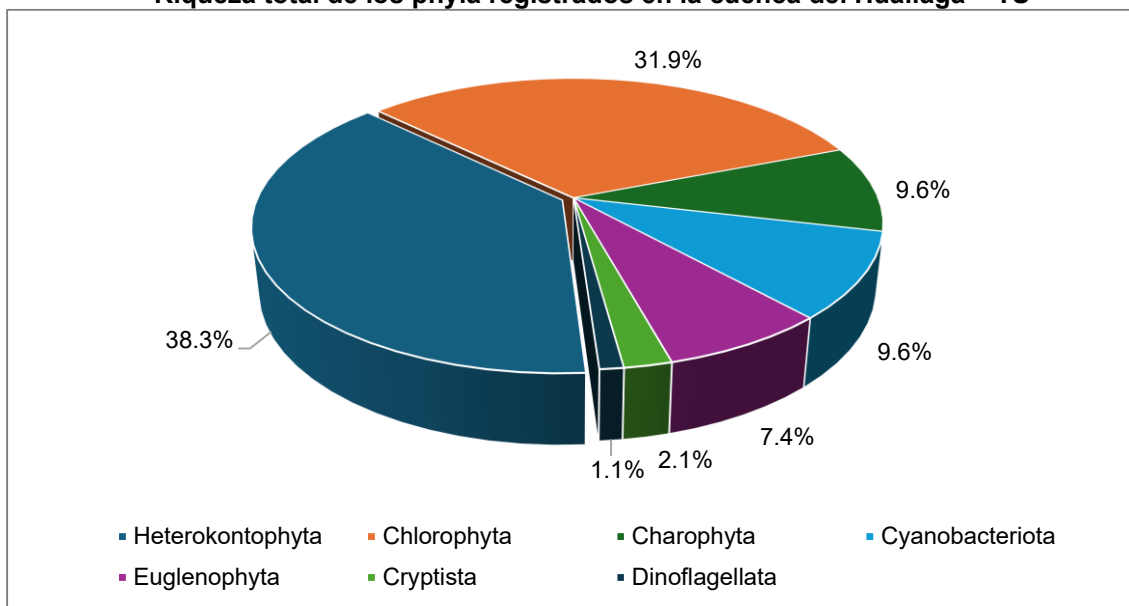
Otros*: Agrupados los phyla con menores abundancia como Cryptista, Euglenophyta y Dinoflagellata
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.1.3.1.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga, se registró un total de 94 especies de fitoplancton, distribuidas en 50 familias, 28 órdenes, 10 clases y 7 phyla. Según Tapia-Ugaz y Yucra-Pedregal (2018), el phylum con mayor riqueza reportada fue Heterokontophyta, con 36 especies (38.3%), seguido de Chlorophyta con 30 especies (31.9%). Por otro lado, Charophyta y Cyanobacteriota presentaron 9 especies cada uno (9.6%), mientras que Euglenophyta alcanzó 7 especies (7.4%), Cryptista 2 especies (2.1%) y Dinoflagellata solo 1 especie (1.1%).

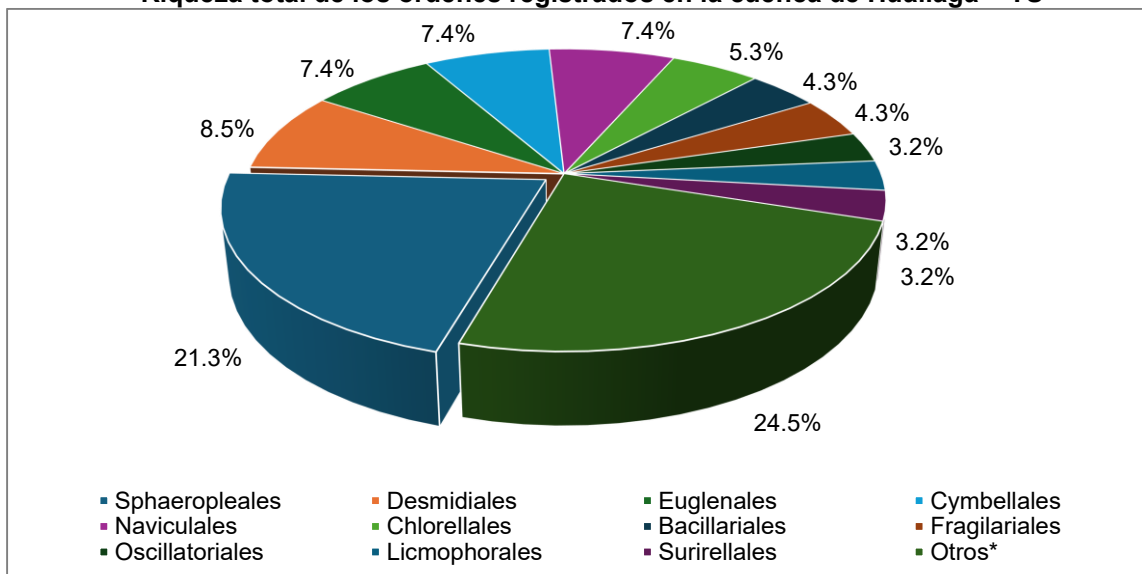
Gráfico 4.2.6-23
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, se destaca que Sphaeropleales (Chlorophyta) presentó la mayor riqueza a nivel de órdenes con 20 especies (21.3%), seguido de Desmidiáles (Charophyta) con 8 especies (8.5%). Además, Euglenales (Euglenophyta), Cymbellales y Naviculales (Heterokontophyta) registraron 7 especies cada uno (7.4%). Sin embargo, los órdenes con menor riqueza incluyeron Oscillatoriales (Cyanobacteriota), Licmophorales y Surirellales (Heterokontophyta), que presentaron solo 3 especies cada uno (3.2%) (Ortega, et al., 2007).

Gráfico 4.2.6-24
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca de Huallaga – TS



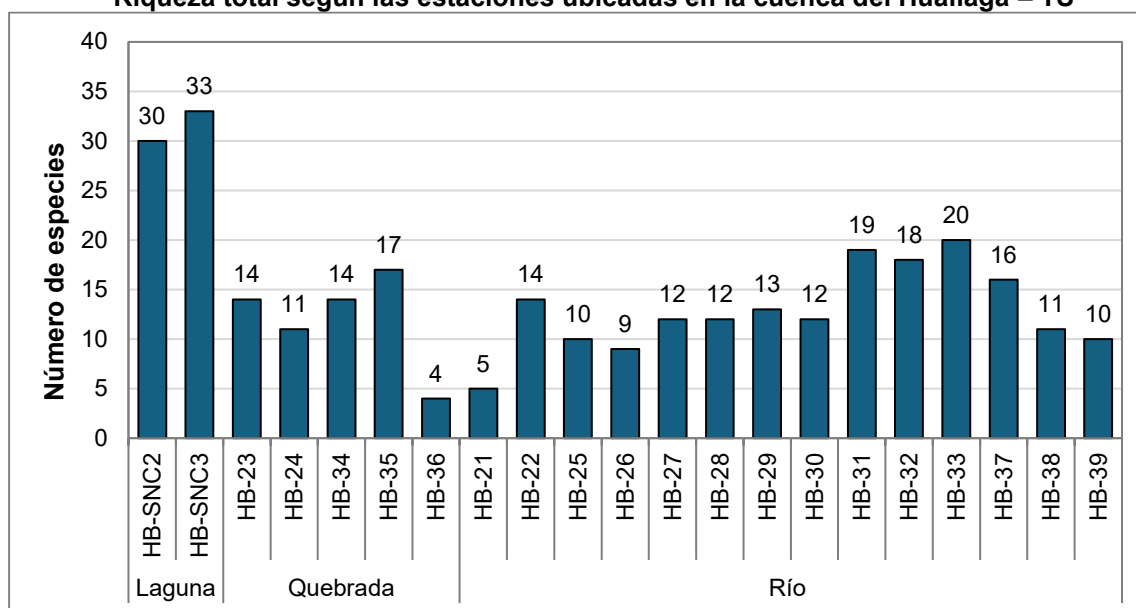
Otros*: Especies que presentaron 02 o 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, se destaca que Sphaeropleales (Chlorophyta) presentó la mayor riqueza a nivel de órdenes con 20 especies (21.3%), seguido de Desmidiáles (Charophyta) con 8 especies (8.5%). Además, Euglenales (Euglenophyta), Cymbellales y Naviculales (Heterokontophyta) registraron 7 especies cada uno (7.4%). Sin embargo, los órdenes con menor riqueza incluyeron Oscillatoriales (Cyanobacteriota), Licmophorales y Surirellales (Heterokontophyta), que presentaron solo 3 especies cada uno (3.2%) (Ortega, et al., 2007).

En cuanto a las estaciones de muestreo, se observó que HB-SNC3 y HB-SNC2, ambas correspondientes a lagunas, presentaron la mayor riqueza con 33 y 30 especies, respectivamente. De acuerdo con Tapia-Ugaz y Yucra-Pedregal (2018), estas lagunas albergan comunidades de fitoplancton más diversas debido a la estabilidad de las condiciones ambientales en comparación con los cuerpos de agua con mayor flujo. Las estaciones HB-33 y HB-31, correspondientes a ríos, registraron 20 y 19 especies, respectivamente, mientras que HB-36 (quebrada) y HB-21 (río) presentaron las menores riquezas, con 4 y 5 especies, respectivamente.

Gráfico 4.2.6-25
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

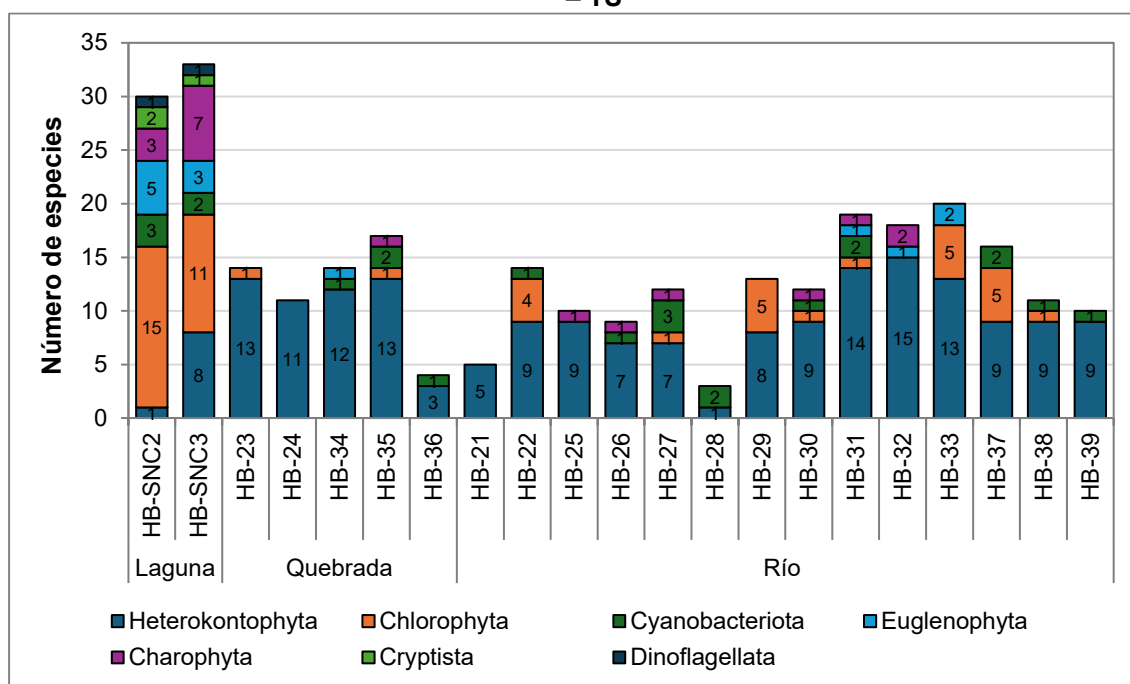


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En términos de riqueza por phyla en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se encontró que Heterokontophyta predominó en todas las estaciones, con valores que oscilaron entre 3 especies (HB-36) y 15 especies (HB-32). Según Ortega et al. (2007), Chlorophyta estuvo presente en 12 estaciones, destacando las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 con 15 y 11 especies, respectivamente. Por otro lado, Cyanobacteriota se encontró en 14 estaciones, con una riqueza que varió entre 1 y 3 especies. Finalmente, Charophyta apareció en 9 estaciones, siendo la laguna HB-SNC3 la de mayor riqueza, mientras que Euglenophyta, Cryptista y Dinoflagellata se registraron en pocas estaciones (Tapia-Ugaz & Yucra-Pedregal, 2018).

Gráfico 4.2.6-26

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

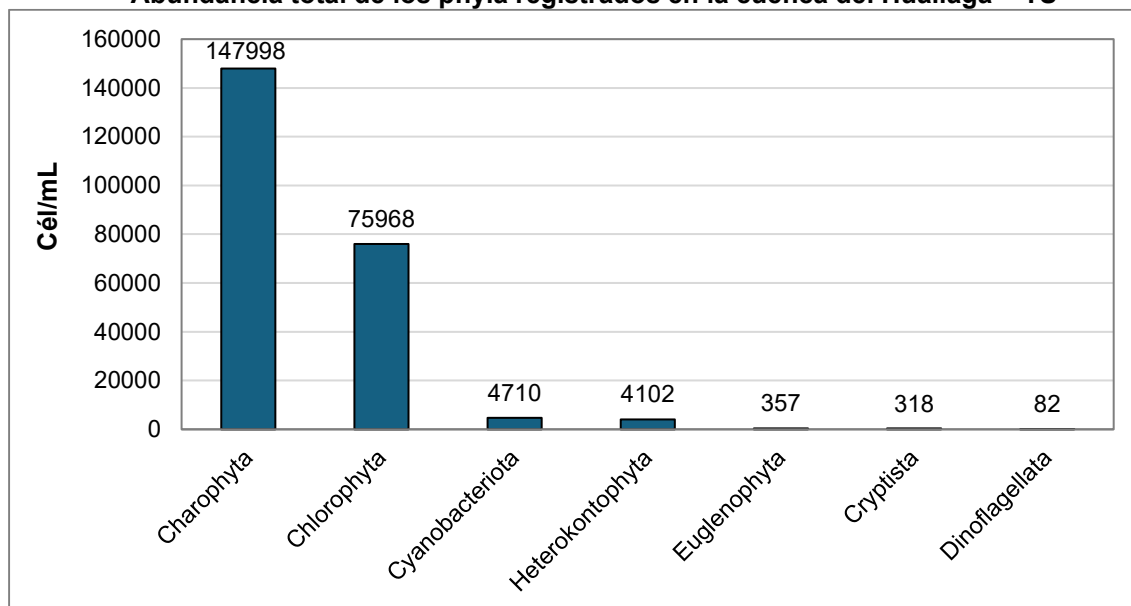


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 233,535 cél/mL. El phylum con mayor abundancia fue Charophyta, con 147,998 cél/mL (63.4%), seguido de Chlorophyta con 75,968 cél/mL (32.5%) y Cyanobacteriota con 4,710 cél/mL (2.0%). Estos datos son consistentes con estudios previos que señalan la predominancia de Charophyta y Chlorophyta en ecosistemas acuáticos similares (Martínez-Cuesta & Mosquera-Murillo, 2022). Por otro lado, los phyla con menores abundancias fueron Heterokontophyta con 4,102 cél/mL (1.8%), Euglenophyta con 357 cél/mL (0.7%), Cryptista con 318 cél/mL (0.1%) y Dinoflagellata con 82 cél/mL (0.04%). La baja presencia de estos grupos también ha sido documentada en investigaciones sobre comunidades fitoplanctónicas en cuerpos de agua dulce (Tapia-Ugaz & Yucra-Pedroza, 2018).

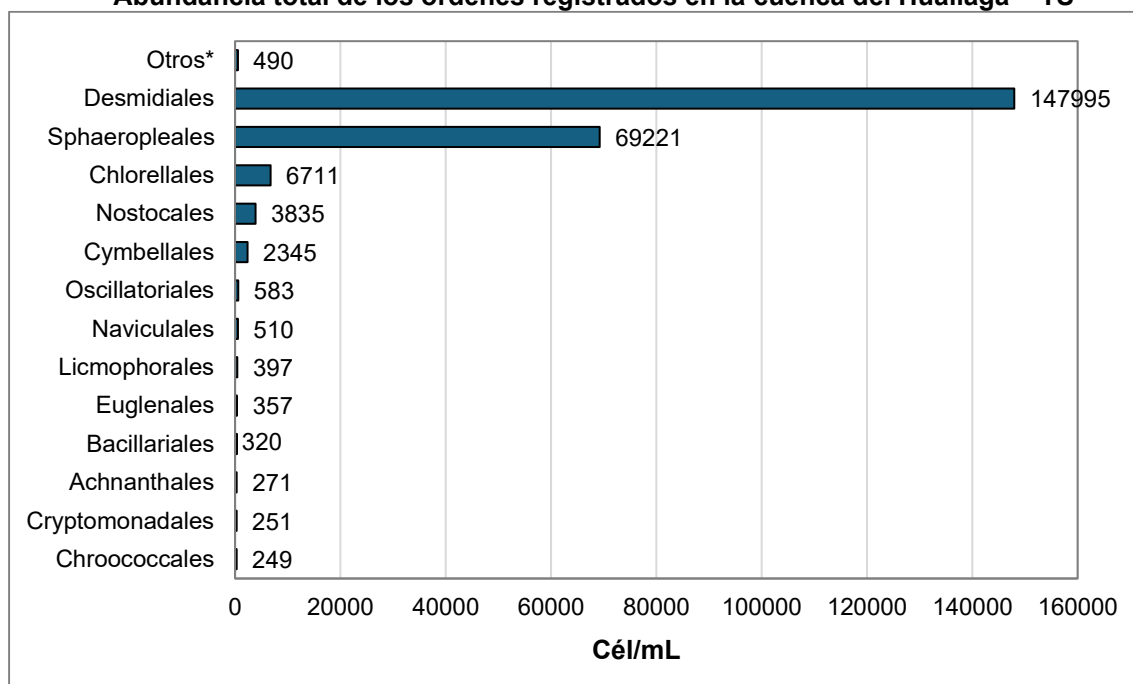
Gráfico 4.2.6-27
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una mayor presencia de Desmidiáles con 147,995 cél/mL (63.4%), seguido de Sphaeropleales con 69,221 cél/mL (29.6%) y Chlorellales con 6,711 cél/mL (2.9%). Estos hallazgos coinciden con estudios que reportan la dominancia de Desmidiáles en ambientes acuáticos similares (Gutiérrez & Machado-Allison, 2000). Los demás órdenes presentaron abundancias que oscilaron entre 3,835 cél/mL (Nostocales) y 249 cél/mL (Chroococcales). Los órdenes con menores abundancias, es decir, aquellos con menos de 249 cél/mL, se agruparon en la categoría de "Otros".

Gráfico 4.2.6-28
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TS

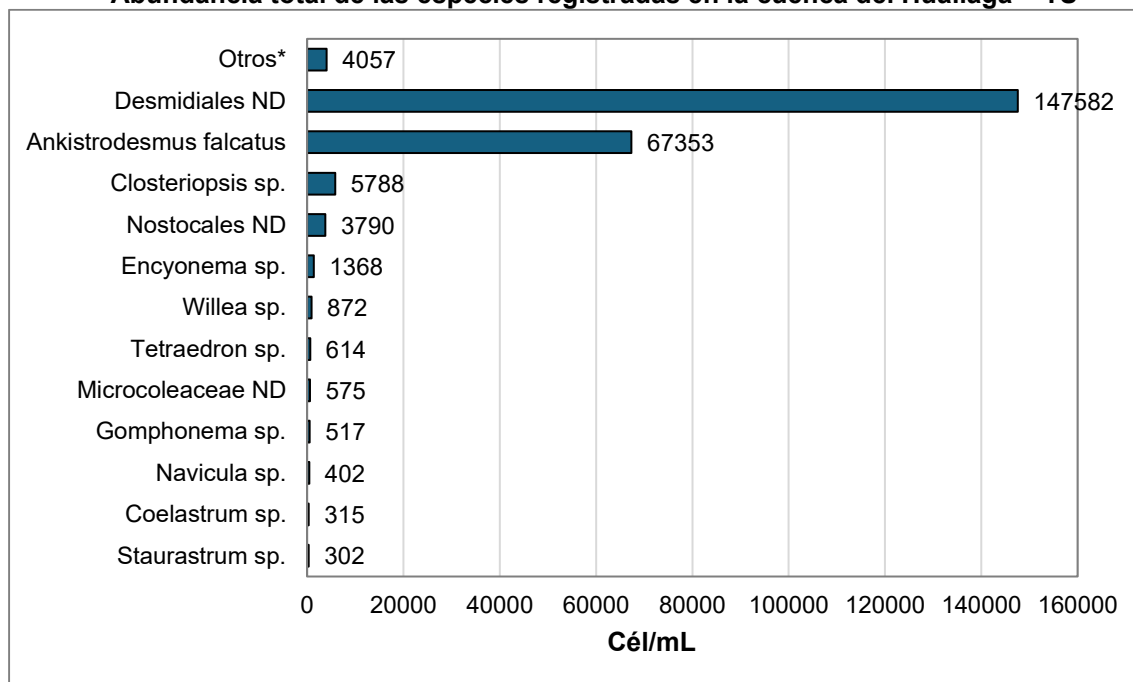


Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 249 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de especies registradas en la cuenca, el morfotipo Desmidiaceae ND presentó 147,582 células/mL, siendo el de mayor abundancia, seguido de *Ankistrodesmus falcatus* con 67,353 células/mL y *Closteriopsis* sp. con 5,788 células/mL. La predominancia de Desmidiaceae ND es consistente con observaciones en otros estudios de fitoplancton en la región (Rojas Báez & Tello, 2022). En contraste, la especie de menor abundancia fue *Staurastrum* sp. con 302 células/mL, y aquellas especies agrupadas en la categoría "Otros" debido a que presentaron menos de 302 células/mL.

Gráfico 4.2.6-29
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Huallaga – TS

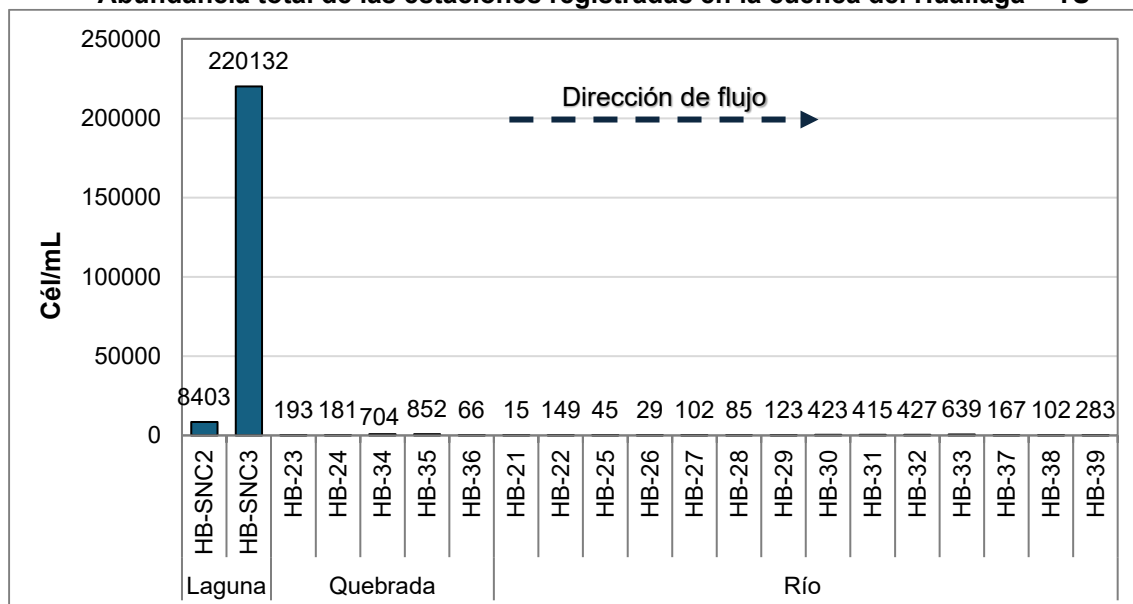


Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 302 cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de la cuenca del Huallaga, las ubicadas en la laguna, como HB-SNC3 y HB-SNC2, mostraron las mayores abundancias con 220,132 cél/mL y 8,403 cél/mL, respectivamente. Por otro lado, las estaciones con menores abundancias fueron HB-21 (río) con 15 cél/mL y HB-26 con 29 cél/mL. Estas variaciones en la distribución espacial del fitoplancton pueden estar influenciadas por factores ambientales locales, como la disponibilidad de nutrientes y las condiciones hidrológicas (Cartajena Alcántara, Carmona Jiménez, & Perona Úrizar, 2020).

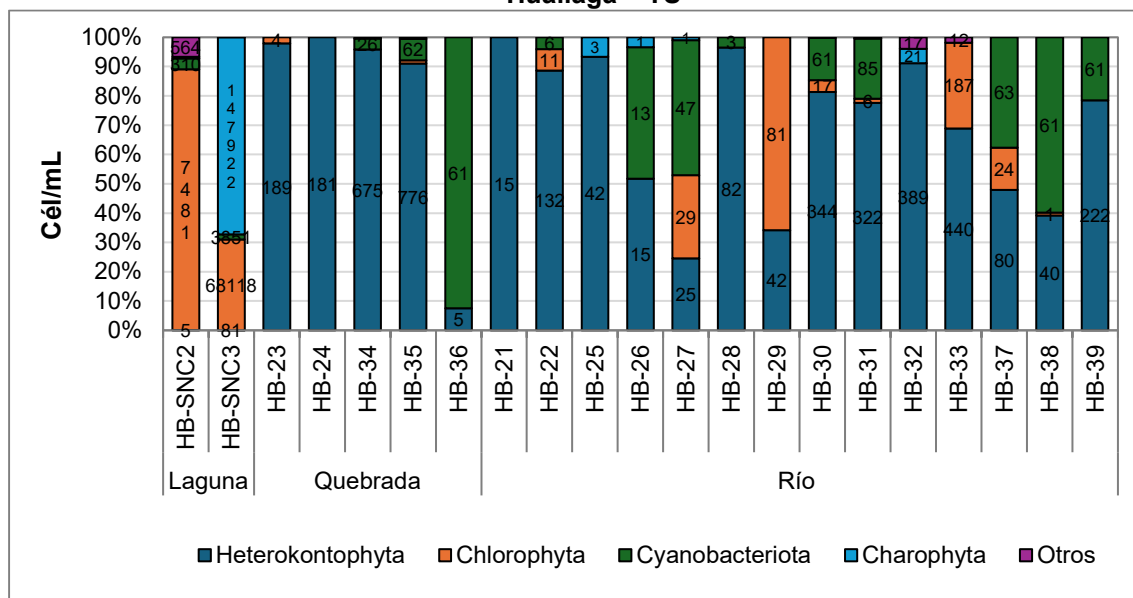
Gráfico 4.2.6-30
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó que, aunque Charophyta no estuvo presente en varias estaciones, alcanzó una abundancia muy alta en la estación HB-SNC3 con 147,922 cél/mL. Esto alteró significativamente los valores generales, dificultando la representación de los phyla con bajas abundancias en el gráfico. Por otro lado, Heterokontophyta estuvo presente en todas las estaciones, con abundancias bajas que oscilaron entre 5 cél/mL (HB-SNC2 y HB-36) y 776 cél/mL (HB-35). Chlorophyta destacó principalmente en HB-SNC3 con 68,118 cél/mL y en HB-SNC2 con 7,481 cél/mL. Cyanobacteriota registró 3,851 cél/mL en HB-SNC3. La presencia de Cyanobacteriota, aunque en bajas concentraciones, es relevante debido a su potencial producción de toxinas que pueden afectar la calidad del agua y la salud pública (Albrecht Encina & Albrecht Encina, 2020). Los demás phyla presentaron abundancias insignificantes y, por ello, no se expresaron en el gráfico principal; sin embargo, los detalles completos pueden consultarse en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-31
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



Otros*: Agrupados los phyla con menores abundancia como Cryptista, Euglenophyta y Dinoflagellata
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

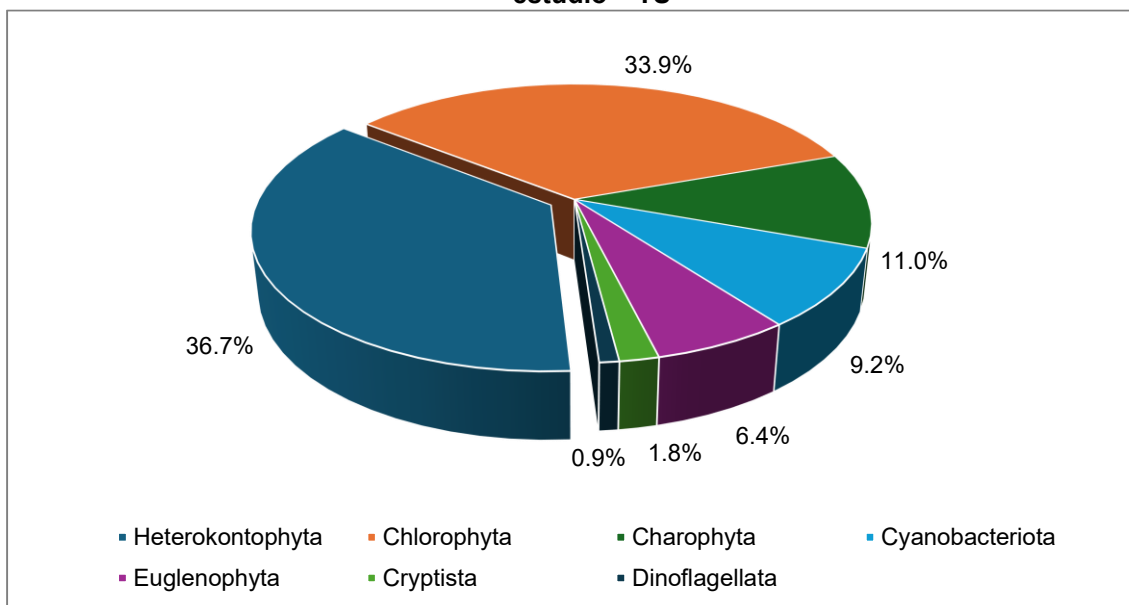
4.2.6.4.1.3.1.4 Cuencas totales

4.2.6.4.1.3.1.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicada en las cuencas de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga, se registró un total de 110 especies de fitoplancton, distribuidas en 57 familias, 32 órdenes, 12 clases y 7 phyla. El phylum con mayor riqueza fue Heterokontophyta, con 40 especies (36.7%), seguido de Chlorophyta con 37 especies (33.9%), Charophyta con 12 especies (11.0%) y Cyanobacteriota con 10 especies (9.2%). Con menor riqueza se encontraron Euglenophyta con 7 especies (6.4%), Cryptista con 2 especies (1.8%) y Dinoflagellata con 1 especie (0.9%). Estos resultados son consistentes con estudios previos que han documentado una alta diversidad de fitoplancton en cuerpos de agua peruanos, destacando la predominancia de Bacillariophyta y Chlorophyta en diversas lagunas altoandinas (Cáceres García, 2024; De León & Chalar, 2003).

Gráfico 4.2.6-32

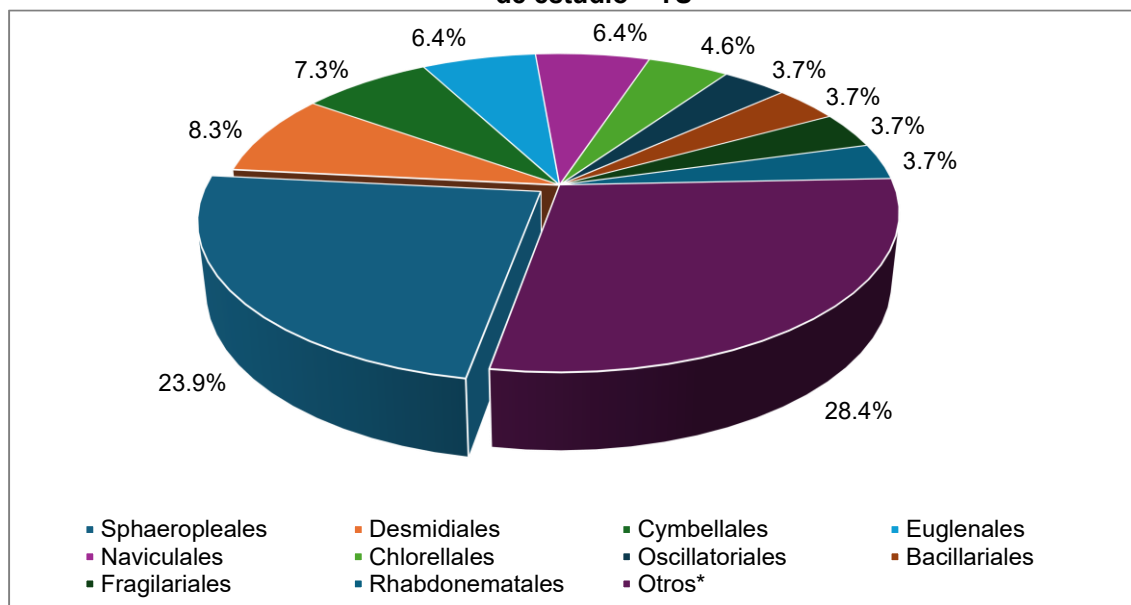
Riqueza total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a los órdenes registrados, Sphaeropleales presentó la mayor riqueza con 26 especies (23.9%), seguido de Desmidiaceales con 9 especies (8.3%), Cymbellales con 8 especies (7.3%) y tanto Euglenales como Naviculales con 7 especies cada uno (6.4%). Por el contrario, los órdenes con menor riqueza fueron Oscillatoriales, Bacillariales, Fragilariaceales y Rhabdonematales, con 4 especies (3.7%) cada uno, mientras que otros órdenes presentaron entre 1 y 2 especies. Este patrón de distribución es similar al observado en otros estudios, donde Sphaeropleales y Desmidiaceales suelen ser dominantes en ambientes acuáticos de la región (Martínez, Contreras, & Vila, 2003; Talling & Lemoalle, 1998).

Gráfico 4.2.6-33
Riqueza total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS

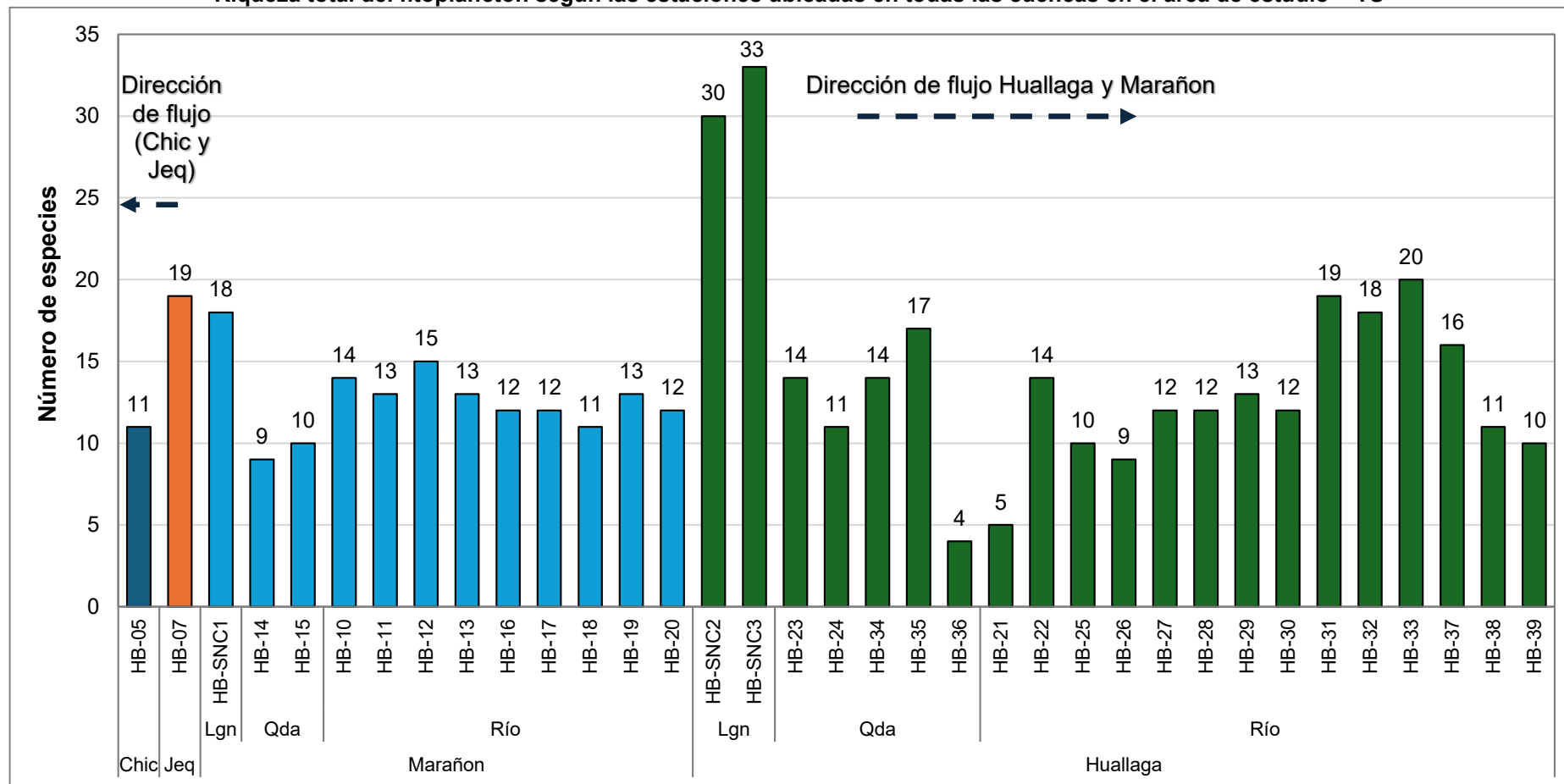


Otros*: Especies que presentaron 2 o 1 especies
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas, las lagunas HB-SNC3 y HB-SNC2, ubicadas en la cuenca del Huallaga, registraron la mayor riqueza con 33 y 30 especies respectivamente. Les siguieron las estaciones HB-33 con 20 especies y HB-31 con 19 especies, ambas también en la cuenca Huallaga, así como HB-07 en la cuenca Jequetepeque, que presentó 19 especies en un cuerpo de agua con mayor flujo, como un río. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza se encontraron en la cuenca Huallaga: la quebrada HB-36 registró solo 4 especies y el río HB-21 presentó 5 especies. La variabilidad en la riqueza de especies entre estaciones puede estar influenciada por factores ambientales locales, como la disponibilidad de nutrientes y las condiciones hidrológicas (Reynolds, 2006).

Gráfico 4.2.6-34

Riqueza total del fitoplancton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TS



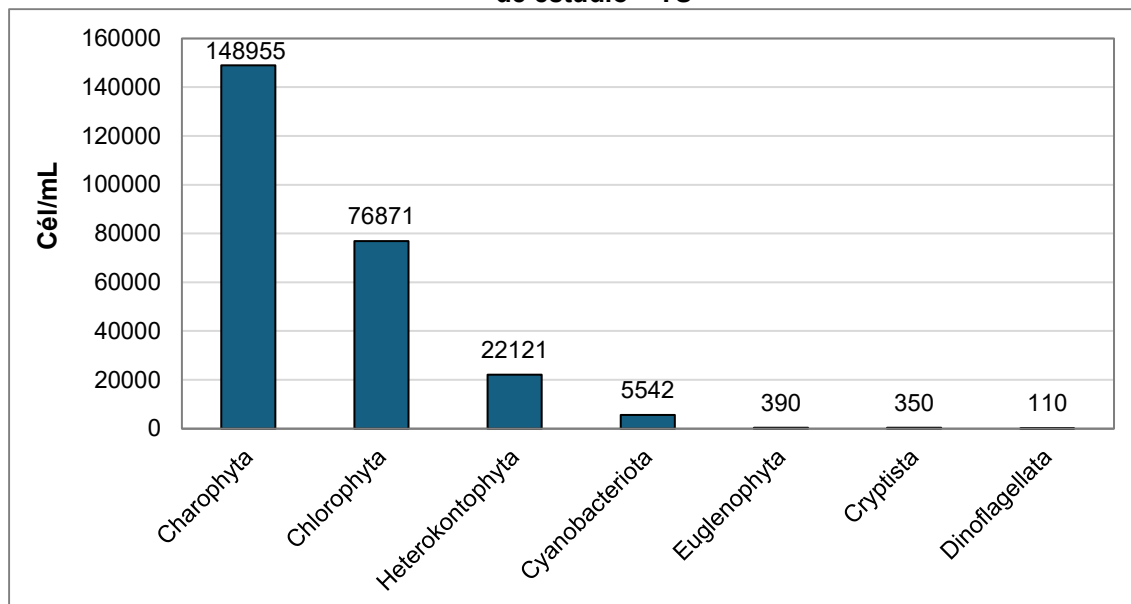
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.4.2 Abundancia

En términos de abundancia, se registraron 254,339 células por mililitro (cél/mL) en el área de estudio. El phylum Charophyta fue el más abundante con 148,955 cél/mL (58.6%), seguido de Chlorophyta con 76,871 cél/mL (30.2%) y Heterokontophyta con 22,121 cél/mL (8.7%). Con menores abundancias se encontraron Cyanobacteriota con 5,542 cél/mL (2.2%), Euglenophyta con 390 cél/mL (0.2%), Cryptista con 350 cél/mL (0.1%) y Dinoflagellata con 110 cél/mL (0.04%). Estos datos reflejan una composición fitoplanctónica similar a la reportada en otros cuerpos de agua de la región, donde Charophyta y Chlorophyta suelen ser los grupos más abundantes (Calvo-Trujillo et al., 2018; Talling & Lemoalle, 1998).

Gráfico 4.2.6-35

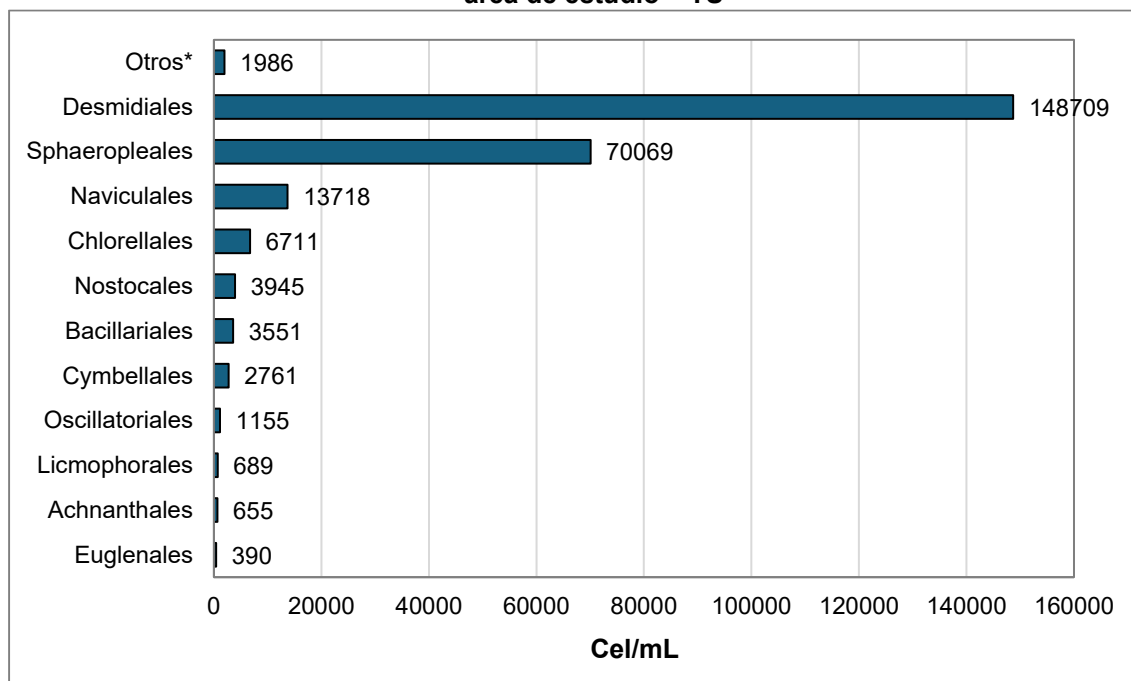
Abundancia total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la evaluación de la abundancia de los órdenes fitoplanctónicos registrados en el área de estudio, se observó que el orden Desmidiaceales presentó la mayor abundancia con 148,709 cél/mL, representando el 58.5% del total registrado. Este patrón puede deberse a las condiciones ambientales predominantes en el área, como la calidad del agua, disponibilidad de nutrientes y características específicas de los hábitats estudiados (Reynolds, 2006). En segundo lugar, el orden Sphaeropleales mostró una abundancia significativa de 70,069 cél/mL (27.5%), seguido del orden Naviculales, con 13,718 cél/mL (5.4%). Los demás órdenes, como Chlorellales (6,711 cél/mL) y Euglenales (390 cél/mL), presentaron menores abundancias, lo que podría estar relacionado con su menor adaptabilidad a las condiciones presentes o una competencia limitada por recursos (Kalff, 2002). Adicionalmente, los órdenes con abundancias inferiores a 390 cél/mL fueron clasificados en la categoría de “Otros” para simplificar su análisis.

Gráfico 4.2.6-36
Abundancia total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



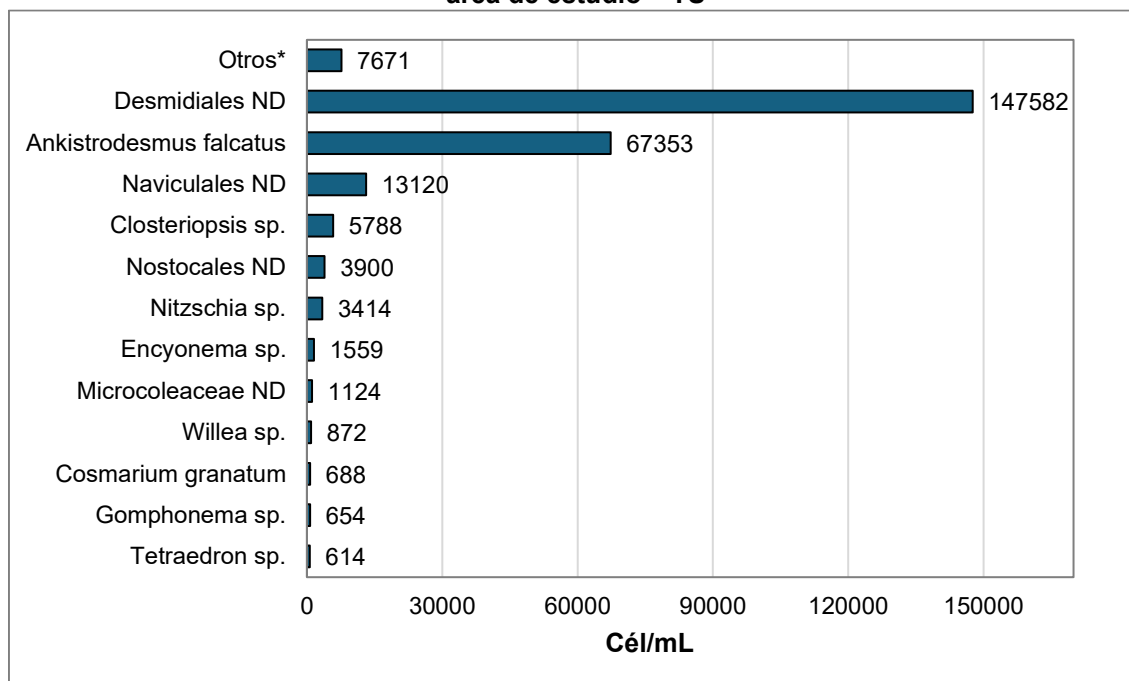
Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 390 cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de especies, el morfotipo Desmidiáles ND destacó por su alta abundancia con 147,582 cél/mL, representando la especie dominante en el área de estudio. Esto podría estar relacionado con su capacidad de proliferar en ambientes ricos en nutrientes o en condiciones específicas de luz y temperatura (Litchman & Klausmeier, 2008). Le siguió la especie *Ankistrodesmus falcatus* con 67,353 cél/mL, mientras que el morfotipo Naviculales registró 13,120 cél/mL. En el extremo opuesto, especies como *Tetraedron* sp. presentaron la menor abundancia con 614 cél/mL, mientras que otras especies con valores inferiores fueron agrupadas en la categoría de “Otros” por motivos analíticos.

Gráfico 4.2.6-37

Abundancia total de las especies de fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



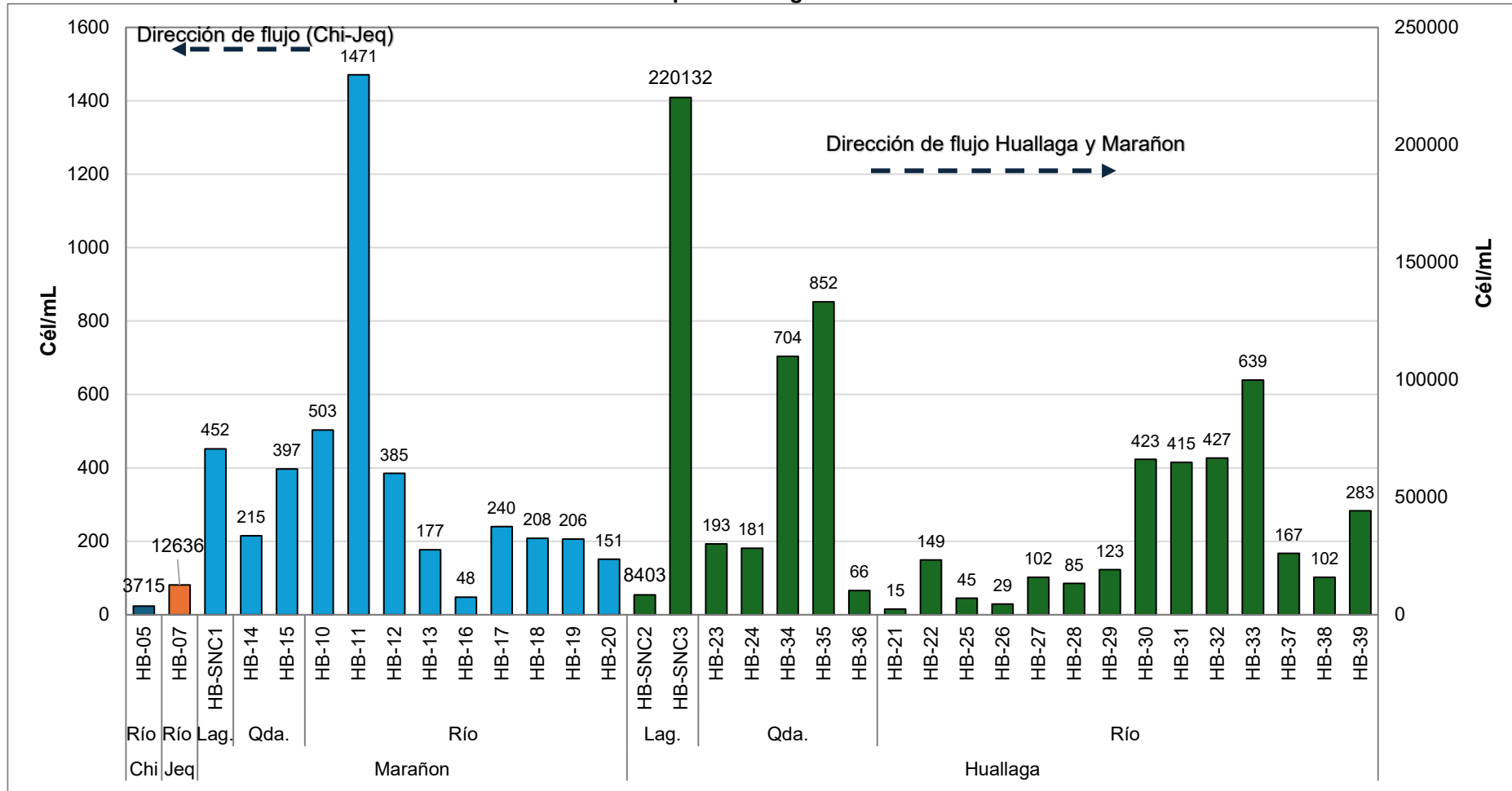
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 614 cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las estaciones estudiadas en las diferentes cuencas, las estaciones ubicadas en lagunas mostraron las mayores abundancias. Por ejemplo, las estaciones HB-SNC3 y HB-SNC2, ubicadas en la cuenca del Huallaga, alcanzaron abundancias de 220,132 cél/mL y 8,403 cél/mL respectivamente. Estas elevadas abundancias pueden estar relacionadas con las condiciones lacustres que favorecen la sedimentación de nutrientes y el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas más densas (Wetzel, 2001). Por otro lado, las estaciones en ríos, como HB-21 y HB-26, presentaron las menores abundancias con 15 cél/mL y 29 cél/mL respectivamente, lo cual podría explicarse por la mayor turbulencia, menores tiempos de residencia del agua y una posible dilución de los nutrientes (Hauer & Lamberti, 2017). Para una mejor visualización de las diferencias de abundancia entre las estaciones estudiadas, se utilizó un eje secundario que permitió resaltar las estaciones con mayores valores, como HB-SNC2, HB-SNC3, HB-05 y HB-07.

Gráfico 4.2.6-38

Abundancia total de las estaciones del fitoplancton registradas en las cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.5 Diversidad alfa

Según los índices de diversidad alfa obtenidos en las estaciones de muestreo, se evidenciaron patrones diferenciados entre las principales cuencas estudiadas (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga), los cuales estuvieron estrechamente vinculados al tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) y a las condiciones ambientales locales (Magurran, 2004).

4.2.6.4.1.3.1.5.1 Cuenca Chicama

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 presentó una riqueza de 11 especies y una abundancia de 3715 organismos. Sin embargo, los índices de diversidad revelaron una comunidad altamente dominada, con un valor bajo del índice de Shannon-Wiener ($H' = 0.5741$ nats/ind) y un índice de Margalef ($Dm = 1.217$) que indicó una baja riqueza específica. Además, la equidad de Pielou ($J' = 0.2394$) fue baja, reflejando una distribución desigual en las especies y una fuerte dominancia de *Cosmarium granatum*, con 675 cél/mL. Este patrón sugiere que la estación experimenta condiciones que favorecen el crecimiento de especies dominantes, posiblemente debido a factores como la eutrofización o la estabilidad del hábitat (Odum, 1985).

4.2.6.4.1.3.1.5.2 Cuenca Jequetepeque

En la cuenca Jequetepeque, la estación HB-07 presentó una riqueza más elevada, con 19 especies y una abundancia de 12636 organismos. No obstante, los índices de diversidad señalaron un ecosistema dominado por una sola especie, con un H' de 0.2176 nats/ind, un Dm de 1.906 y un J' extremadamente bajo de 0.07389. Este comportamiento se debió a la dominancia de *Naviculales ND*, que alcanzó 12176 cél/mL. La extrema dominancia observada podría estar asociada a condiciones ambientales homogéneas o a perturbaciones que reducen la diversidad local (Chapin et al., 2000).

4.2.6.4.1.3.1.5.3 Cuenca Marañón

La cuenca Marañón mostró mayor heterogeneidad en sus comunidades biológicas. En la laguna HB-SNC1, con una riqueza de 18 especies y 452 organismos, los índices reflejaron un ecosistema equilibrado, con valores de $H' = 2.294$ nats/ind, $Dm = 2.781$ y $J' = 0.7938$. Las quebradas presentaron variabilidad en la composición de sus comunidades; por ejemplo, HB-15 (10 especies y 397 organismos) tuvo un H' de 1.977 nats/ind y J' de 0.8588, evidenciando un ecosistema relativamente equitativo. En contraste, los ríos presentaron patrones diversos. La estación HB-16, con 12 especies y 48 organismos, reflejó un ecosistema balanceado ($H' = 2.177$; $J' = 0.8761$), mientras que HB-11 (13 especies, 1471 organismos) presentó un H' de 0.8431 nats/ind y J' de 0.3287, indicando dominancia de ciertas especies. La estación HB-10, con 14 especies, mostró una equidad moderada ($J' = 0.5762$), influida por la presencia dominante de *Scenedesmus sp.* (300 cél/mL). Estas diferencias reflejan la influencia de factores como la conectividad hidrológica y la disponibilidad de nutrientes (Ward et al., 2002).

4.2.6.4.1.3.1.5.4 Cuenca Huallaga

En la cuenca Huallaga, las lagunas mostraron una notable dominancia. Por ejemplo, HB-SNC3, con 33 especies y una abundancia masiva de 220,132 organismos, tuvo un H' de 0.7497 nats/ind y J' de 0.2144, indicando una dominancia significativa por *Desmidiáles ND* (147582 cél/mL). En contraste, las quebradas presentaron tanto comunidades equilibradas

como dominadas. La estación HB-35, con 17 especies y 852 organismos, evidenció un ecosistema diverso y equitativo ($H' = 2.277$ nats/ind; $J' = 0.8036$). Por otro lado, HB-36, con solo 4 especies y 66 organismos, tuvo valores bajos ($H' = 0.363$ nats/ind; $J' = 0.2618$), mostrando dominancia de *Microcoleaceae ND*. En los ríos, se observaron extremos; por ejemplo, HB-31, con 19 especies y 415 organismos, presentó una alta diversidad ($H' = 2.503$ nats/ind; $J' = 0.85$), reflejando condiciones más heterogéneas.

4.2.6.4.1.3.1.5.5 Comparación General

En general, las cuencas Chicama y Jequetepeque presentaron comunidades dominadas, caracterizadas por bajos índices de diversidad y equidad, posiblemente debido a factores como la alta carga de nutrientes o la estabilidad ambiental. Por otro lado, las cuencas Marañón y Huallaga mostraron mayor diversidad y equidad en algunas estaciones, lo que sugiere condiciones locales más heterogéneas y dinámicas (Poff et al., 1997). Estas diferencias subrayan la importancia de las características hidrológicas y ambientales en la estructuración de las comunidades biológicas.

Tabla 4.2.6-8
Índice de diversidad alfa para el fitoplancton en las estaciones del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	11	3715	0.5741	1.217	0.2394
Jequetepeque	Río	HB-07	19	12636	0.2176	1.906	0.07389
Marañón	Laguna	HB-SNC1	18	452	2.294	2.781	0.7938
	Quebrada	HB-14	9	215	1.659	1.49	0.7552
		HB-15	10	397	1.977	1.504	0.8588
	Río	HB-10	14	503	1.521	2.09	0.5762
		HB-11	13	1471	0.8431	1.645	0.3287
		HB-12	15	385	1.558	2.352	0.5752
		HB-13	13	177	2.039	2.318	0.7951
		HB-16	12	48	2.177	2.841	0.8761
		HB-17	12	240	1.958	2.007	0.7881
		HB-18	11	208	1.997	1.874	0.8328
		HB-19	13	206	1.732	2.252	0.6754
		HB-20	12	151	1.838	2.192	0.7398
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	30	8403	1.384	3.209	0.4068
		HB-SNC3	33	220132	0.7497	2.601	0.2144
	Quebrada	HB-23	14	193	1.632	2.47	0.6184
		HB-24	11	181	0.6709	1.924	0.2798
		HB-34	14	704	2.105	1.983	0.7975
		HB-35	17	852	2.277	2.371	0.8036
		HB-36	4	66	0.363	0.716	0.2618
	Río	HB-21	5	15	1.623	1.477	1.008
		HB-22	14	149	2.041	2.598	0.7732

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
		HB-25	10	45	1.798	2.364	0.7808
		HB-26	9	29	1.839	2.376	0.8369
		HB-27	12	102	1.602	2.378	0.6446
		HB-28	12	85	0.9826	2.476	0.3954
		HB-29	13	123	1.947	2.494	0.759
		HB-30	12	423	1.16	1.819	0.4669
		HB-31	19	415	2.503	2.986	0.85
		HB-32	18	427	1.981	2.807	0.6854
		HB-33	20	639	2.074	2.941	0.6924
		HB-37	16	167	2.106	2.931	0.7595
		HB-38	11	102	1.394	2.162	0.5814
		HB-39	10	283	1.875	1.594	0.8143

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.6 Diversidad beta

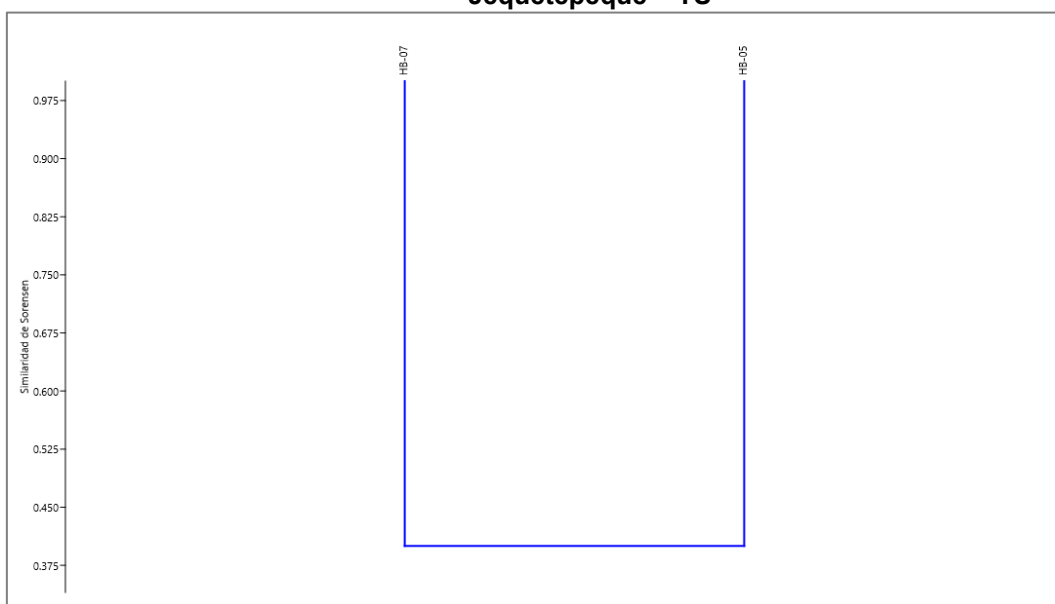
La presente sección analiza los resultados en función de cuencas, permitiendo una interpretación más clara y precisa de los datos obtenidos. A continuación, se presenta el análisis de cada cuenca con base en los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, los cuales son comúnmente utilizados para evaluar la similitud entre comunidades biológicas en distintos hábitats (Legendre & Legendre, 2012).

4.2.6.4.1.3.1.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

Los índices de similitud de Sorensen y Jaccard arrojaron valores del 38 % y 22 %, respectivamente, al comparar las estaciones HB-05 (Chicama) y HB-07 (Jequetepeque). Este análisis refleja que ambas estaciones comparten un conjunto significativo de especies, aunque con matices diferenciados. El índice de Sorensen, al otorgar mayor peso a las especies compartidas, resalta la conexión ecológica entre estas estaciones, mientras que el índice de Jaccard, al considerar tanto especies comunes como exclusivas, resalta las diferencias en sus comunidades biológicas (Magurran, 2004).

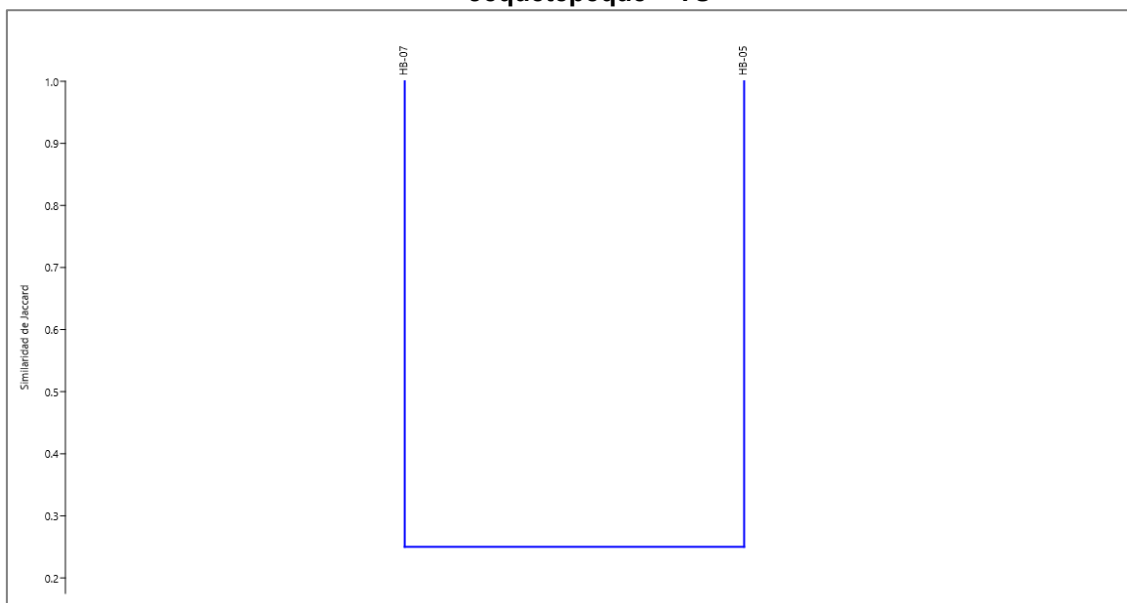
La baja similitud observada entre las estaciones puede atribuirse a la naturaleza de sus cuerpos de agua, que, aunque son ríos, pertenecen a cuencas hidrográficas distintas. Estas diferencias hidrológicas y ecológicas influyen directamente en la riqueza específica de las estaciones (Ver Gráficos 39 y 40). Por ejemplo, variaciones en parámetros como el flujo de agua, la temperatura y la calidad química pueden limitar el intercambio de especies entre cuencas, generando comunidades biológicas adaptadas a condiciones locales específicas (Vannote et al., 1980).

Gráfico 4.2.6-39
Índice de similaridad de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-40
Índice de similitud de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.1.6.2 Cuenca de Marañón

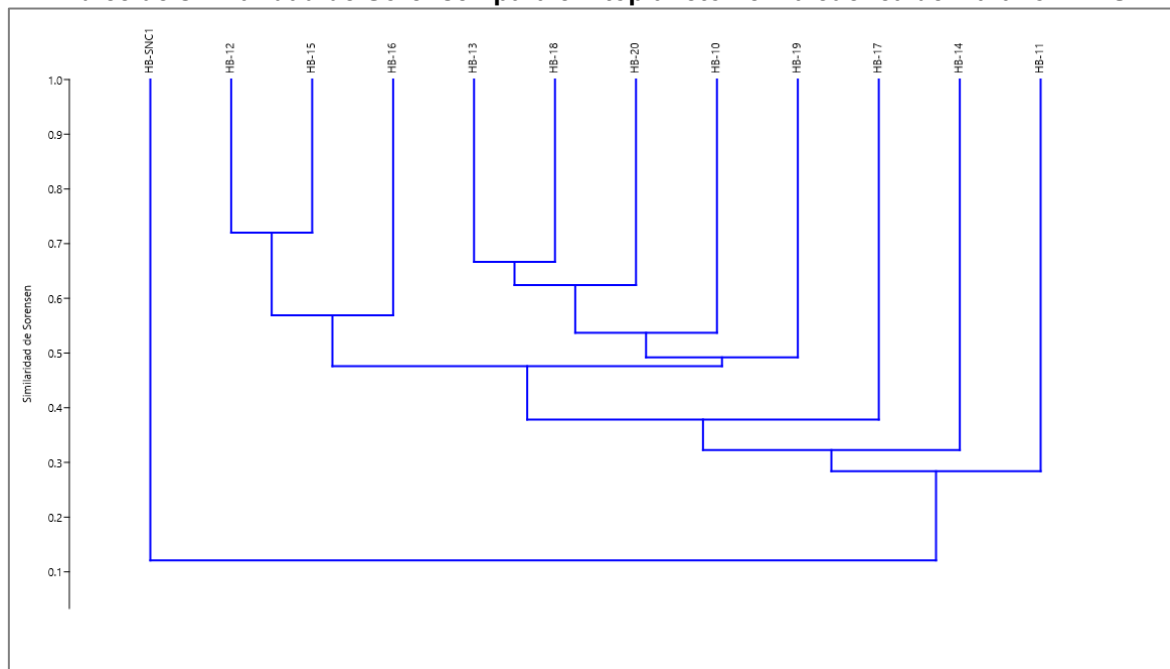
En esta cuenca, los índices de similitud de Sorensen y Jaccard permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales bajas, del 12 % y 10 %, respectivamente. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera:

Primer grupo (HB-SNC1): Este grupo está compuesto únicamente por la laguna muestreada en la cuenca del Marañón. Las características de esta laguna, al ser un ambiente léntico, difieren notablemente de los ambientes lóticos de los ríos circundantes. Las diferencias en factores como la dinámica de agua, la disponibilidad de oxígeno y la estabilidad del hábitat contribuyen a una baja similitud con las estaciones fluviales (Wetzel, 2001).

Segundo grupo (resto de las estaciones): Dentro de este grupo, la estación HB-11 destacó como la más diferenciada, con valores de similitud bajos respecto a las demás estaciones (18 % según Jaccard y 30 % según Sorensen). Esto puede explicarse por condiciones ambientales específicas en HB-11, como una mayor altitud o variaciones en los regímenes de flujo. Por otro lado, las estaciones HB-13 y HB-18 presentaron la mayor similitud según Sorensen (68 %), mientras que HB-15 y HB-16 obtuvieron valores de similitud del 57 % según Jaccard, lo que evidencia cierta homogeneidad en estas

estaciones, posiblemente vinculada a hábitats similares y proximidad geográfica (Ver Gráficos 4-41 y 4-42).

Gráfico 4.2.6-41
Índice de similitud de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-42
Índice de similitud de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

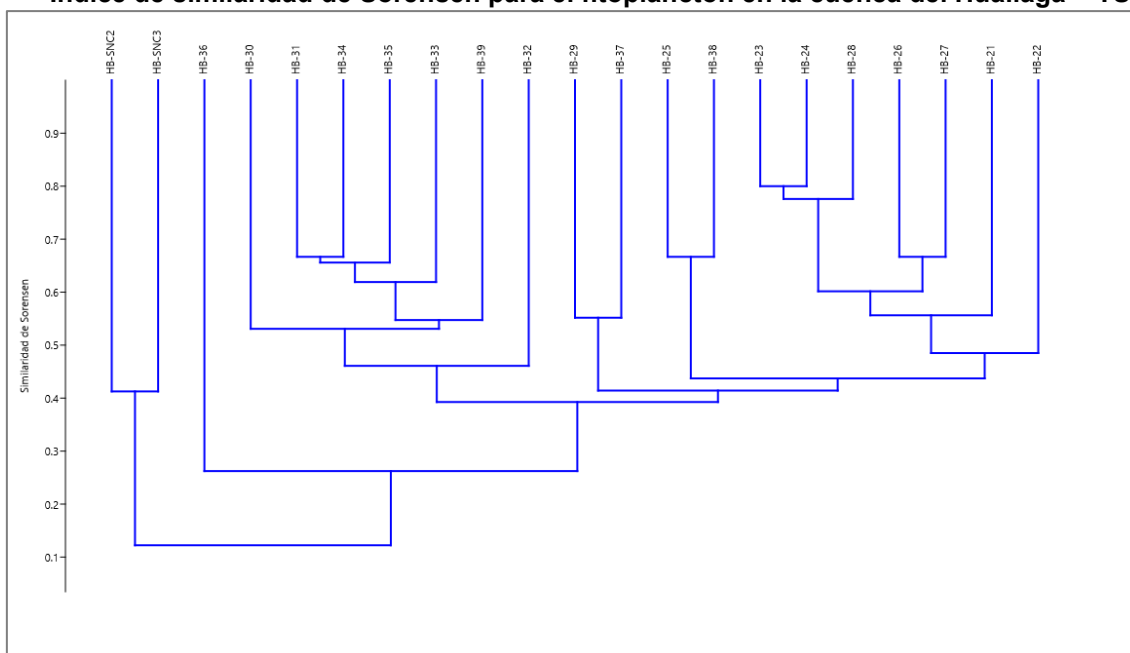
4.2.6.4.1.3.1.6.3 Cuenca de Huallaga

En la cuenca del Huallaga, los índices de similitud también revelaron la existencia de dos grupos principales con similitudes generales bajas, del 12 % y 10 %, respectivamente. Los grupos se detallan a continuación:

Primer grupo (HB-SNC2 y HB-SNC3): Este grupo incluye lagunas con características similares, donde el índice de Sorensen mostró una similitud interna del 41 %, mientras que Jaccard arrojó un valor del 27 %. Esto indica que estas estaciones comparten una proporción significativa de especies, en particular aquellas adaptadas a las condiciones estables de los ambientes lénticos, caracterizados por menores tasas de renovación de agua y una mayor retención de nutrientes (Dodds & Whiles, 2010).

Segundo grupo (resto de las estaciones): La estación HB-36 fue la más diferenciada dentro de este grupo, con valores bajos de similitud (15 % según Jaccard y 25 % según Sorensen). Este resultado sugiere una composición de especies única en HB-36, posiblemente influenciada por características ambientales locales como mayor turbidez, menor oxigenación o temperaturas extremas. En contraste, las estaciones HB-23 y HB-24 presentaron una similitud notablemente alta, con valores del 61 % según Jaccard y 75 % según Sorensen. Esto sugiere una homogeneidad significativa entre ambas estaciones, que puede atribuirse a la presencia de hábitats fluviales similares con flujos constantes, mayor oxigenación y estructuras de sustrato comparables (Allan & Castillo, 2007).

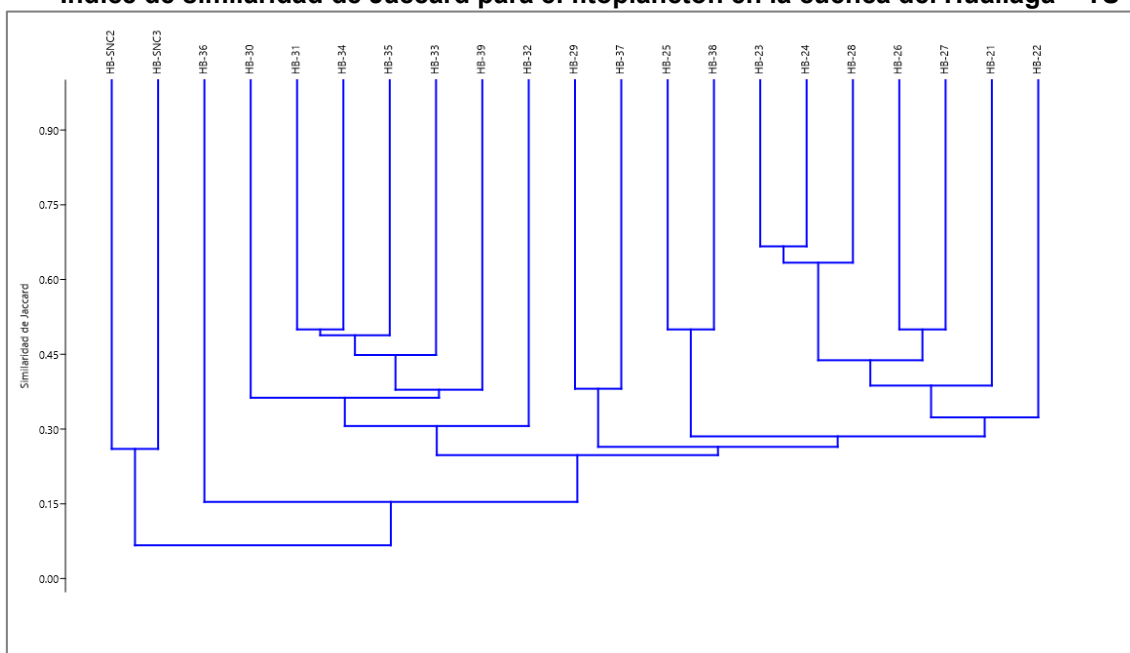
Gráfico 4.2.6-43
Índice de similaridad de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-44

Índice de similaridad de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2 Zooplancton

Para el presente informe se dividirá las estaciones por cuenca debido a que se hará más fácil de analizar los resultados, sin embargo, se abarcará al final de este capítulo todas las cuencas presentadas.

Asimismo, se menciona que las estaciones HB-32, HB-33 y HB-37 en la cuenca Huallaga a pesar de haber aplicado el esfuerzo de muestreo, no se reportaron especies por lo que no se presentaron en los gráficos.

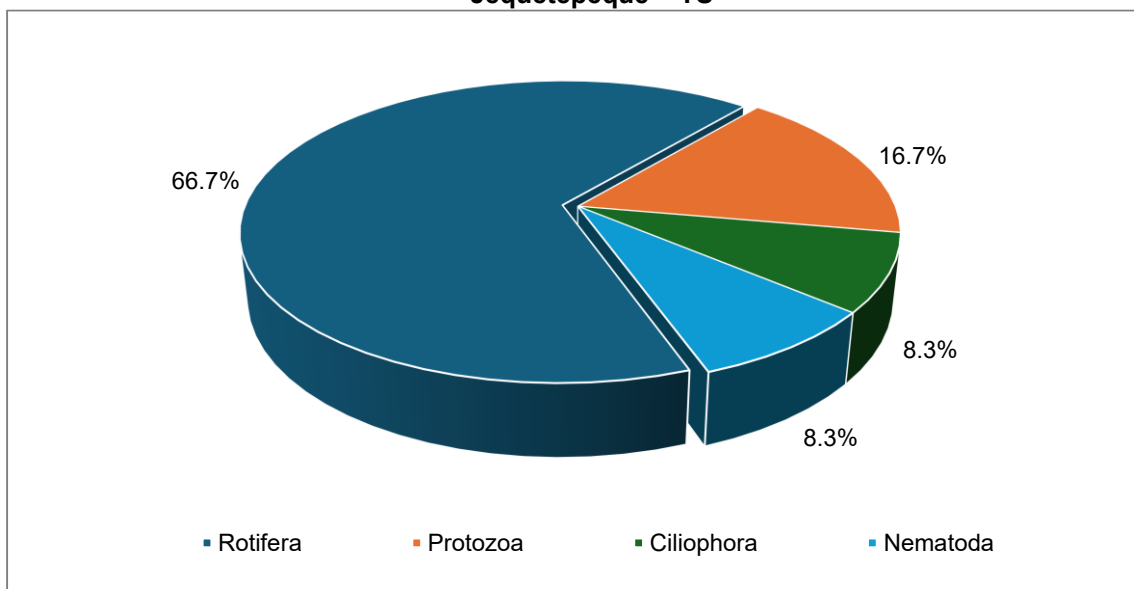
4.2.6.4.1.3.2.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

Se agruparon estas cuencas debido a dos motivos principales, entre ellas, debido a que ambas cuencas pertenecen a la vertiente occidental, es decir, ambas desembocan en el océano Pacífico, además, presentaron escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 presentó agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 estuvieron secas. En la cuenca del Jequetepeque, únicamente la estación HB-07 presentó agua. Por ello, se mantuvo una sola estación activa por cuenca.

4.2.6.4.1.3.2.1.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en estas dos cuencas registraron un total de doce (12) especies, siete (07) familias, cinco (05) órdenes, cuatro (04) clases, y cuatro (04) Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para dichas cuencas fue Rotifera con 08 especies (66.7%), seguida de Protozoa con 02 especies (16.7%), y en menor riqueza Ciliophora y Nematoda con una (01) especie cada una (8.3%).

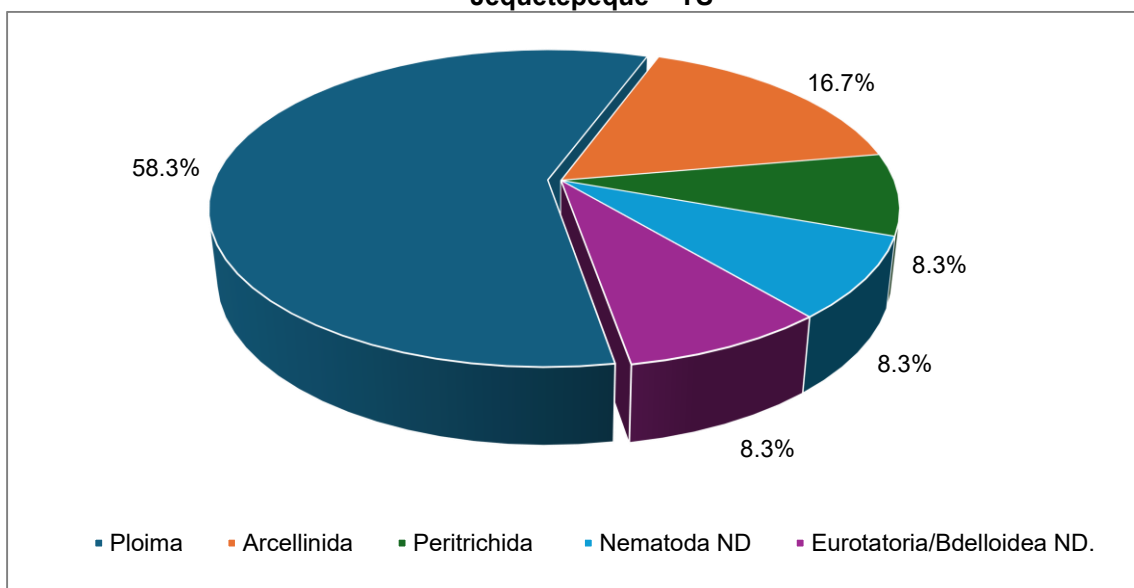
Gráfico 4.2.6-45
Riqueza total de los phyla del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima (Rotífera) con un total de 07 especies (58.3%), seguida de Arcellinida (Protozoa) con 02 especies (16.7%). Finalmente, la menor riqueza lo registró tres órdenes con 01 especie (8.3%) cada una.

Gráfico 4.2.6-46
Riqueza total de los órdenes del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

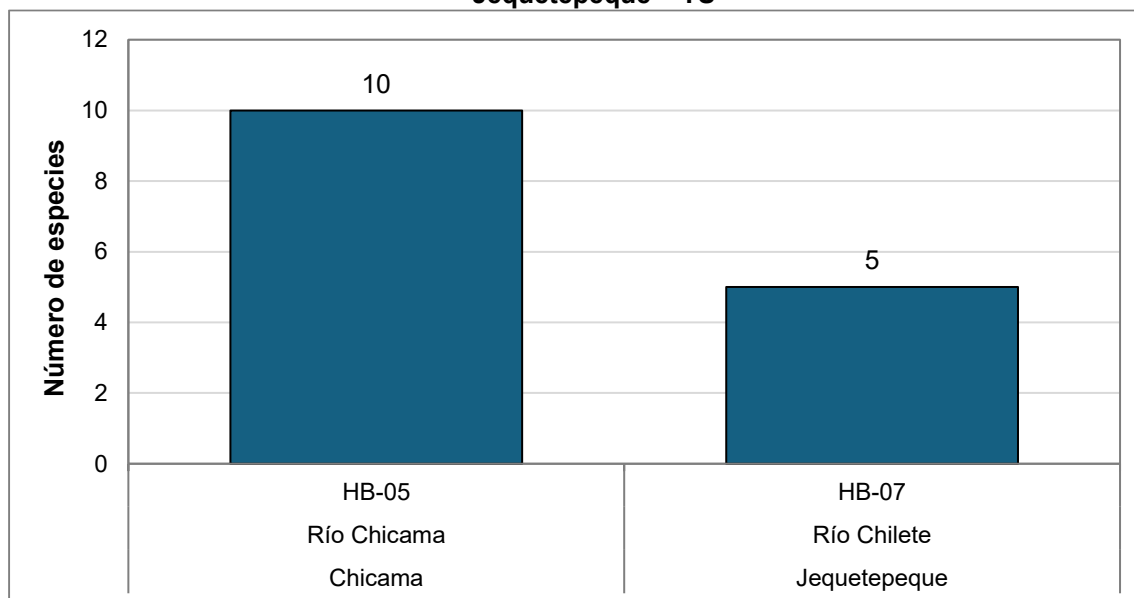


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca se mostró que la estación HB-07 correspondiente al río Chilete de la cuenca Jequetepeque mostró la menor riqueza con 05

especies registradas, por otro lado, HB-05 ubicada en el río de la cuenca Chicama registró la mayor riqueza con 10 especies.

Gráfico 4.2.6-47
Riqueza total del zooplancton en las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



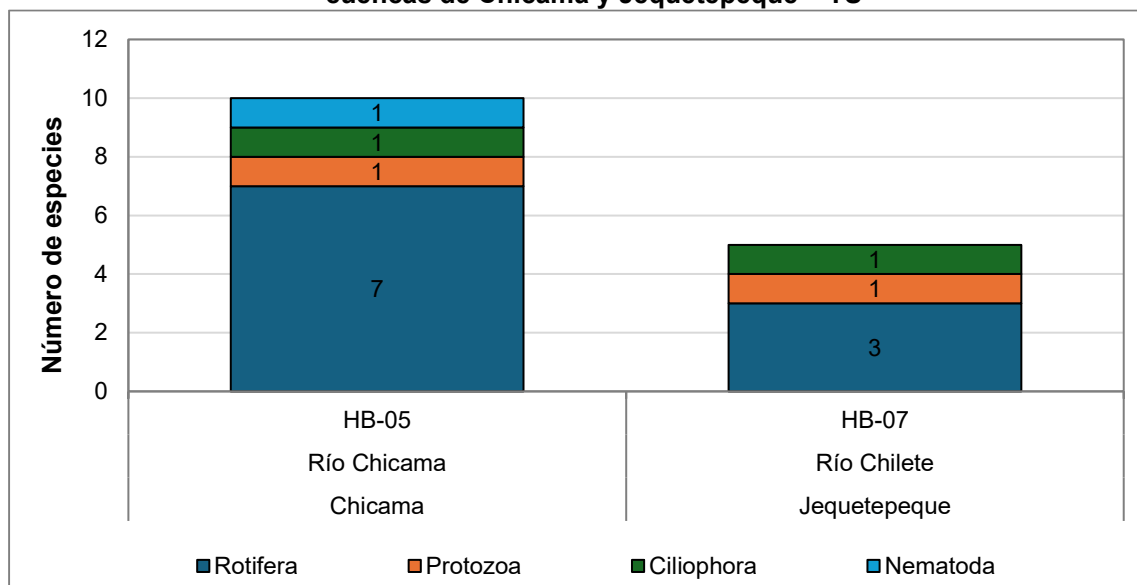
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en ambas cuencas, se observó que para la estación HB-05, el phylum con mayor riqueza fue Rotifera con 07 especies (70.0%) y con la menor riqueza se encontró Protozoa, Ciliophora y Nematoda con 01 especie (10.0%) cada una.

Este patrón también lo mostró la estación HB-07 de la cuenca de Jequetepeque, el cual el phylum Rotifera registró la mayor riqueza con 03 especies (60.0%), seguida de Protozoa y Ciliophora con 01 especie (20.0%) cada una.

Gráfico 4.2.6-48

Riqueza total de los phyla de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



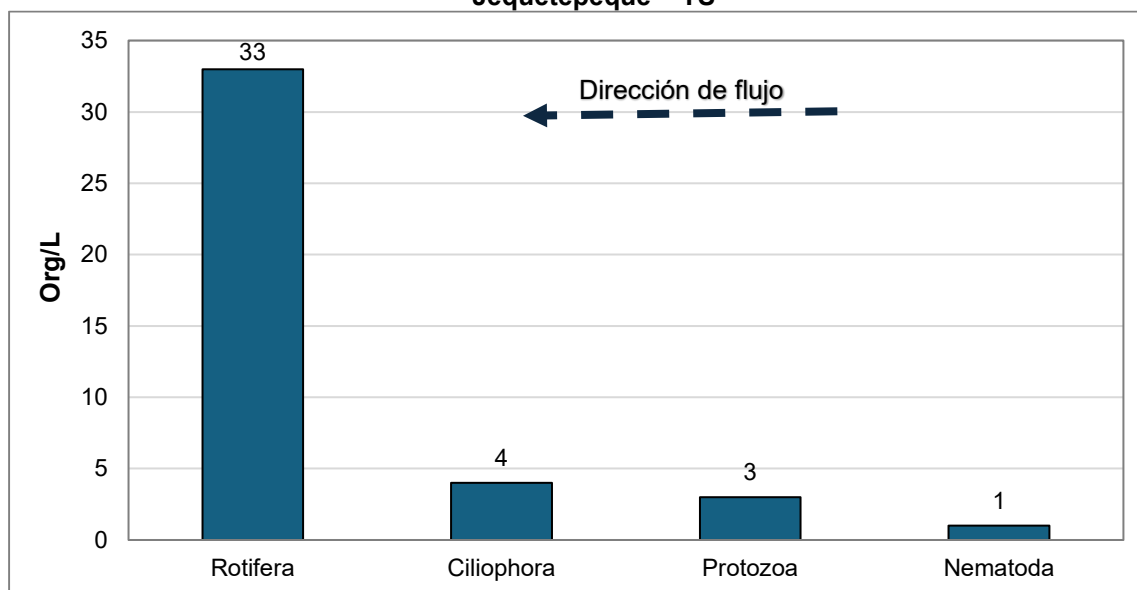
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.1.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en estas dos cuencas registraron un total de doce (12) especies, siete (07) familias, cinco (05) órdenes, cuatro (04) clases, y cuatro (04) Phylum con una abundancia total de 41 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dichas cuencas fue Rotifera con 33 Org/L (80.5%), seguida de Ciliophora con 04 Org/L (9.8%), Protozoa con 03 Org/L (7.3%), y en menor abundancia Nematoda con 01 Org/L (2.4%).

Gráfico 4.2.6-49

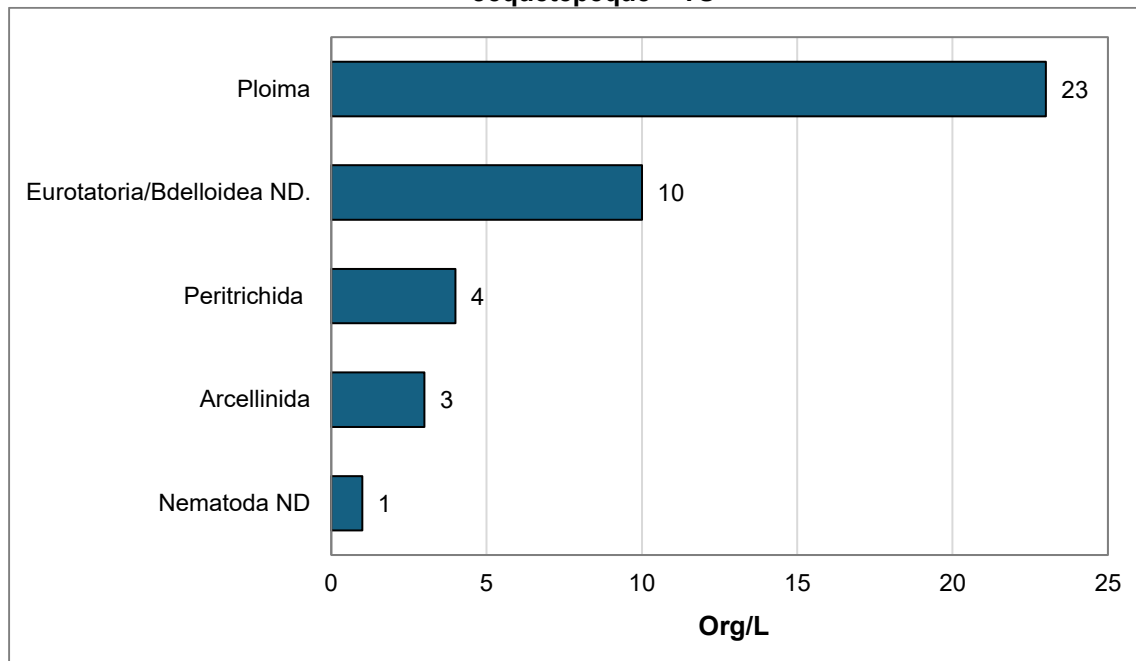
Riqueza total de los phyla del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de las cuencas, se evidenció una mayor abundancia para el orden Ploima (Rotifera) con 23 Org/L (56.1%), seguida de Eurotatoria/Bdelloidea ND (Rotifera) con 10 Org/L (24.4%), Peritrichida (Ciliophora) con 04 Org/L (9.8%). En contraste, los órdenes con menor abundancia fueron Arcellinida (Protozoa) con 03 Org/L y Nematoda ND con 01 Org/L.

Gráfico 4.2.6-50
Riqueza total de los órdenes del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

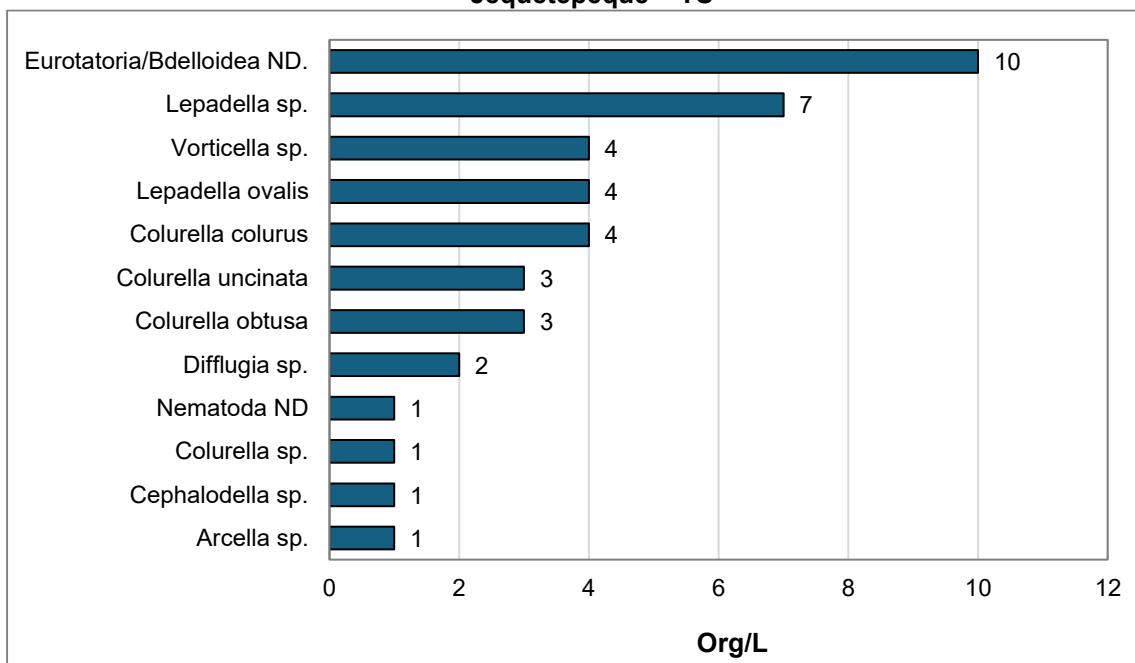


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en ambas cuencas, el morfotipo Eurotatoria/Bdelloidea ND presentó 10 Org/L siendo la de mayor abundancia en esta sección del área de estudio, seguido de la especie *Lepadella* sp., con 07 Org/L. En contraste, las especies que presentaron menor abundancia fueron *Arcella* sp., *Cephalodella* sp., *Colurella* sp., y el morfotipo Nematoda ND con 01 Org/L.

Gráfico 4.2.6-51

Abundancia total de las especies de zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

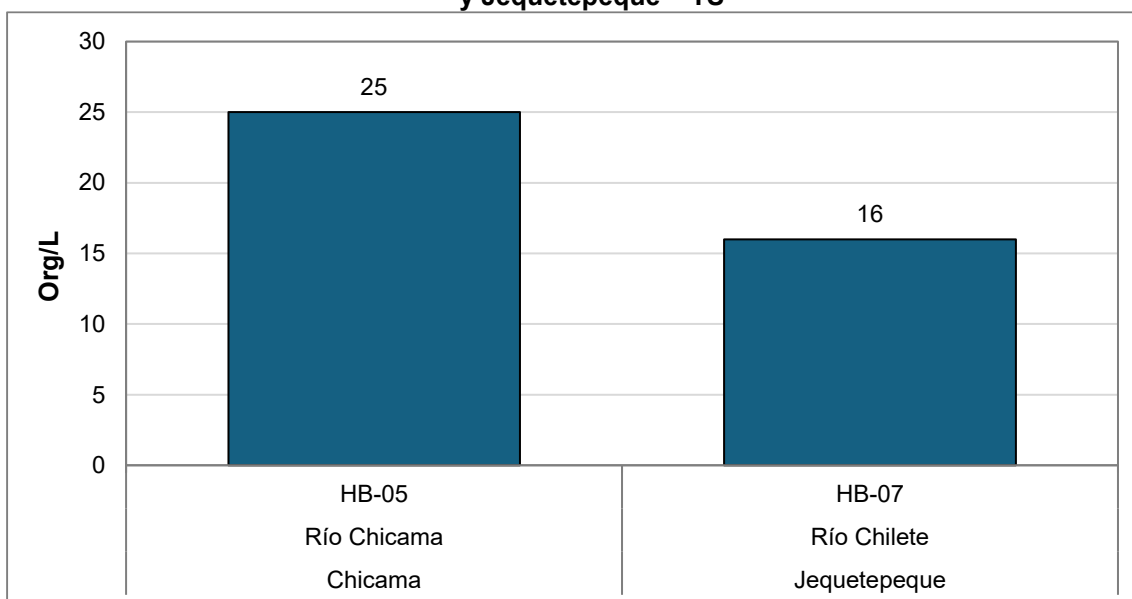


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca se mostró que la estación HB-07 correspondiente al río Chilete de la cuenca Jequetepeque registró la menor abundancia con 16 Org/L, por otro lado, HB-05 ubicada en el río de la cuenca Chicama mostró la mayor abundancia con 25 Org/L.

Gráfico 4.2.6-52

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

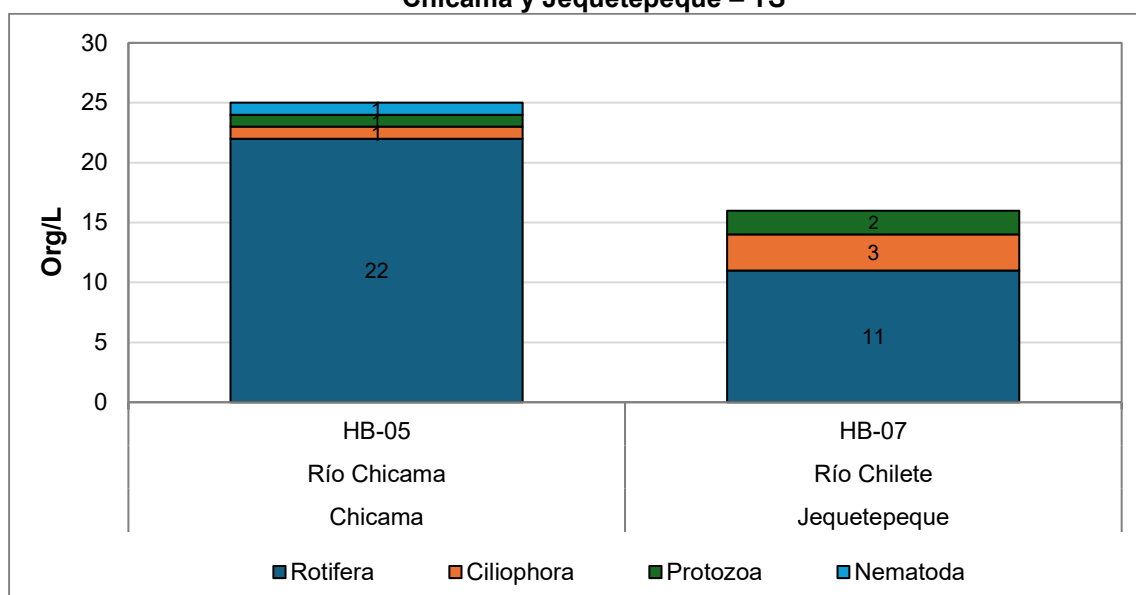


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en ambas cuencas, se observó que para la estación HB-05 el phylum Rotifera registró la mayor abundancia con 22 Org/L (88.0%) y en menor abundancia Ciliophora, Protozoa y Nematoda con 01 Org/L (4.0%) cada una.

Este patrón también lo mostró la estación HB-07 de la cuenca de Jequetepeque, el cual el phylum Rotifera registró la mayor abundancia con 11 Org/L (68.8%), seguida de Ciliophora con 03 Org/L (18.8%) y finalmente la de menor abundancia con 02 Org/L (12.5%).

Gráfico 4.2.6-53
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

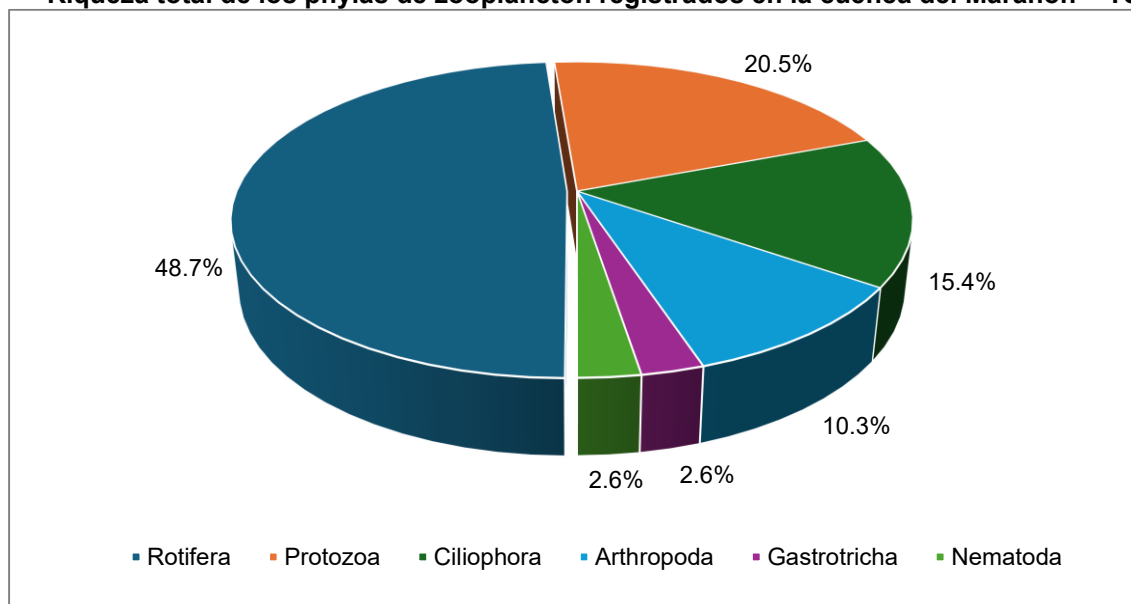
4.2.6.4.1.3.2.2 Cuenca Marañon

4.2.6.4.1.3.2.2.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Marañon se registró un total de treinta y nueve (39) especies, veintinueve (29) familias, quince (15) órdenes, once (11) clases y seis (06) Phyla. El Phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Rotífera con 19 especies (48.7%), seguida de Protozoa con 08 especies (20.5%), Ciliophora con 06 especies (15.4%) y en menor riqueza Gastrotricha y Nematoda con 01 especie (2.6%) cada una.

Gráfico 4.2.6-54

Riqueza total de los phylas de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TS

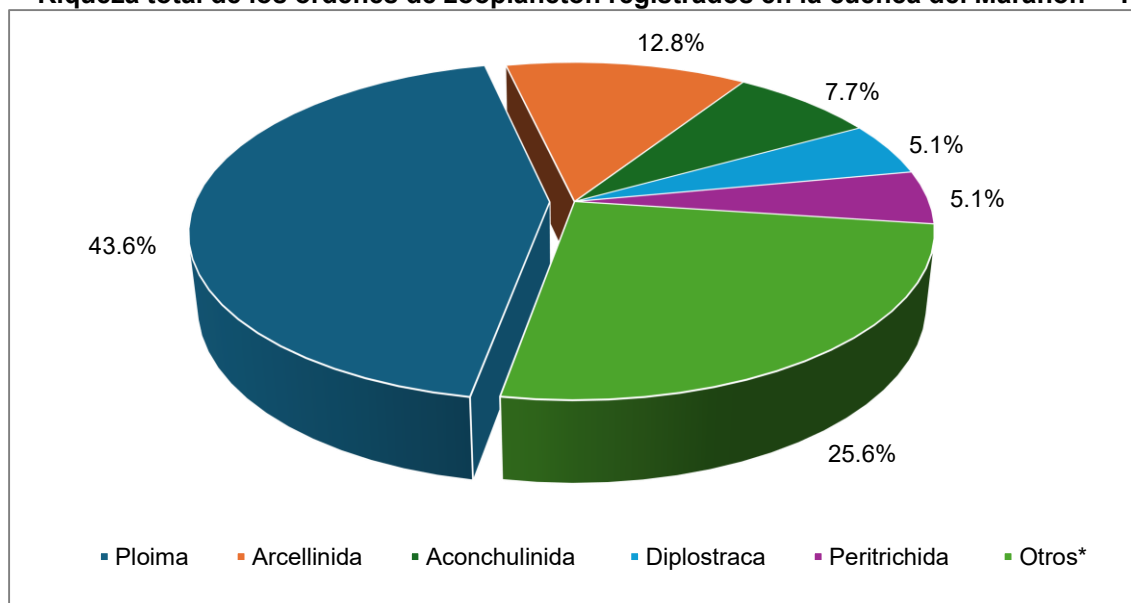


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima (Rotifera) el cual registró un total de 17 especies (43.6%), seguida de Arcellinida (Protozoa) con 05 especies (12.8%), Aconchulinida (Protozoa) con 03 especies (7.7%) y en menor abundancia Diplostraca (Arthropoda) y Peritrichida (Ciliophora) con 02 especies (5.1%) cada una. Asimismo, los 10 órdenes que registraron 01 especie fueron agrupados en “Otros”.

Gráfico 4.2.6-55

Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TS



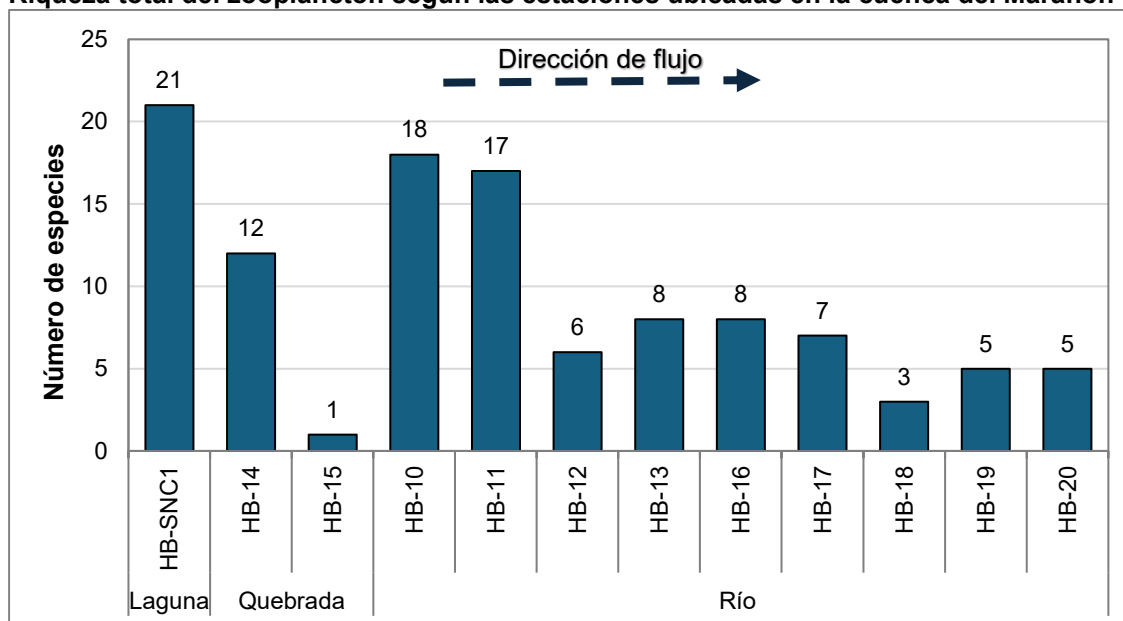
Otros*: Especies que presentaron una riqueza de 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca de Marañón se mostró que la estación HB-SNC1, correspondiente al muestreo en una laguna presentó la mayor riqueza con 21 especies de zooplancton, seguida de las estaciones HB-10 con 18 especies, y HB-11 con 17 especies correspondientes a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron HB-18 con 03 especies y HB-15 con solo 01 especie registrada.

Gráfico 4.2.6-56

Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS



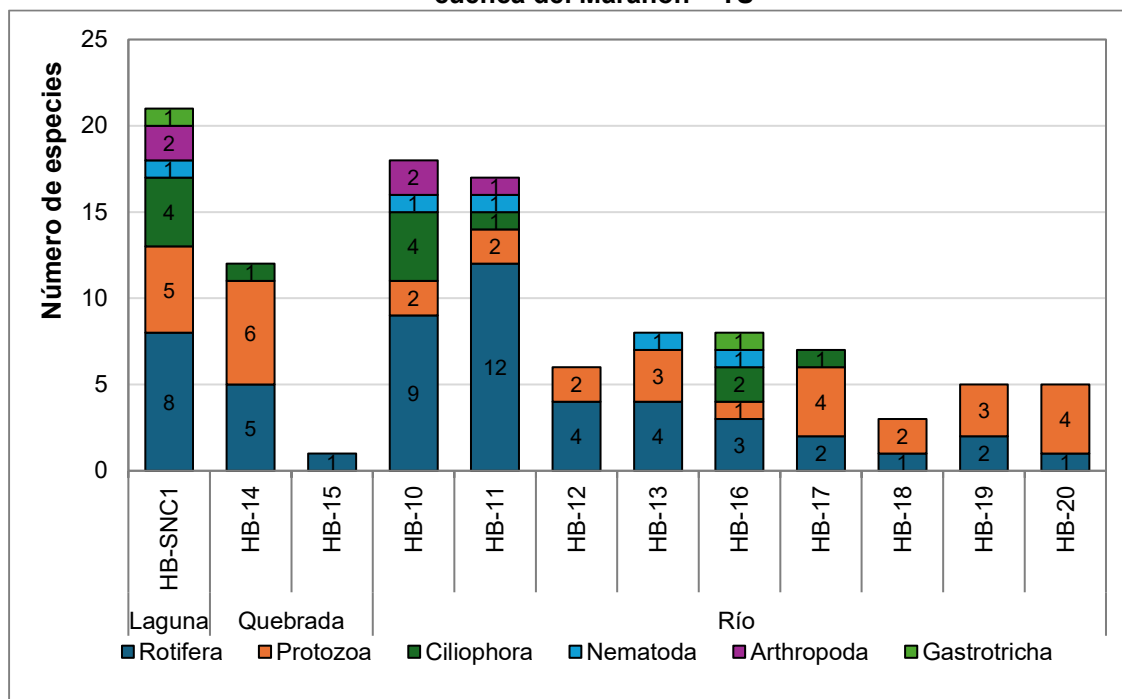
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón, se observó que, en todas las estaciones, el phylum Rotifera mostró la mayor riqueza y frecuencia entre las estaciones, registrando entre 01 especies (HB-15) y 12 especies (HB-11). Además, el Phylum Protozoa también estuvo presente en todas las estaciones, excepto en HB-15, donde su participación fue mayor en HB-14 con 06 especies.

Por el contrario, se registró que el phylum Arthropoda únicamente se presentó en las estaciones HB-SNC1, HB-10 y HB-11, y Gastrotricha únicamente estuvo presente con 01 especie en HB-SNC1 y HB-16.

Gráfico 4.2.6-57

Riqueza total de las phylum de zooplankton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS



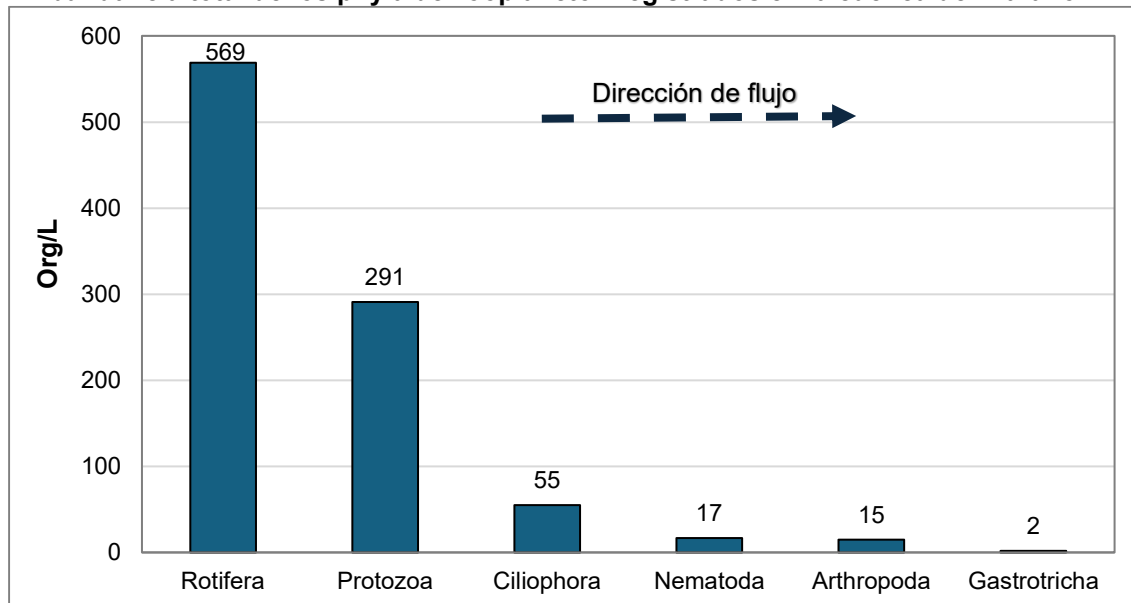
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.2.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Marañón se registró un total de treinta y nueve (39) especies, veintinueve (29) familias, quince (15) órdenes, once (11) clases y seis (06) Phylum con una abundancia total de 949 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Rotifera con 569 Org/L (60.0%), seguida de Protozoa con 291 Org/L (30.7%) y Ciliophora con 55 Org/L (5.8%). En contraste, los phyla con menores abundancias fueron Nematoda con 17 Org/L (1.8%), Arthropoda con 15 Org/L (1.6%) y finalmente Gastrotricha con 02 Org/L (0.2%).

Gráfico 4.2.6-58

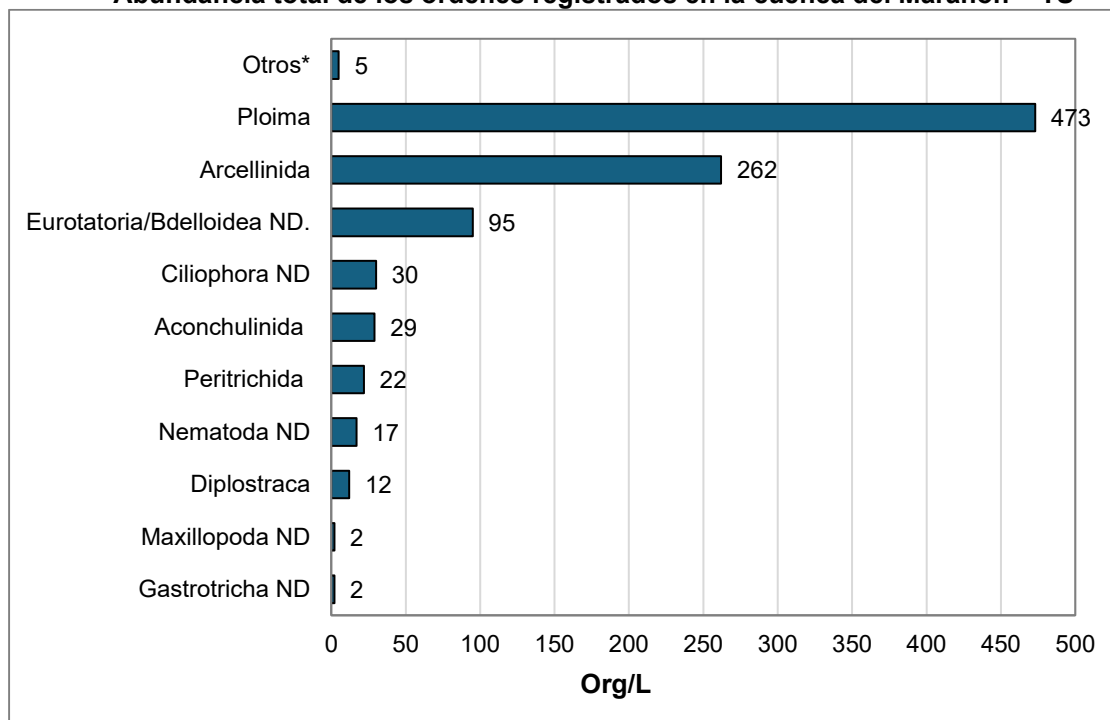
Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Ploima (Rotifera) con 473 Org/L (49.8%), Arcellinida (Protozoa) con 262 Org/L (27.6%). Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 95 Org/L (Eurotatoria/Bdelloidea ND) a 02 Org/L (Gastrotricha ND y Maxillopoda ND). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron únicamente 01 Org/L se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-59
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TS

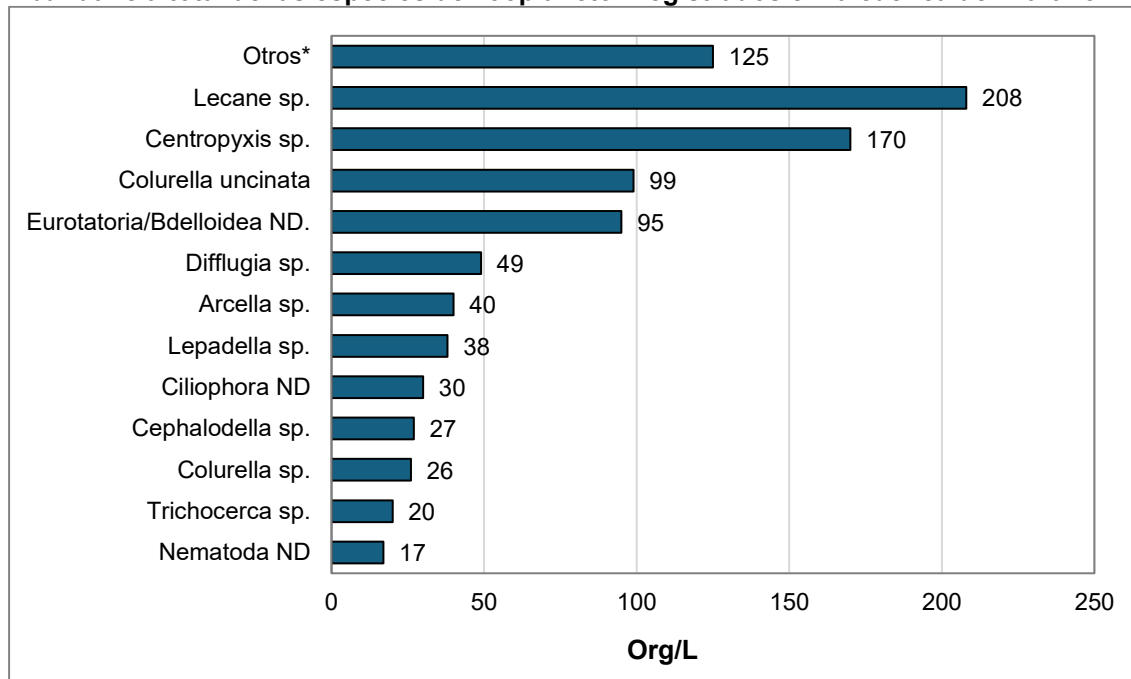


Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia de 01 cél/mL.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, la especie *Lecane* sp. presentó 208 Org/L siendo la de mayor abundancia, seguido de la especie *Centropyxis* sp. con 170 Org/L y *Colurella uncinata* con 99 Org/L. En contraste la de menor abundancia se encuentran la especie *Colurella* sp. con 26 Org/L, *Tricocerca* sp. con 17 Org/L y el morfotipo *Nematoda* ND con 17 Org/L. Además, las especies que presentaron una abundancia ínfima menor de 99 Org/L se agruparon en “Otros”.

Gráfico 4.2.6-60

Abundancia total de las especies de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TS



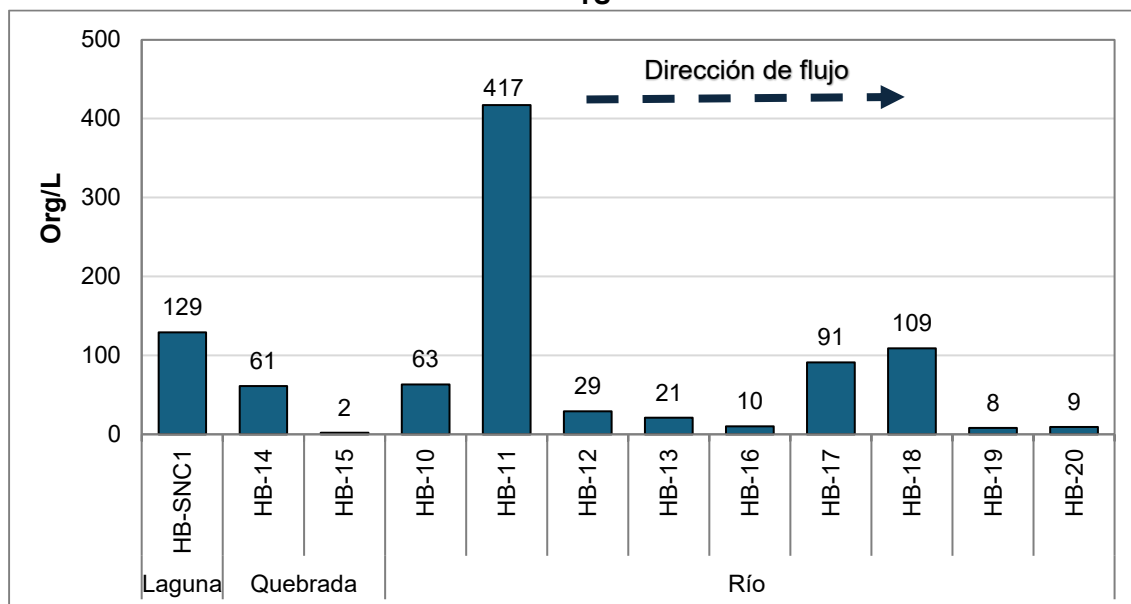
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 100 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca de Marañón se mostró que la estación HB-11 (río) registró la mayor abundancia con 417 Org/L, seguida de la estación HB-SNC1 (laguna) con 129 Org/L; por otro lado, HB-15 (quebrada) mostró la menor abundancia con 02 Org/L, como también la estación HB-19 con 08 Org/L y HB-20 con 09 Org/L.

Gráfico 4.2.6-61

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TS

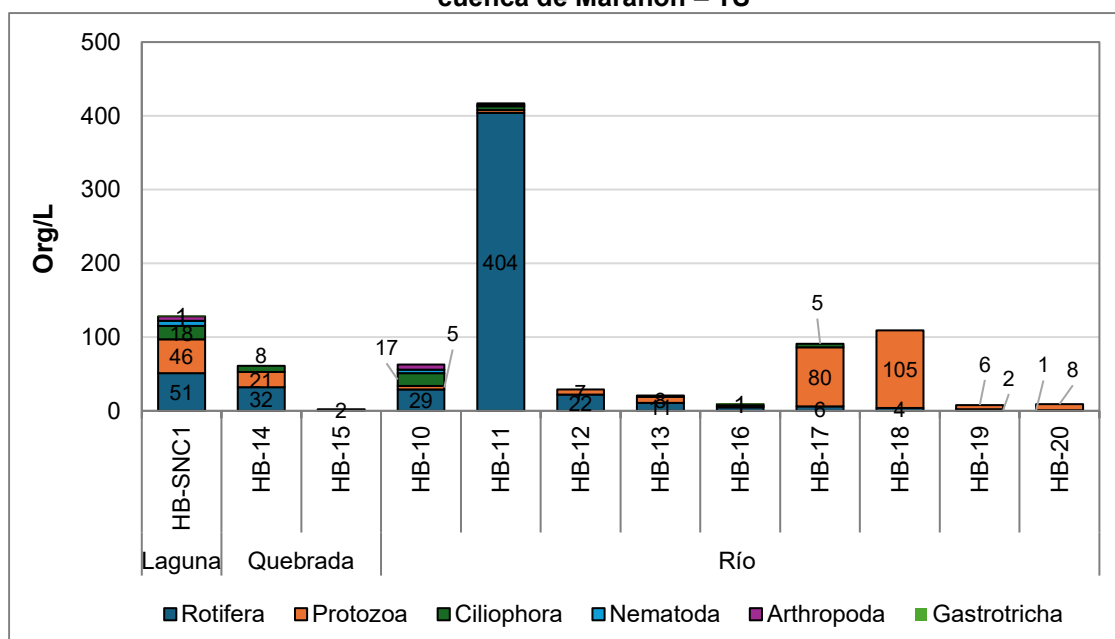


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañon se observó que, en todas las estaciones, excepto en HB-18, el phylum Rotifera dominó con la mayor abundancia, registrando desde 02 Org/L (HB-15) a 404 Org/L (HB-11). Asimismo, el phylum Protozoa fue la segunda más dominante en abundancia en todas las estaciones en especial en la estación HB-18 ya que reportó un total de 105 Org/L. Los demás phylum mostraron una ínfima abundancia, por lo tanto, no se presentaron con exactitud en el gráfico; sin embargo, para más detalles ver los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia, Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo y Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas.**

Gráfico 4.2.6-62

Abundancia total de los phyla de zooplankton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañon – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

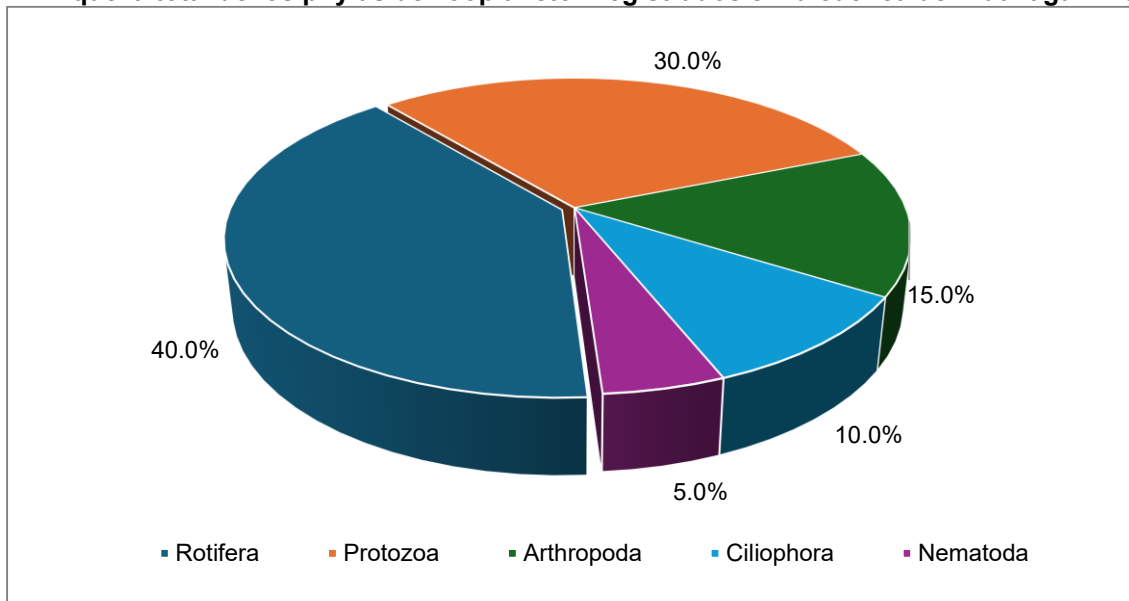
4.2.6.4.1.3.2.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.1.3.2.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de veinte (20) especies, diecinueve (19) familias, diez (10) órdenes, ocho (08) clases y cinco (05) Phylum. El Phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Rotífera con 08 especies (40.0%), seguida de Protozoa con 06 especies (30.0%), Arthropoda con 03 especies (15.0%). Finalmente, los phyla con menor riqueza fueron Ciliophora con 02 especies (10.0%) y Nematoda con 01 especie (5.0%).

Gráfico 4.2.6-63

Riqueza total de los phylas de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TS

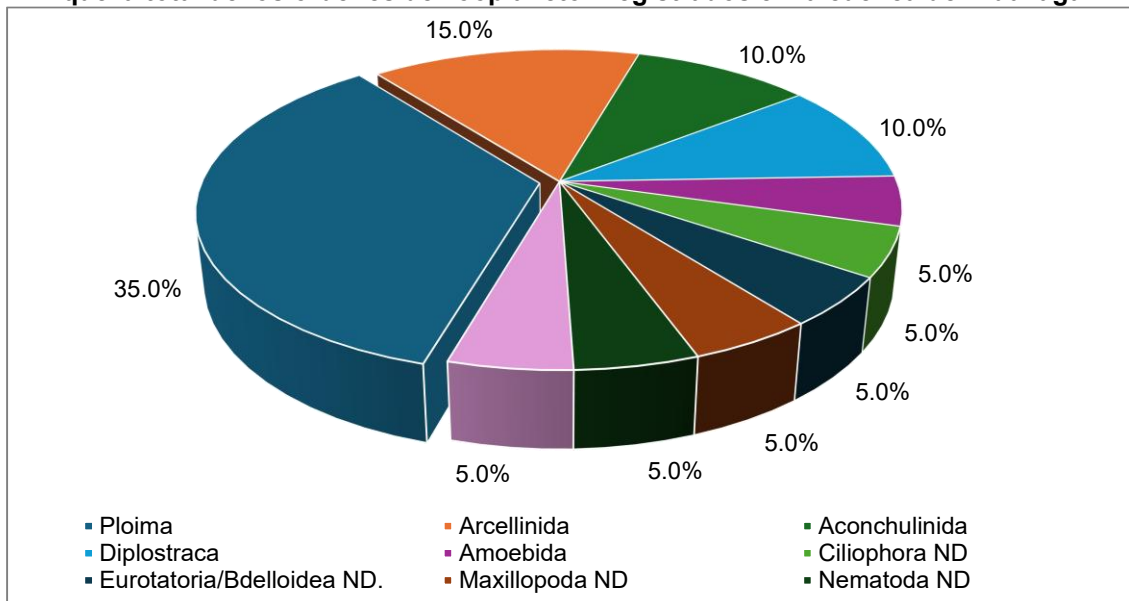


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima (Rotífera) el cual registró un total de 07 especies (35.0%), seguida de Arcellinida (Protozoa) con 03 especies (15.0%), Aconchulinida con 02 especies (10.0%) y en menor abundancia 04 phyla con 01 especie (5.0%) registrada tales como Amoebida (Protozoa), Ciliophora ND (Ciliophora), Eurotatoria/Bdelloidea ND. (Rotifera), Maxillopoda ND (Arthropoda), Nematoda ND (Nematoda) y Peritrichida (Ciliophora).

Gráfico 4.2.6-64

Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TS



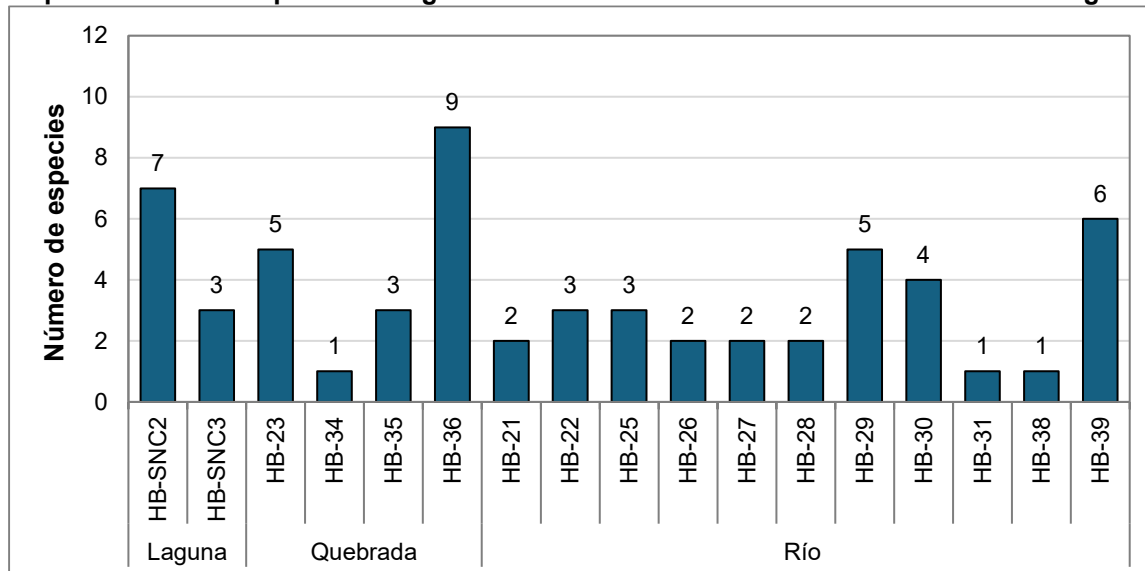
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que la estación HB-36, correspondiente al muestreo en una quebrada presentó la mayor riqueza con 09

especies de zooplancton, seguida de las estaciones HB-SNC2 (laguna) con 07 especies, y HB-39 (río) con 06 especies correspondientes a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron HB-18 con 03 especies y HB-15 con solo 01 especie registrada.

Gráfico 4.2.6-65

Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



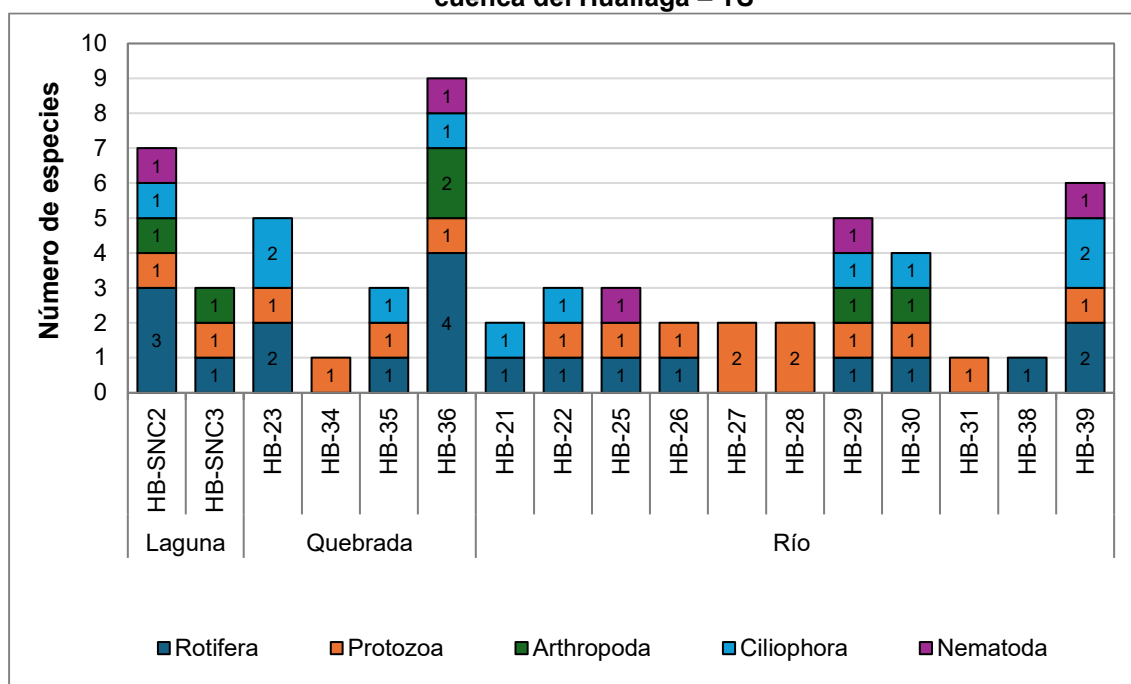
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga, se observó que, en todas las estaciones, el phylum Rotifera mostró la mayor riqueza y frecuencia entre las estaciones, registrando entre 01 especies en distintas estaciones y 03 especies (HB-SNC2). Además, el Phylum Protozoa también estuvo presente en todas las estaciones, excepto en HB-38, donde su participación fue mayor en HB-27 y HB-28 con 02 especies.

Por el contrario, se registró que el phylum Arthropoda únicamente se presentó con 01 especie en las estaciones HB-SNC1, HB-SNC2, HB29 y HB-30 y con 02 especies en HB-36. El phylum Nematoda solo se presentó en 05 estaciones con 01 especie cada una.

Gráfico 4.2.6-66

Riqueza total de las phylum de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



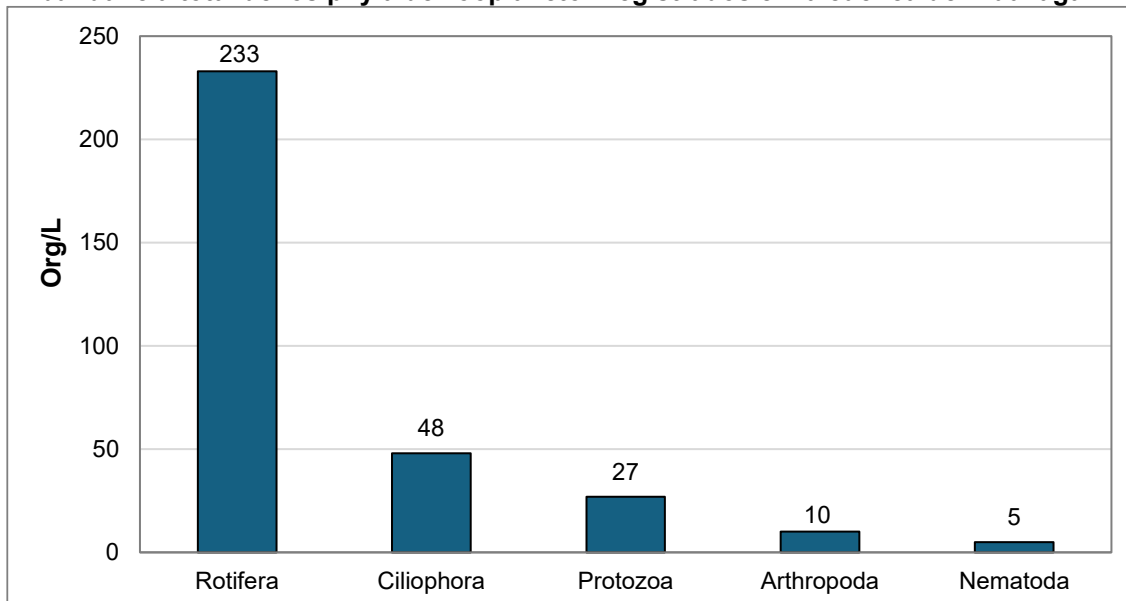
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.3.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de 323 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Rotifera con 233 Org/L (72.1%), seguida de Ciliophora con 48 Org/L (14.9%) y Protozoa con 27 Org/L (8.4%). En contraste, los phyla con menores abundancias fueron Arthropoda con 10 Org/L (3.1%) y finalmente Nematoda con 05 Org/L (1.5%).

Gráfico 4.2.6-67

Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TS

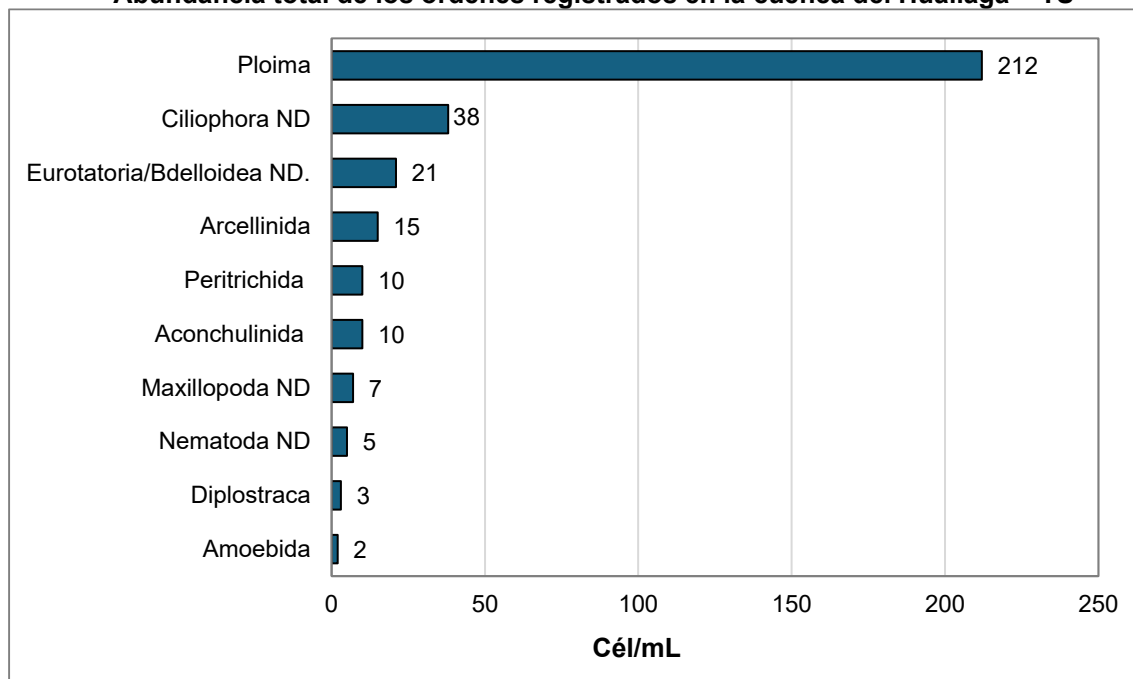


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Ploima (Rotifera) con 212 Org/L (65.6%), Ciliophora ND (Ciliophora) con 38 Org/L (11.8%). Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 21 Org/L (Eurotatoria/Bdelloidea ND) a 02 Org/L (Amoebida), esta última menciona fue la de menor abundancia.

Gráfico 4.2.6-68

Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TS

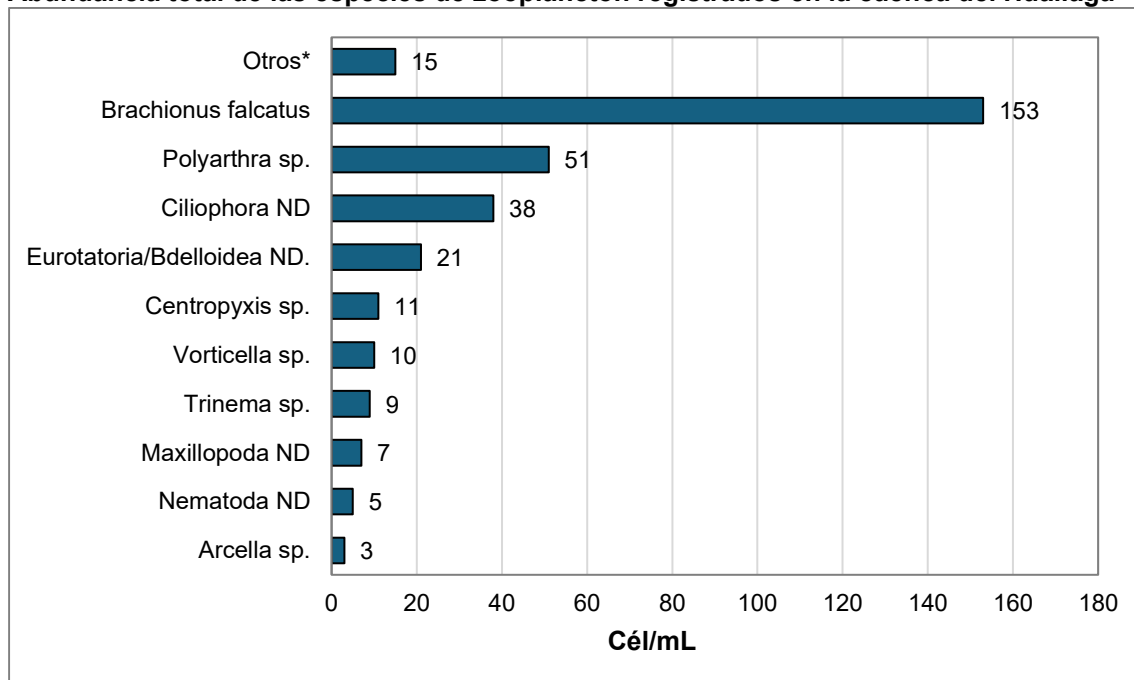


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el análisis de las especies registradas en la cuenca estudiada, *Brachionus falcatus* destacó como la especie más abundante, con una densidad de 153 Org/L, seguida por *Polyarthra* sp., con 51 Org/L. Por otro lado, las especies menos representadas fueron el morfotipo Nematoda ND, con 5 Org/L, y *Arcella* sp., con tan solo 3 Org/L. Además, aquellas especies con una abundancia ínfima menor a 3 Org/L se agruparon bajo la categoría de "Otros" para facilitar la interpretación y presentación de los datos.

Gráfico 4.2.6-69

Abundancia total de las especies de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TS



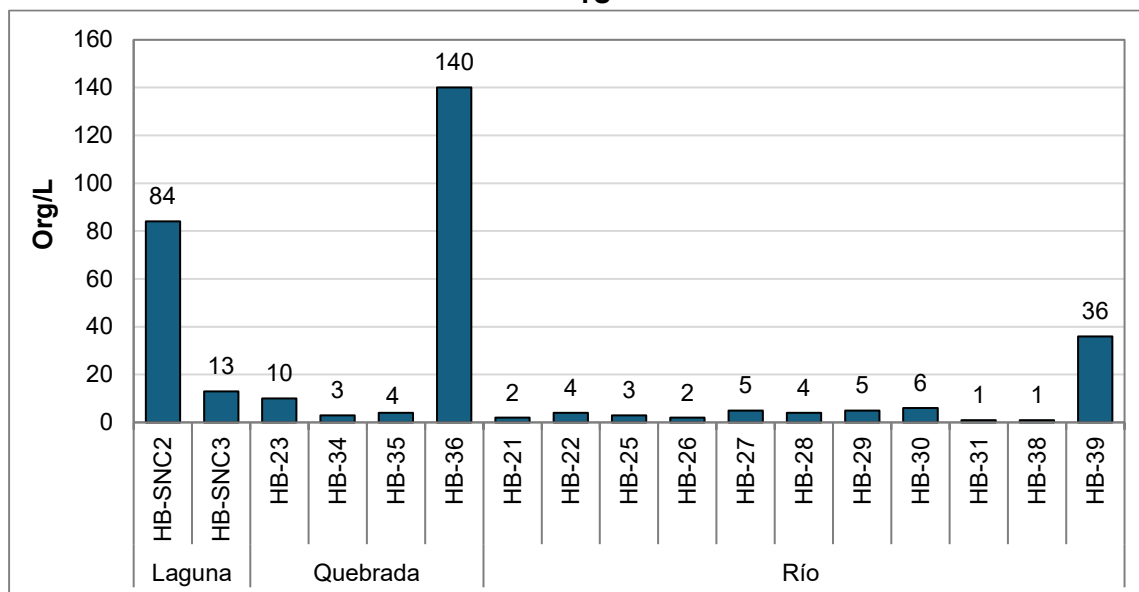
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor a 03 Org/L.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que la estación HB-36 (quebrada) registró la mayor abundancia con 140 Org/L, seguida de la estación HB-SNC2 (laguna) con 84 Org/L; por otro lado, HB-31 y HB-38 (río) mostró la menor abundancia con únicamente 01 Org/L. A nivel general, la mayoría de las estaciones tuvieron una baja abundancia menor de 13 Org/L.

Gráfico 4.2.6-70

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TS

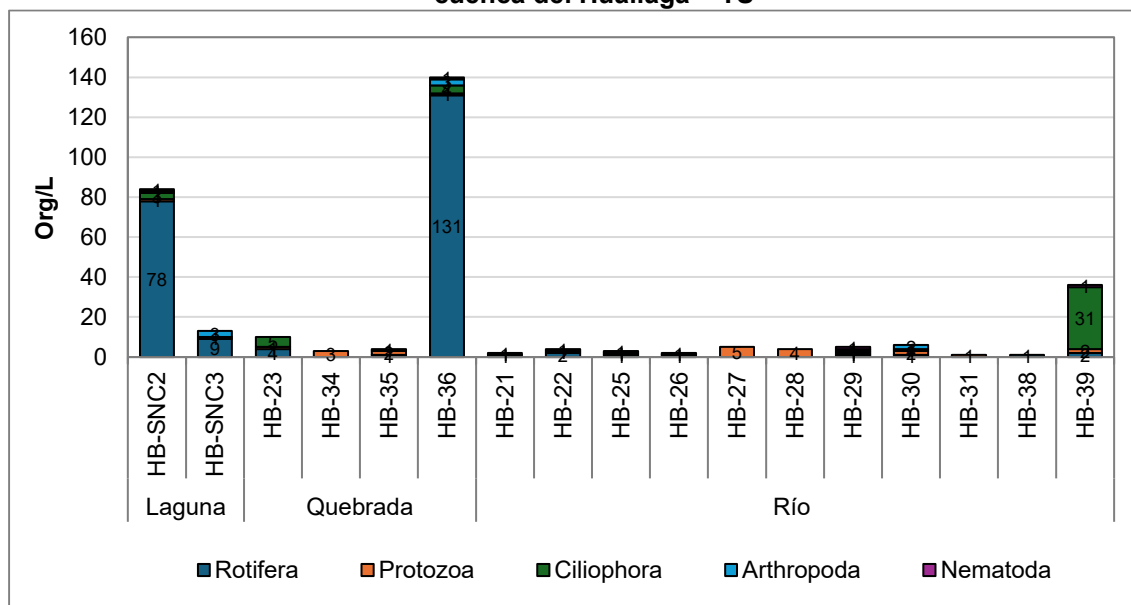


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó un claro dominio del phylum Rotifera en la mayoría de las estaciones, excepto en HB-21. Este grupo presentó sus mayores abundancias en las estaciones HB-36, con 131 Org/L, y HB-SNC2, con 78 Org/L. Por otro lado, el phylum Protozoa estuvo presente en todas las estaciones, pero con bajas abundancias, oscilando entre 1 Org/L y 5 Org/L, motivo por el cual no se reflejó en el gráfico. Cabe destacar que el phylum Ciliophora mostró una abundancia significativa únicamente en la estación HB-39, con 31 Org/L, diferenciándose del resto de los grupos. Los demás phylum registraron valores muy bajos, lo que impidió su representación precisa en el gráfico principal; no obstante, se pueden consultar mayores detalles en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-71

Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

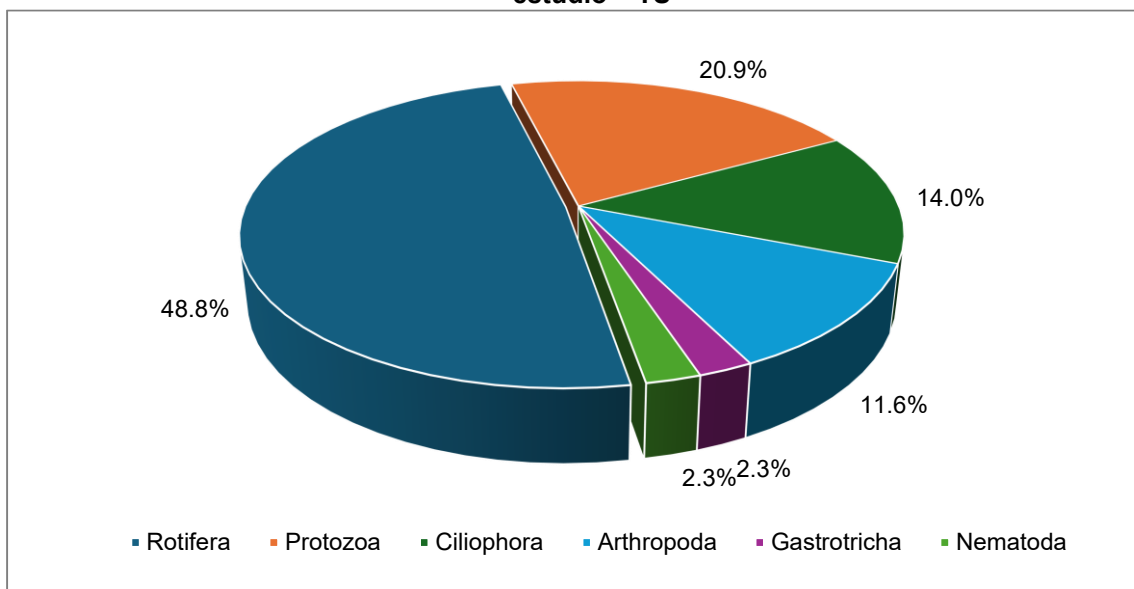
4.2.6.4.1.3.2.4 Cuencas totales

4.2.6.4.1.3.2.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de cuarenta y tres (43) especies, treinta y dos (32) familias, dieciseis (16) órdenes, once (11) clases, y seis (06) Phylum. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Rotifera con 21 especies (48.8%), seguida de Protozoa con 09 especies (20.9%), Ciliophora con 06 especies (14.0%) y Arthropoda con 05 especies (11.6%). En menor riqueza el phylum Gastrotricha y Nematoda con 01 especie (2.3%) cada una.

Gráfico 4.2.6-72

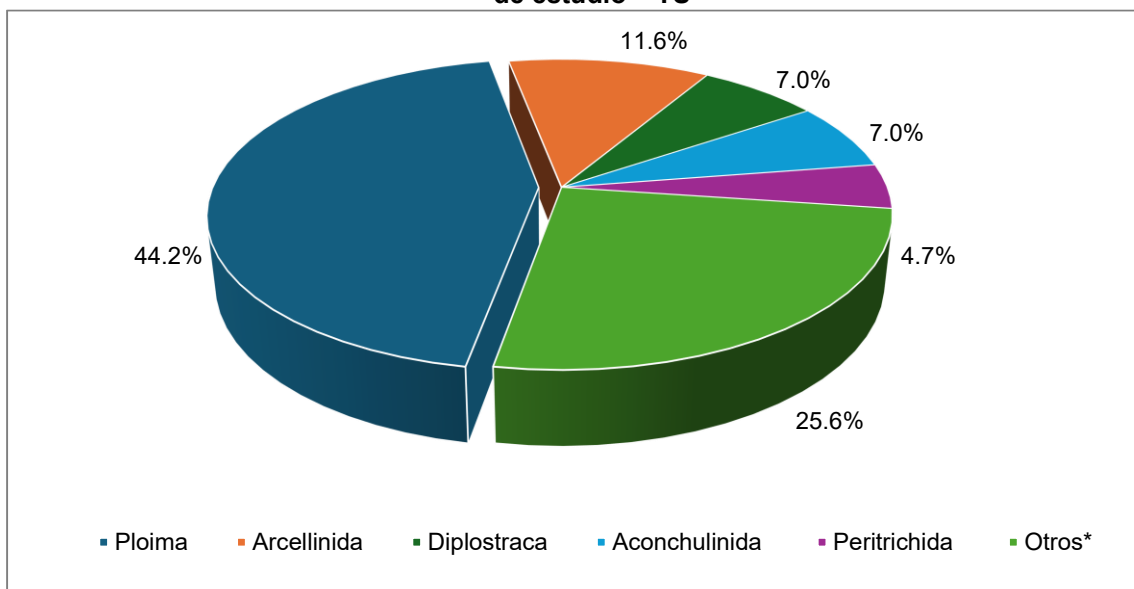
Riqueza total de los phyla de zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas abarcadas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima el cual registró un total de 19 especies (44.2%), seguida de Arcellinida con 05 especies (11.6%), Diplostraca y Aconchulinida con 03 especies (7.0%) cada una y Peritrichida con 02 especies (4.7%), cada una. Por el contrario, los órdenes que presentaron una riqueza de 01 especie fueron agrupados en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-73
Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



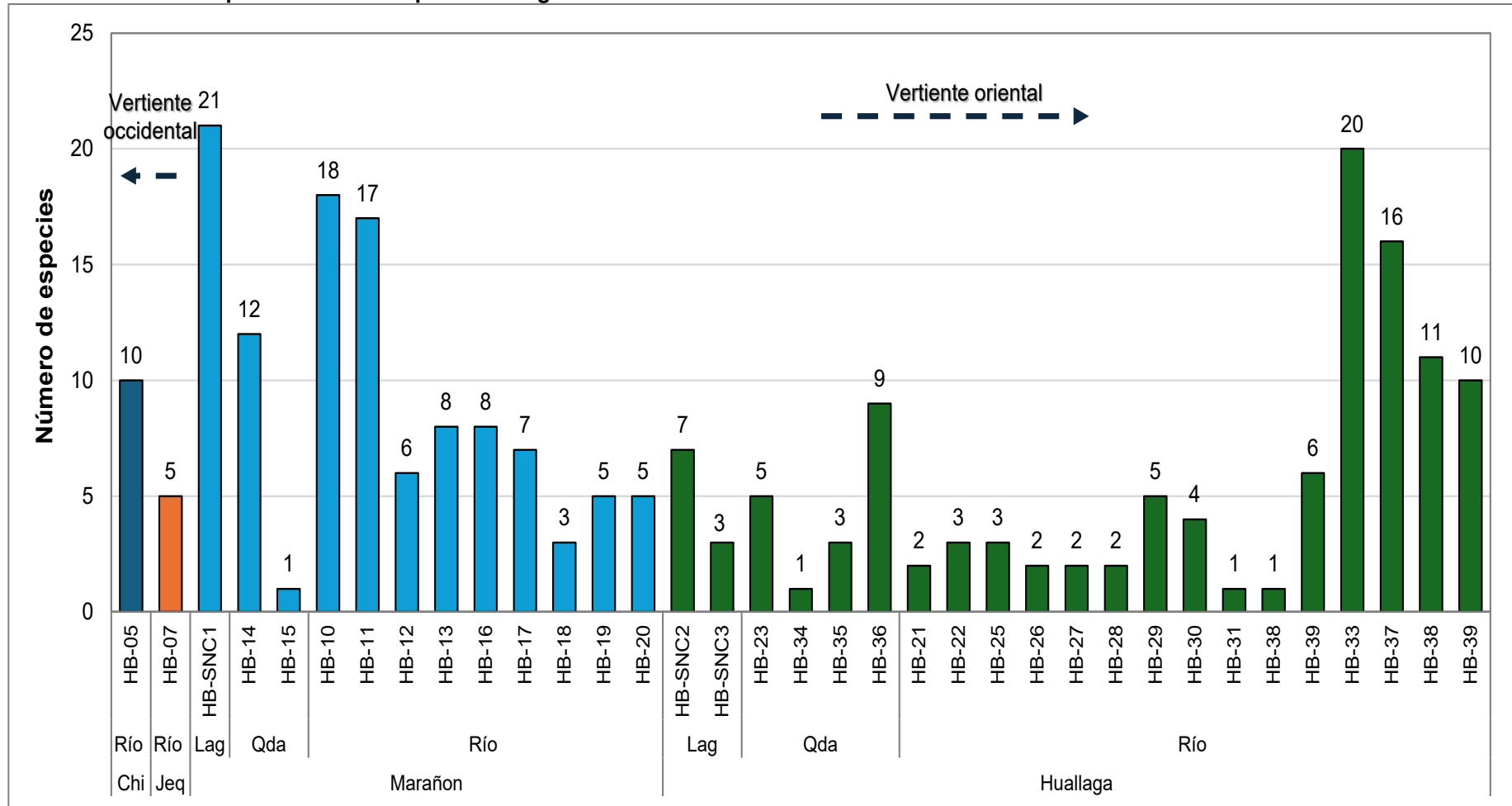
Otros*: Especies que presentaron 01 especie
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, la laguna HB-SNC1, ubicada en la cuenca del Marañón, presentó la mayor riqueza, registrando un total de 21 especies, seguida por la estación HB-33, en la cuenca del Huallaga, con 20 especies. En contraste, las estaciones con menor riqueza fueron HB-15 (Marañón), HB-34, HB-31 y HB-38 (Huallaga), con solo 01 especie cada una.

A nivel general, se observó que en la mayoría de las estaciones la riqueza fluctuó entre 01 y 18 especies, lo que refleja una variabilidad considerable en la diversidad de las comunidades biológicas dentro del área de estudio.

Gráfico 4.2.6-74

Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TS

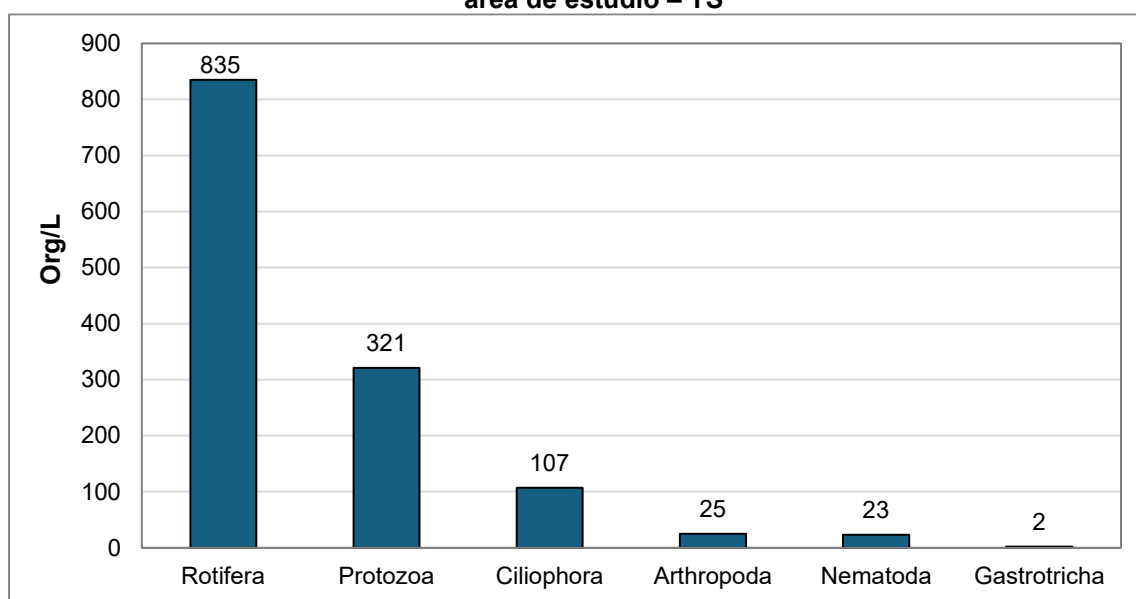


Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de cuarenta y tres (43) especies, treinta y dos (32) familias, dieciséis (16) órdenes, once (11) clases, y seis (06) Phylum con una abundancia total de 1313 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada a nivel de estudio fue Rotifera con 835 Org/L (63.6%), seguida de Protozoa con 321 Org/L (24.4%) y Ciliophora con 107 Org/L (8.1%). Por otro lado, con menores abundancias se encontraron Arthropoda con 25 Org/L (1.9%), Nematoda con 23 Org/L (1.8%), finalmente Gastrotricha únicamente registró 02 Org/L (0.2%).

Gráfico 4.2.6-75
Abundancia total de los phyla del zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS

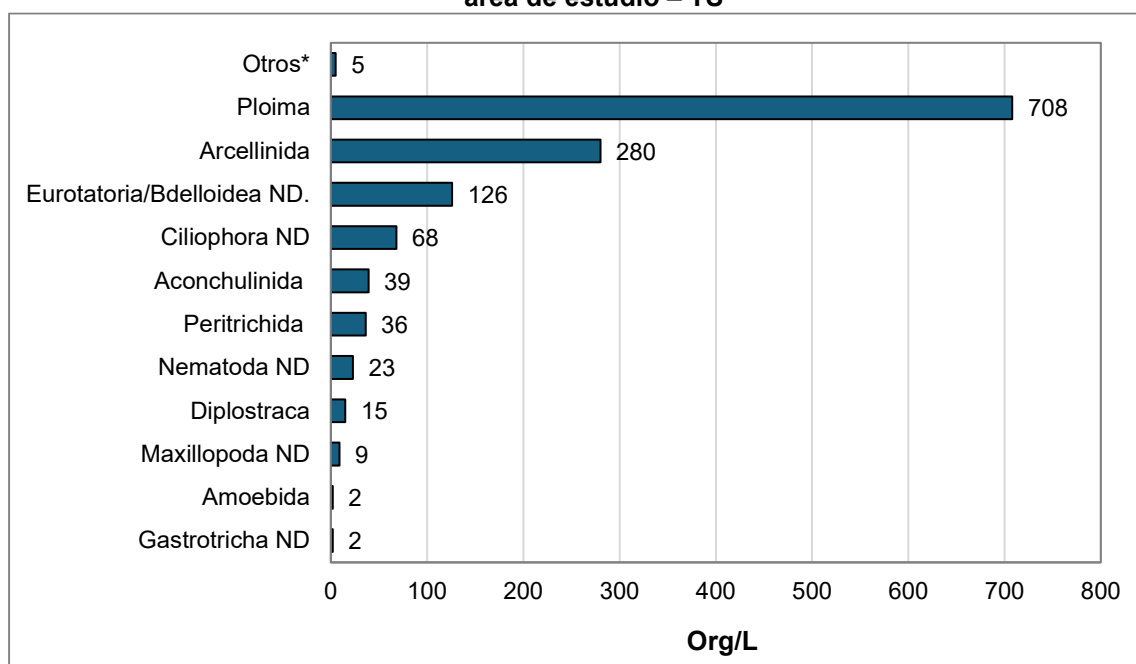


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Ploima con 708 Org/L (53.9%), Arcellinida con 280 Org/L (21.3%), y Eurotatoria/Bdelloidea ND. con 126 Org/L (9.6%). Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 68 Org/L (Ciliophora ND) a 02 Org/L (Gastrotricha ND). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 01 Org/L se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-76

Abundancia total de los órdenes del zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



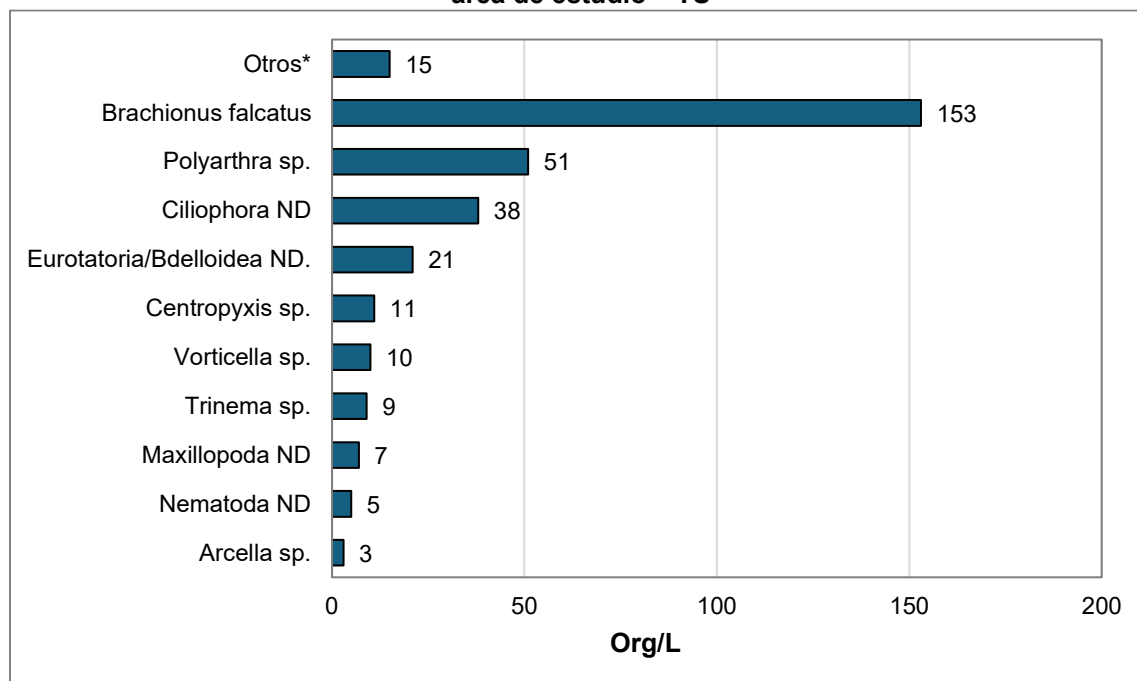
Otros*: Especies que presentaron una abundancia de 01 Org/L.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, *Brachionus falcatus* presentó la mayor abundancia con 153 Org/L siendo la de mayor abundancia, seguido de la especie *Polyarthra* sp. con 21 Org/L y del morfotipo Ciliophora ND con 37 Org/L. En contraste la especie *Arcella* sp., mostró la menor abundancia con 03 Org/L, junto a las especies registras en la categoría de “Otros” que reflejaron de 01 a 02 Org/L.

Gráfico 4.2.6-77

Abundancia total de las especies del zooplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor a 03 Org/L.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

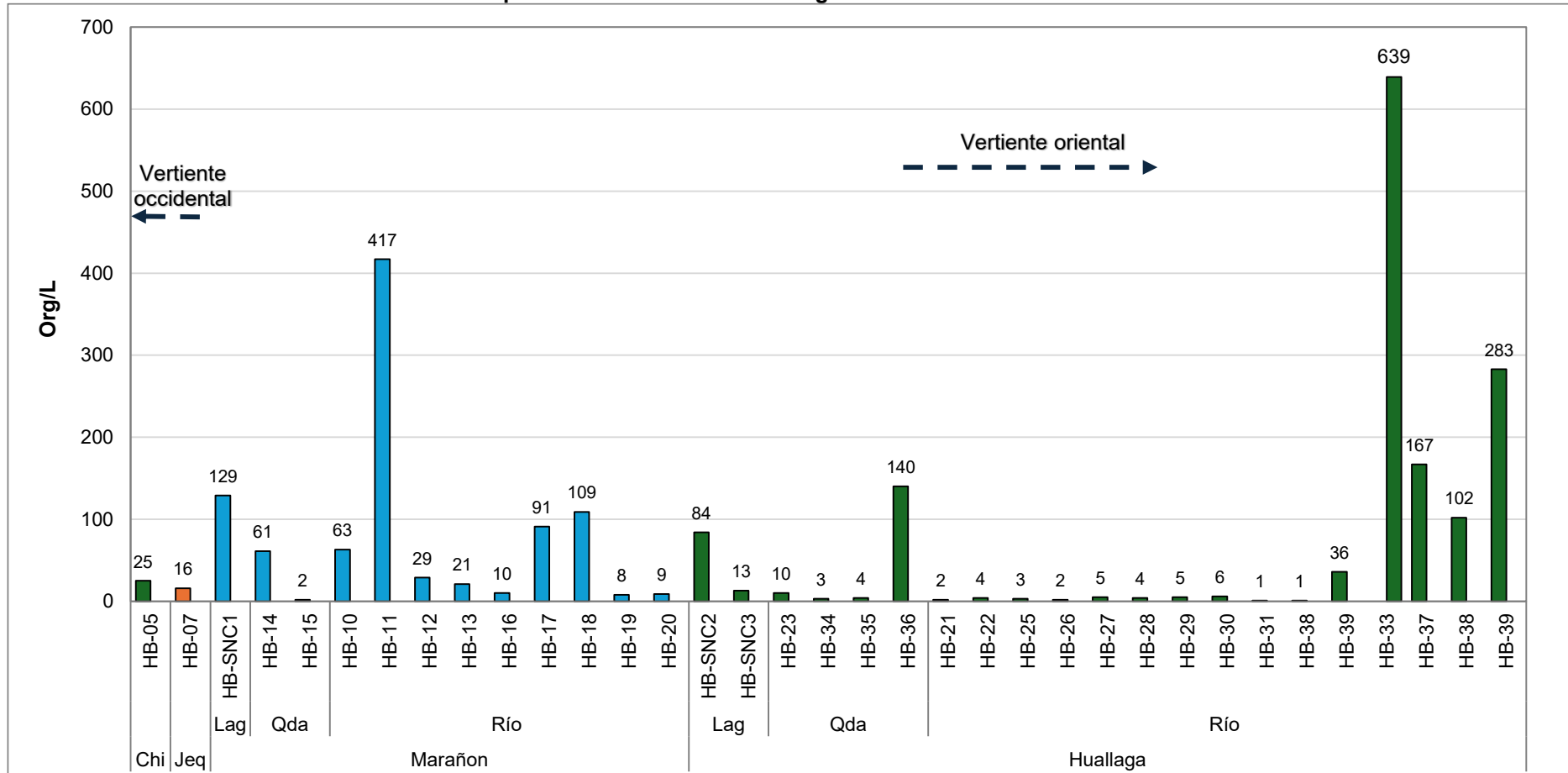
A nivel de las estaciones estudiadas para todas las cuencas se mostró que, en los ríos, específicamente en estaciones como HB-11 (417 Org/L) en la cuenca del Maraón y HB-39 (639 Org/L) en la cuenca del Huallaga. Esto sugiere que los ríos ofrecerían condiciones más favorables para el desarrollo del zooplancton, como mayor flujo de nutrientes y oxigenación.

En lagunas y quebradas en el área de estudio, como HB-SNC1 (Maraón) con 61 Org/L y HB-15 (Maraón) con solo 2 Org/L, se evidencia una menor abundancia. Esto podría estar relacionado con limitaciones en nutrientes, menor circulación de agua, o presiones ecológicas como la competencia y la contaminación.

A nivel de las cuencas, Chicama y Jequetepeque, las abundancias fueron consistentemente bajas, con valores máximos de 25 Org/L en HB-05 (Chicama) y 16 Org/L en HB-07 (Jequetepeque). Esto sugiere que estas cuencas tienen condiciones menos favorables para la comunidad de zooplancton. La cuenca del Huallaga mostró los valores más altos (639 Org/L en HB-39) y una mayor variabilidad, lo que refleja una combinación de estaciones con condiciones probablemente favorables como desfavorables.

Gráfico 4.2.6-78

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en las cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.5 Diversidad alfa

Los resultados para el zooplancton reflejan cómo varían los índices de diversidad alfa (Shannon-Wiener, Margalef y equidad de Pielou), la riqueza y la abundancia de especies según la cuenca y el cuerpo de agua. En la cuenca Chicama, el río Chicama en la estación HB-05 presentó índices de diversidad altos, debido a que obtuvo un valor de Shannon-Wiener (H') de 2.223 nats/ind y un índice de Margalef (D_m) de 2.796, indicando una comunidad diversa. Además, la equidad de Pielou (J') de 0.966 refleja que las especies están uniformemente representadas, con una dominancia mínima.

En la cuenca Jequetepeque, el río Chilate en la estación HB-07 registró una riqueza de 5 especies y una abundancia de 16 organismos. Los índices de diversidad son moderados, con un H' de 1.640 nats/ind y un D_m de 1.443, lo que sugiere una comunidad con menor complejidad. No obstante, la equidad de Pielou (J') de 1.000 indica que todas las especies tienen exactamente la misma abundancia relativa, sin ninguna especie dominante.

En la cuenca Marañón, la única laguna en la estación HB-SNC1 mostró la mayor riqueza en esta cuenca, con 21 especies y una abundancia de 129 org/L. Los índices de diversidad fueron elevados, con H' de 2.535 nats/ind y D_m de 4.115, aunque la equidad de Pielou ($J' = 0.833$) sugiere una ligera dominancia de algunas especies. Dentro de las quebradas, la estación HB-14 destacó por su alta diversidad con H' de 2.289 nats/ind, y una equidad de 0.921, indicando una comunidad equilibrada y diversa. Asimismo, para los ríos la estación HB-10 destacó con una diversidad alta, debido a que obtuvo H' de 2.800 nats/ind y una equidad de 0.969, indicando comunidades equilibradas y diversas. Por el contrario, estaciones como HB-18 presentaron una baja diversidad ($H' = 0.322$ nats/ind, $D_m = 0.426$) y una equidad extremadamente baja ($J' = 0.293$), reflejando una comunidad dominada y esta es explicada por la abundancia de *Centropyxis* sp. con 101 Org/L. La estación HB-19 mostró un balance perfecto ($J' = 1.000$) con 5 especies y una abundancia baja de 8 organismos, indicando igualdad en la representación de las especies.

En la cuenca Huallaga, para las lagunas evaluadas se obtuvo que, la estación HB-SNC3 mostró una diversidad moderada ($H' = 0.867$ nats/ind, $D_m = 0.780$) y una equidad de 0.789, lo que sugiere una comunidad menos equilibrada. Por otro lado, la estación HB-SNC2, con una riqueza de 7 especies y una abundancia de 84 Org/L, presentó valores bajos de diversidad ($H' = 1.075$ nats/ind) y una equidad de 0.552, indicando un predominio de una o pocas especies. Las quebradas como la estación la estación HB-36 presentó una baja equidad ($J' = 0.481$), con dominancia evidente en la composición de la comunidad seguida de la estación HB-34 que no presentó valores de diversidad debido a que solo se obtuvo una especie. En cuanto a los ríos, estaciones como HB-21, HB-22 y HB-25 presentaron equidad perfecta ($J' = 1.000$) y diversidad moderada (H' entre 0.943 y 1.820 nats/ind), reflejando comunidades balanceadas, aunque con baja riqueza y abundancia.

De manera general, la equidad perfecta observada en varias estaciones ($J' = 1.000$) sugiere condiciones donde las especies tienen la misma abundancia relativa, mientras que valores bajos de equidad, como en HB-18 y HB-36, reflejan dominancia marcada de algunas especies. Estos resultados resaltan la heterogeneidad de las comunidades de zooplancton en las cuencas estudiadas.

Gráfico 4.2.6-9
Índice de diversidad alfa para el fitoplancton en las estaciones del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	10	25	2.223	2.796	0.966
Jequetepeque	Río	HB-07	5	16	1.640	1.443	1.000
Marañón	Laguna	HB-SNC1	21	129	2.535	4.115	0.833
	Quebrada	HB-14	12	61	2.289	2.676	0.921
		HB-15	1	2	-	-	
	Río	HB-10	18	63	2.800	4.103	0.969
		HB-11	17	417	1.753	2.652	0.619
		HB-12	6	29	1.605	1.485	0.896
		HB-13	8	21	2.228	2.299	1.000
		HB-16	8	10	2.375	3.040	1.000
		HB-17	7	91	1.350	1.330	0.694
		HB-18	3	109	0.322	0.426	0.293
		HB-19	5	8	1.636	1.924	1.000
		HB-20	5	9	1.649	1.820	1.000
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	7	84	1.075	1.354	0.552
		HB-SNC3	3	13	0.867	0.780	0.789
	Quebrada	HB-23	5	10	1.757	1.737	1.000
		HB-34	1	3	-	-	-
		HB-35	3	4	1.290	1.443	1.000
		HB-36	9	140	1.057	1.619	0.481
	Río	HB-21	2	2	0.943	1.443	1.000
		HB-22	3	4	1.290	1.443	1.000

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
		HB-25	3	3	1.432	1.820	1.000
		HB-26	2	2	0.943	1.443	1.000
		HB-27	2	5	0.600	0.621	0.866
		HB-28	2	4	0.687	0.721	0.992
		HB-29	5	5	2.009	2.485	1.000
		HB-30	4	6	1.580	1.674	1.000
		HB-31	1	1	-	-	-
		HB-38	1	1	-	-	-
		HB-39	6	36	1.117	1.395	0.624

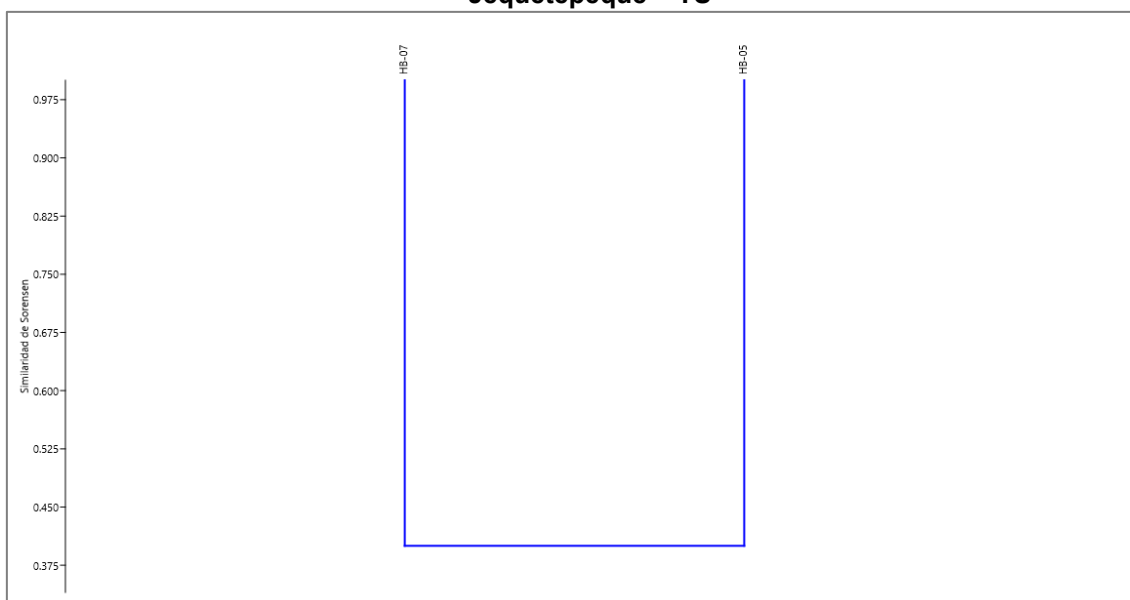
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.6 Diversidad beta

4.2.6.4.1.3.2.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

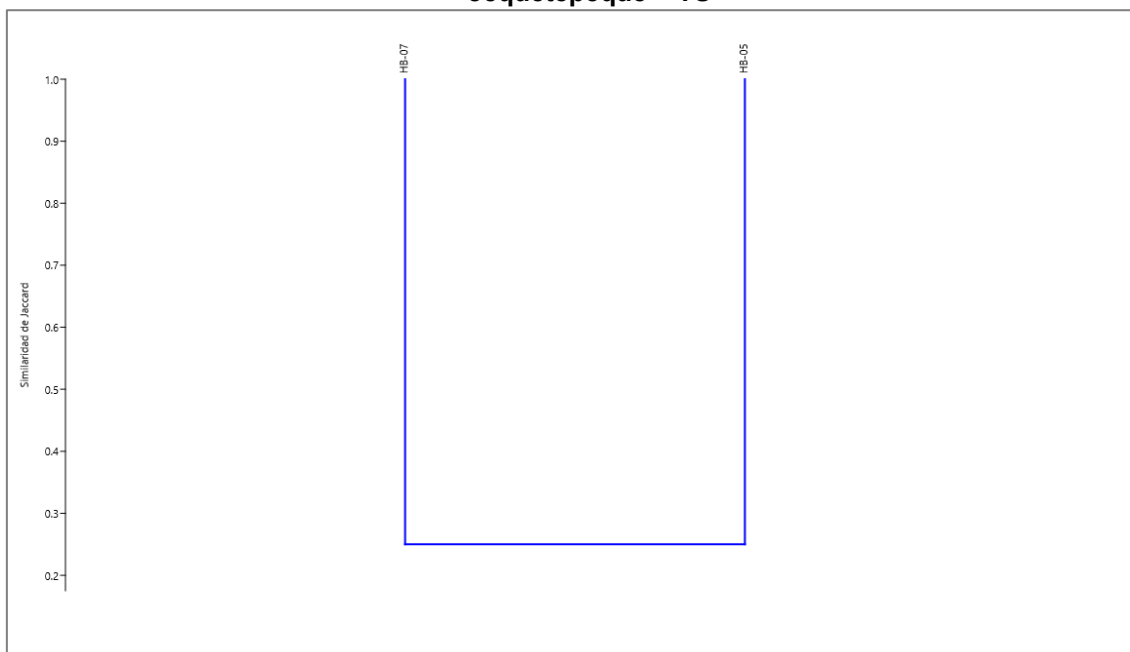
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar una similitud del 39% entre las estaciones HB-05 (Chicama) y HB-07 (Jequetepeque) según Sorensen y 25% según Jaccard. Esto refleja que estas estaciones comparten un conjunto significativo de especies, con Sorensen enfatizando más las especies compartidas, mientras que Jaccard destaca tanto las especies exclusivas como las comunes. La baja similitud entre estos puede explicarse por la naturaleza del cuerpo de agua ya que, a pesar de ser ambos ríos, estos pertenecen a cuencas diferentes; por lo tanto, condiciones diferentes que se reflejarán en la riqueza de las estaciones.

Gráfico 4.2.6-79
Índice de similaridad de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-80
Índice de similitud de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.6.2 Cuenca de Marañón

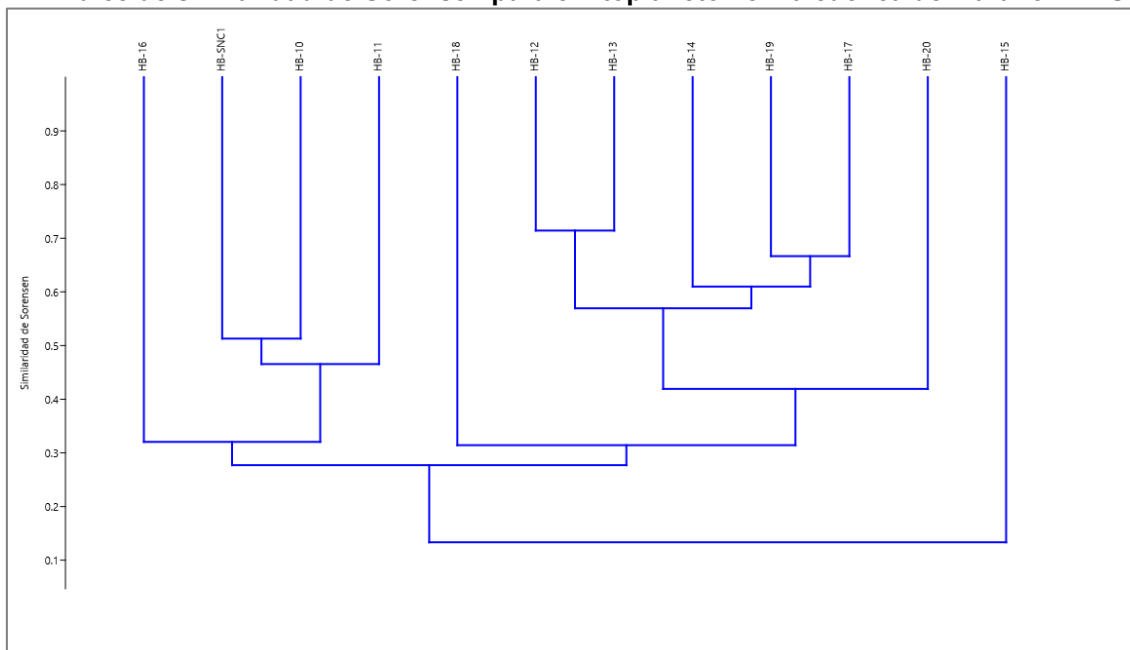
Los índices de similitud de Sorensen y Jaccard revelaron una estructura clara en el zooplancton, identificando dos grupos principales con similitudes generales bajas: 15% según Jaccard y 10% según Sorensen. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-15, y 2) el resto de las estaciones.

El primer grupo está compuesto exclusivamente por la estación HB-15, ubicada en una quebrada de la cuenca del Marañón, un tipo de cuerpo de agua con probablemente características distintivas que explican su segregación.

En el segundo grupo, se observó una subdivisión adicional, donde las estaciones se agruparon con una similitud del 28% según Sorensen y del 15% según Jaccard. Dentro de este grupo se identificaron dos subgrupos: 1) Un subgrupo conformado por HB-16, HB-11, HB-SNC1 y HB-10, con las estaciones HB-10 y HB-SNC1 mostrando la mayor similitud (50% según Sorensen y 35% según Jaccard). 2) Otro subgrupo integrado por HB-18, HB-14, HB-19, HB-17, HB-20, HB-12 y HB-13, donde las estaciones HB-12 y HB-13 presentaron la mayor similitud (70% según Sorensen y 55% según Jaccard).

Gráfico 4.2.6-81

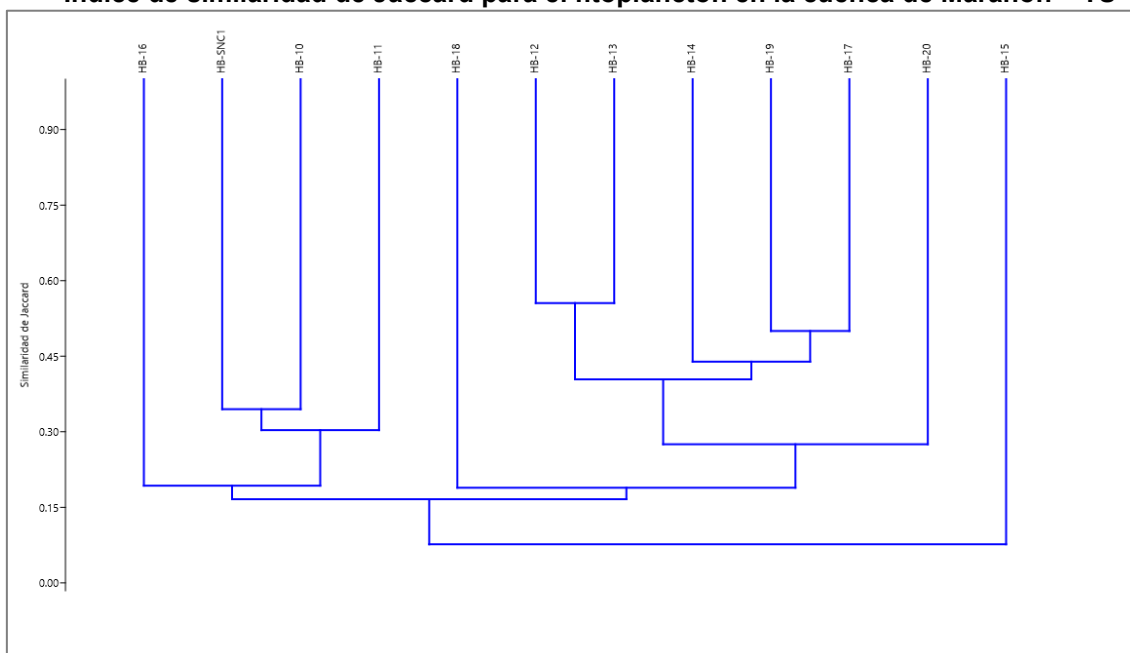
Índice de similitud de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Marañon – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-82

Índice de similitud de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Marañon – TS



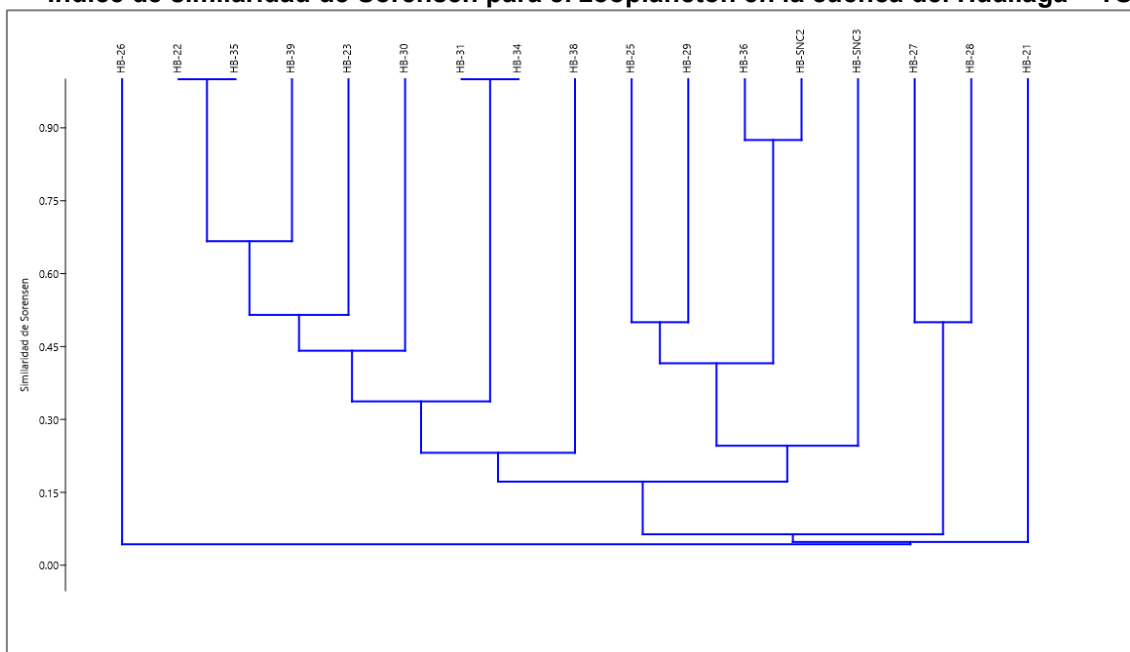
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.2.6.3 Cuenca de Huallaga

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales muy bajas, del 8% y 2%, respectivamente. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-26, y 2) el resto de las estaciones.

En el segundo grupo, la estación HB-21 se destacó por su notable diferenciación, mostrando similitudes muy bajas con las demás estaciones del grupo (2% según Jaccard y 8% según Sorensen). Estos valores sugieren que la composición de especies en HB-21 es considerablemente diferente de las demás estaciones de este conjunto. Por otro lado, las estaciones HB-31 y HB-34 exhibieron la mayor similitud entre sí, con valores del 99% tanto para Jaccard como para Sorensen. Asimismo, las estaciones HB-22 y HB-35 también mostraron una alta similitud, con un 99% en ambos índices. Estos resultados indican una comunidad biológica excepcionalmente homogénea en estas estaciones.

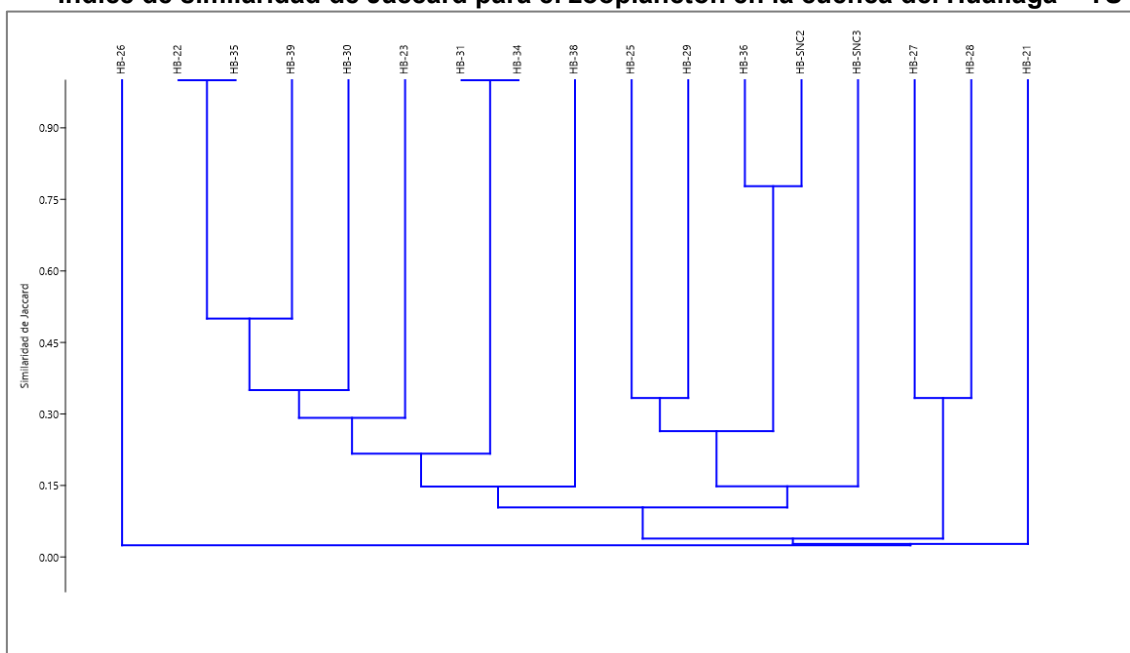
Gráfico 4.2.6-83
Índice de similitud de Sorensen para el zooplancton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-84

Índice de similaridad de Jaccard para el zooplancton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3 Perifiton

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

4.2.6.4.1.3.3.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

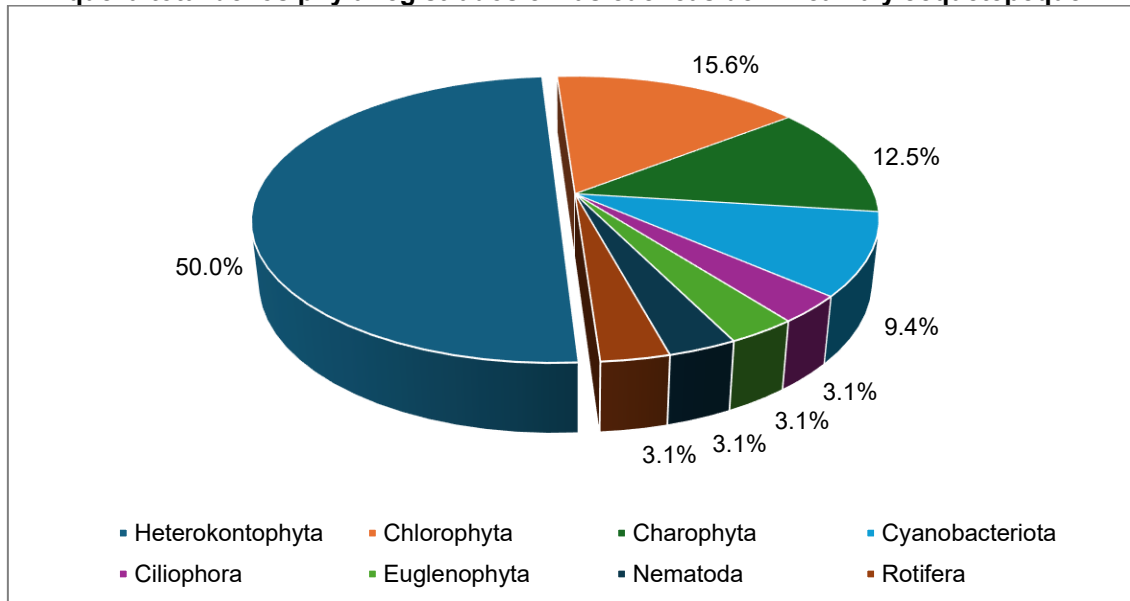
Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, solo la estación HB-07 tuvo agua disponible. Como resultado, se mantuvo una única estación activa por cuenca.

4.2.6.4.1.3.3.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas Chicama y Jequetepeque se registraron un total de treinta y dos (32) especies, pertenecientes a veintiseis (26) familias, veinte (20) órdenes, nueve (09) clases, y ocho (08) phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para dichas cuencas fue Heterokontophyta con 16 especies (50%), seguida de Chlorophyta con 05 especies (15.6%), Charophyta con 04 especies (12.5%) y, en menor riqueza, las phyla Ciliophora, Euglenophyta, Nematoda y Rotifera con 01 especie (3.1%) cada una.

Gráfico 4.2.6-85

Riqueza total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

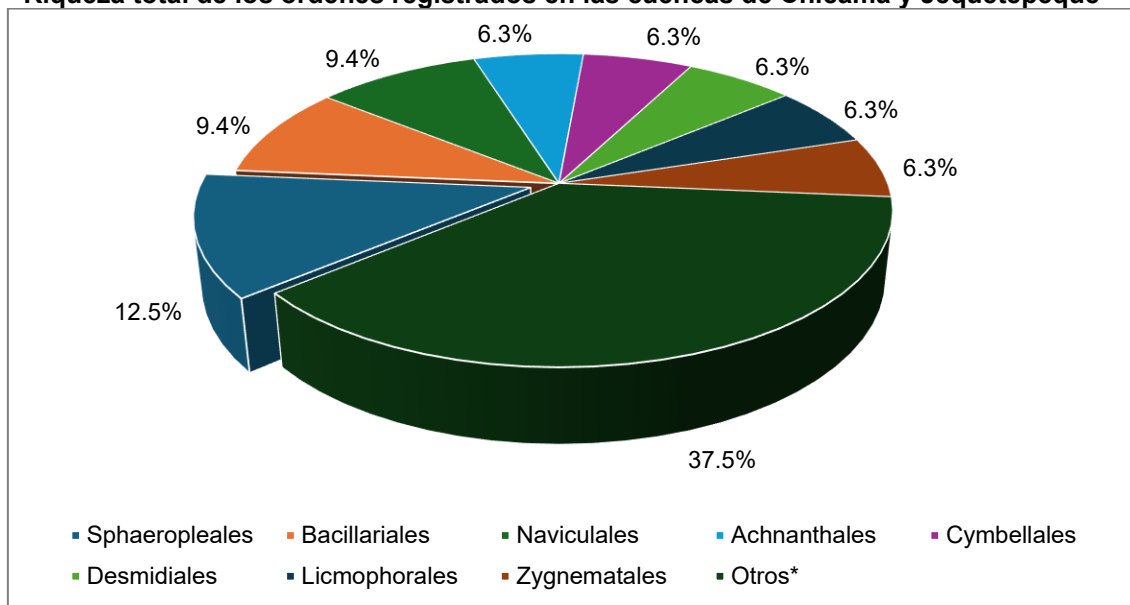


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados en las cuencas Chicama y Jequetepeque, se evidenció una mayor riqueza para los órdenes Sphaeropleales (Chlorophyta) con un total de 04 especies (12.5%), Bacillariales (Heterokontophyta) y Naviculales (Heterokontophyta), con un total de 03 especies (9.4%) cada uno. A continuación, se encontró una menor riqueza para el orden Achnanthales (Heterokontophyta), Cymbellales (Heterokontophyta), Desmidiales (Charophyta), Licmophorales (Heterokontophyta) y Zygnematales (Charophyta) con 02 especies (6.3%) cada uno, además de los doce órdenes que registraron 01 especie (37.5%) cada uno y se agruparon en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-86

Riqueza total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

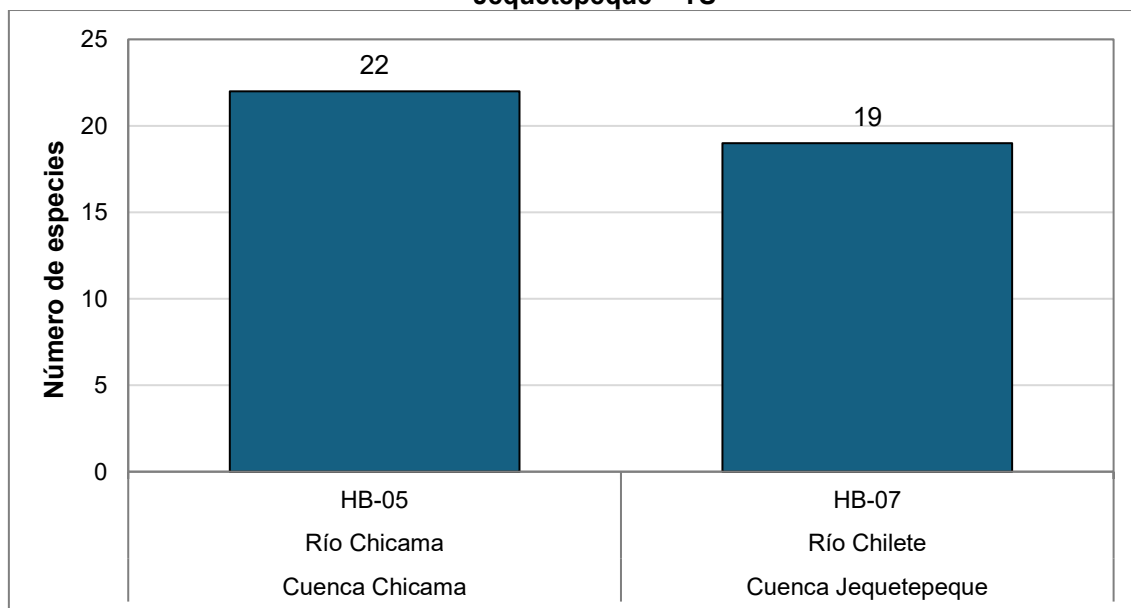


Otros*: Phyla que reportaron 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca, se observó que la estación HB-05, ubicada en el río Chicama, perteneciente a la cuenca del río Chicama, presentó la mayor riqueza con 22 especies registradas. En contraste, la estación HB-07, situada en el río Chilete, que pertenece a la cuenca del río Jequetepeque, registró únicamente 19 especies.

Gráfico 4.2.6-87
Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



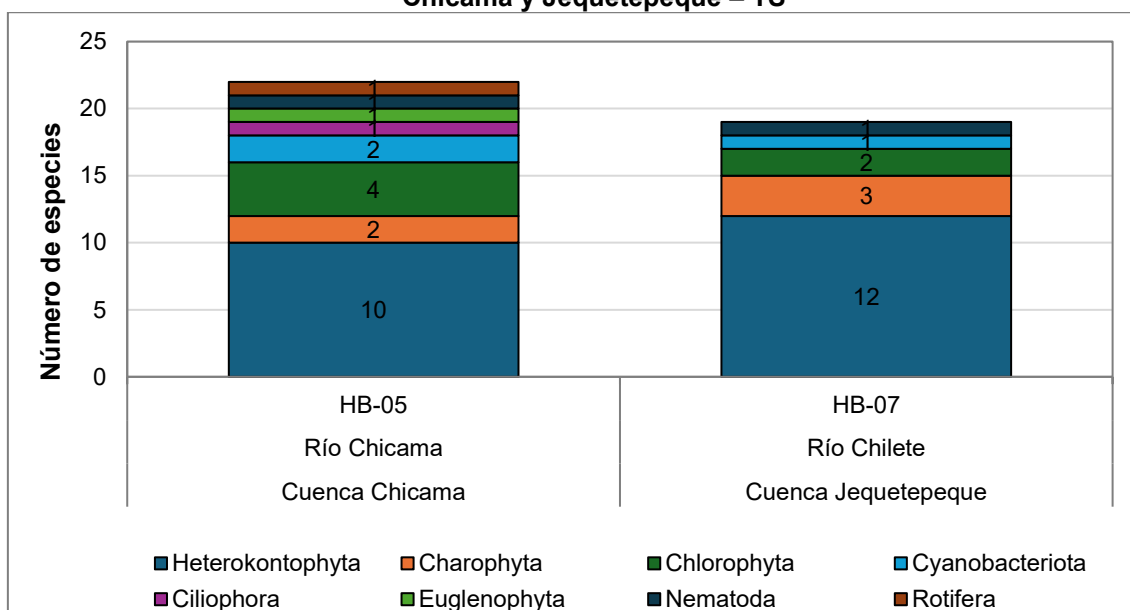
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las phyla registradas en las estaciones ubicadas en las cuencas del río Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-07 (cuenca de Jequetepeque), el phylum Heterokontophyta presentó la mayor riqueza con 12 especies (63.2%), seguida de Charophyta con 03 especies (15.8%) y el phylum Chlorophyta con 02 especie (10.5%), mientras que el phylum con menor riqueza fue Cyanobacteriota con 01 especie (5.3%).

Este patrón también lo mostró la estación HB-05 (cuenca de Chicama), donde Heterokontophyta registró la mayor riqueza con 10 especies (45.5%), seguida de chlorophyta con 04 especies (18.2%), Charophyta y Cyanobacteriota con 02 especies (9.1%) cada una respectivamente. Las phyla con menor riqueza fueron Ciliophora, Euglenophyta, Nematoda, y Rotífera con 01 especie (4.5%) cada una.

Gráfico 4.2.6-88

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



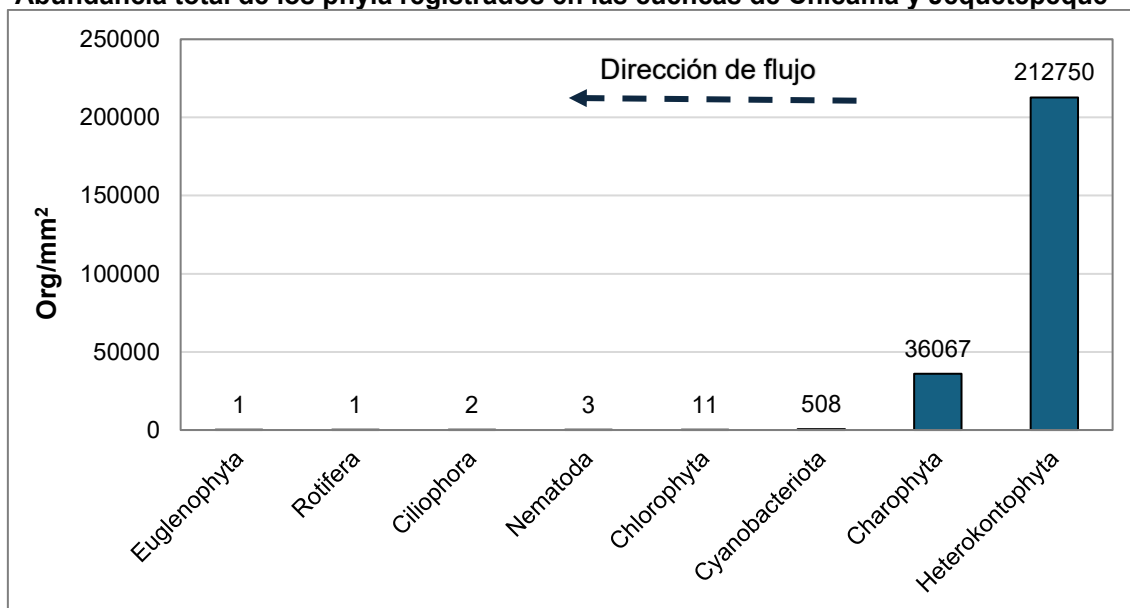
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.1.2 Abundancia

En el área de estudio, se reportó una abundancia total de 249343 Org/mm². El phylum Heterokontophyta registró la mayor abundancia con 212750 Org/mm² (85.3%), seguida de Charophyta con 36067 Org/mm² (14.5%). En menor abundancia se encontraron Cyanobacteriota con 508 Org/mm² (0.2%) y Chlorophyta, Nematoda, Ciliophora, Rotifera y Euglenophyta con menos de 11 Org/mm² (<0.1%).

Gráfico 4.2.6-89

Abundancia total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

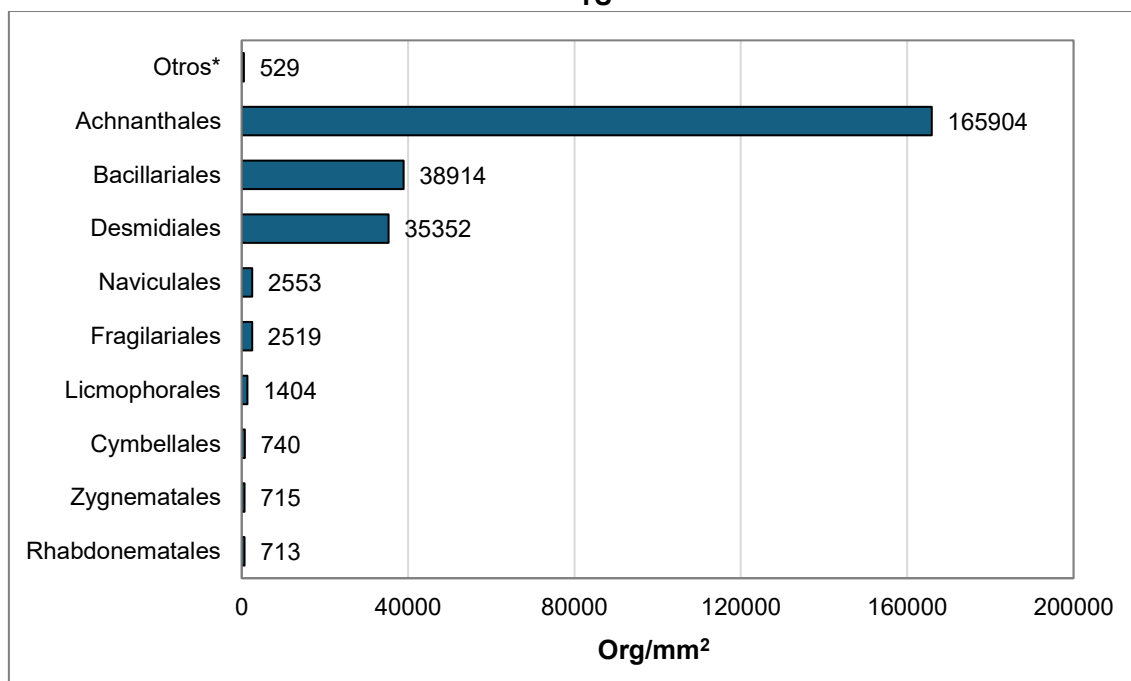


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general en las cuencas, se observó que el orden Achnanthales (Heterokontophyta) fue el de mayor abundancia, con 165904 Org/mm² (66.5%), seguido por Bacillariales (Heterokontophyta) con 38914 Org/mm² (15.6%), Desmidiales (Charophyta) con 35352 Org/mm² (14.2%), Naviculales (Heterokontophyta) con 2553 Org/mm² (1.02%) y Fragilariales (Heterokontophyta) con 2519 Org/mm² (1.01%). Se registraron cuatro órdenes con una abundancia inferior a 1500 Org/mm² (<0.6%), además se registraron 11 órdenes con una abundancia menor a 300 Org/mm² agrupados en Otros (<0.1%).

Gráfico 4.2.6-90

Abundancia total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

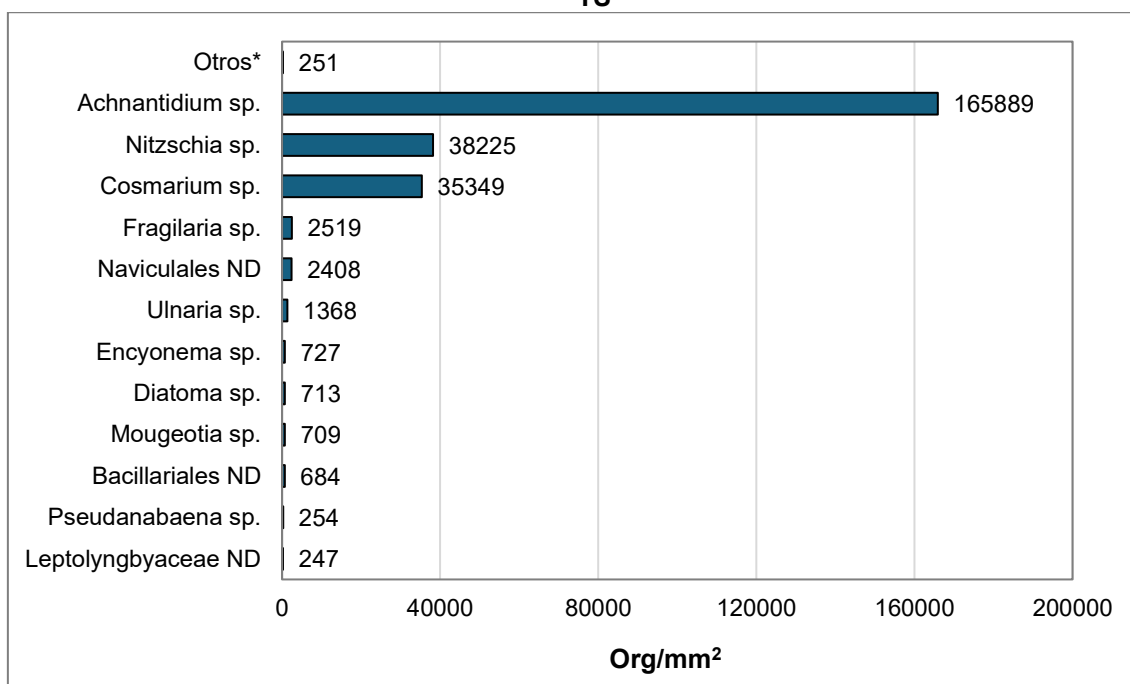


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en ambas cuencas, el morfotipo *Achnantidium* sp. presentó la mayor abundancia, con 165889 Org/mm², seguido por *Nitzschia* sp., con 38225 Org/mm², *Cosmarium* sp. con 35349 Org/mm², *Fragilaria* sp. con 2519 Org/mm², Naviculales ND con 2408 Org/mm² y *Ulnaria* sp. con 1368 Org/mm². Las demás especies registradas mostraron una abundancia inferior a 1000 Org/mm².

Gráfico 4.2.6-91

Abundancia total de las especies registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

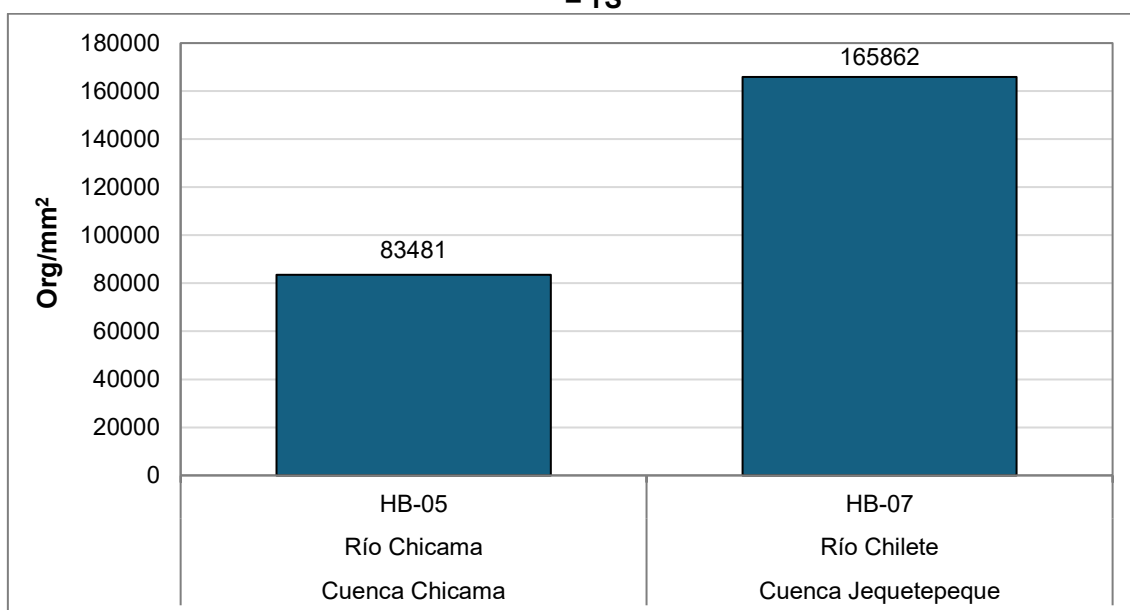


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas en cada cuenca, se observó que la estación HB-07, ubicada en el río Chilete de la cuenca del Jequetepeque, registró la mayor abundancia con 165862 Org/mm². En cambio, la estación HB-05, situada en el río Chicama de la cuenca del mismo nombre, presentó una abundancia de 83481 Org/mm².

Gráfico 4.2.6-92

Abundancia total de las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

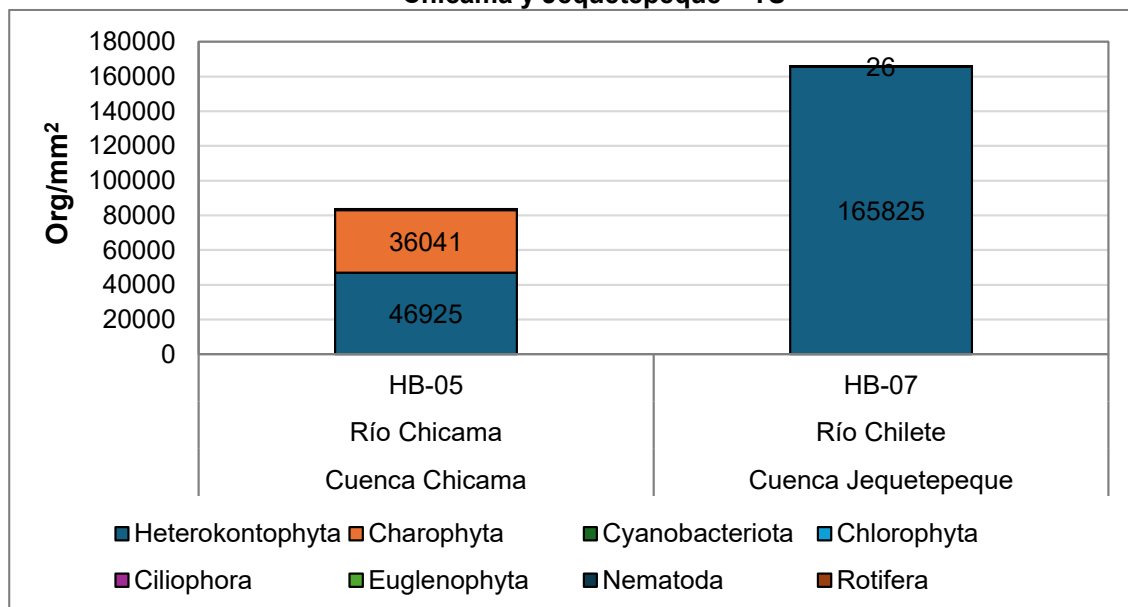


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca Jequetepeque, en el cual se observó que para la estación HB-07 el phylum Heterokontophyta registró una abundancia abrupta de 165825 Org/mm² (99.9%), las demás phyla presentaron una abundancia menor a 26 Org/mm² (<0.02%), razón por el cual en el presente gráfico no se logra visualizar la abundancia de estas; sin embargo, para un mayor detalle ver los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Este patrón también lo mostró la estación HB-05 de la cuenca de Chicama, el cual el phylum Heterokontophyta registró la mayor abundancia con 46925 Org/mm² (56.2%), seguida de Charophyta con 36041 Org/mm² (43.17%) y finalmente las phyla con menor abundancia como Cyanobacteriota, Chlorophyta, Ciliophora, Euglenophyta, Nematoda y Rotifera con menos de 8 Org/mm² (<0.6%).

Gráfico 4.2.6-93
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



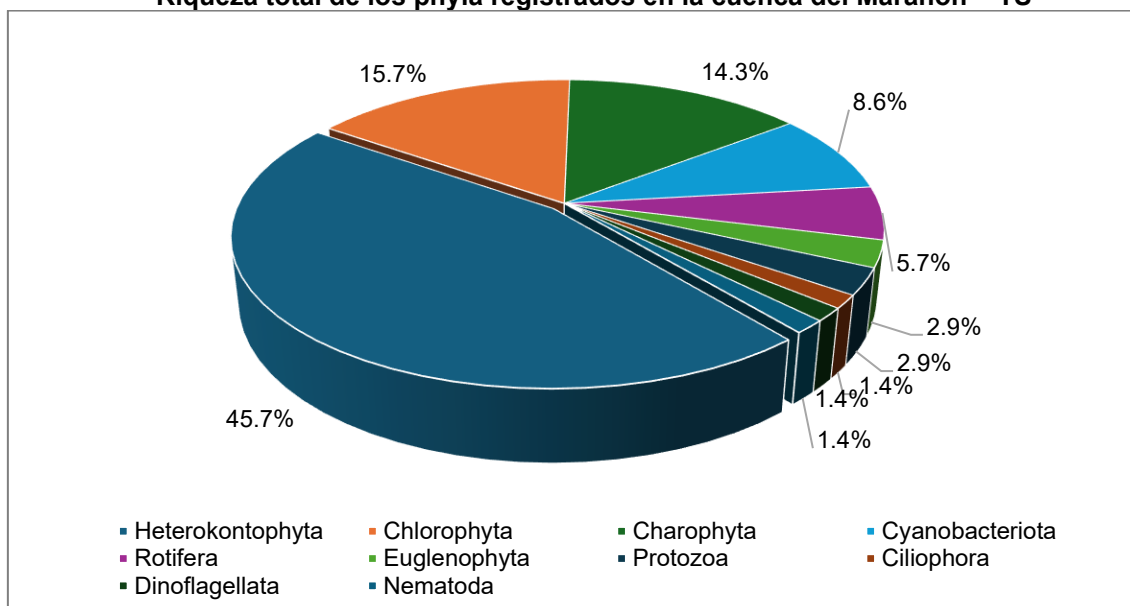
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.2 Cuenca Marañón

4.2.6.4.1.3.3.2.1 Riqueza

En el área de estudio de la cuenca del Marañón, se registraron un total de setenta (70) especies, cuarenta y ocho (48) familias, treinta y uno (31) órdenes, catorce (14) clases, y diez (10) phyla. El phylum con mayor riqueza fue Heterokontophyta, con 32 especies (45.7%), seguida de Chlorophyta con 11 especies (15.7%) y Charophyta con 10 especies (14.3%). El phylum Cyanobacteriota presentó 06 especies (8.6%), seguido del phylum Rotifera con 04 especies (5.7%), las phyla Protozoa y Euglenophyta con 02 especies (2.9%) cada uno, mientras que las phyla Ciliophora, Dinoflagellata y Nematoda fueron las de menor riqueza, con 01 especie (1.4%) cada una.

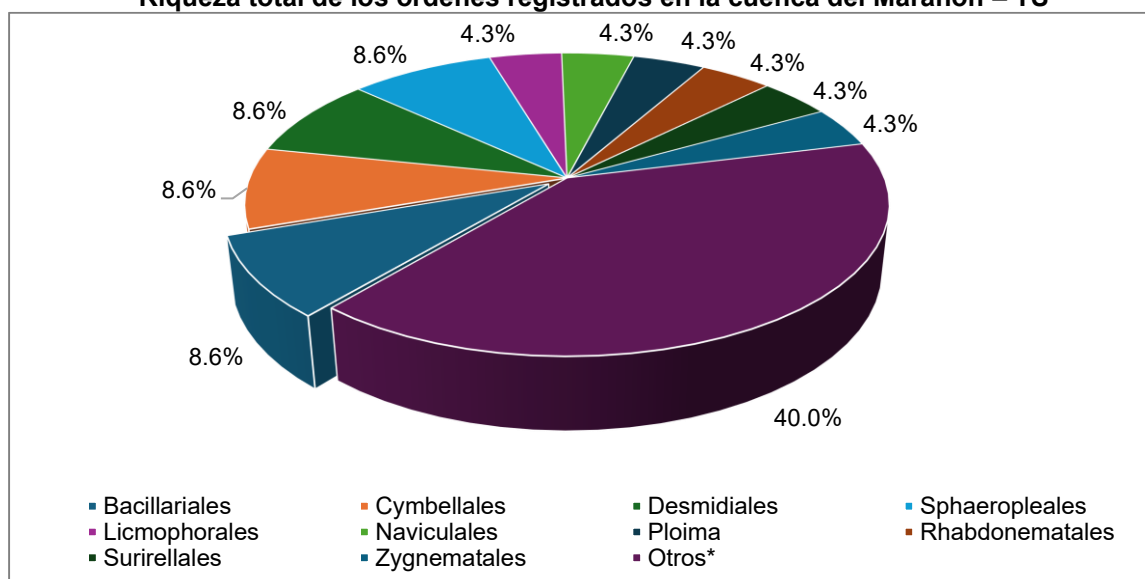
Gráfico 4.2.6-94
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Maraón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados en la cuenca del Maraón, se observó una mayor riqueza en los órdenes Bacillariales (Heterokontophyta), Cymbellales (Heterokontophyta), Desmidiáles (Charophyta) y Sphaeropleales (Chlorophyta) las cuales registraron un total de 06 especies (8.6%) cada una, seguido de los órdenes Licmophorales (Heterokontophyta), Naviculales (Heterokontophyta), Ploima (Rotifera), Rhabdonematales (Heterokontophyta), Surirellales (Heterokontophyta), Zygnematales (Charophyta) con 3 especies (4.3%) cada una. Además, los 21 órdenes que registraron menos de 03 especies fueron agrupados bajo la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-95
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca del Maraón – TS



Otros*: Órdenes que registraron entre 01 a 02 especies
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies registrada en las estaciones de muestreo de la cuenca del Maraón, se observó que la estación HB-SNC1, correspondiente a una laguna, presentó la mayor riqueza con un total de 21 especies. Le siguieron las estaciones HB-11 (río) con 19 especies y HB-14 (quebrada) con 18 especies. Por otro lado, la estación con menor riqueza fue la estación HB-19 que registró 9 especies.

Gráfico 4.2.6-96
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Maraón – TS



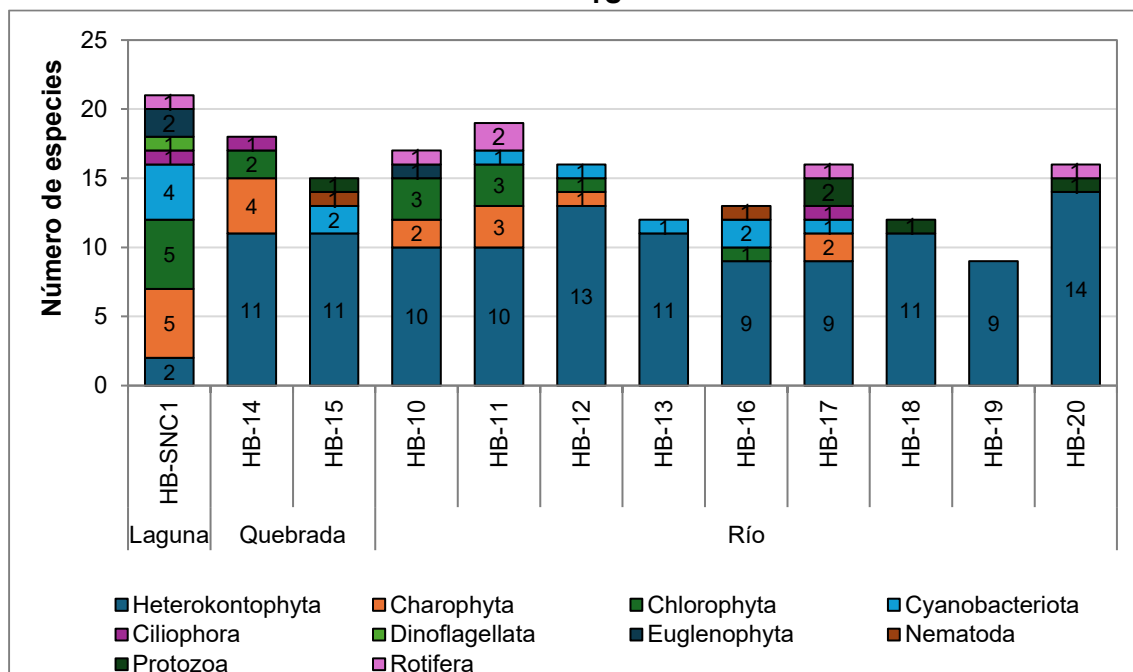
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones ubicadas en la cuenca Maraón, se observó que el phylum Heterokontophyt tuvo la mayor riqueza en todas las estaciones (excepto HB-SNC1), registrando entre 14 especies en la estación HB20, 13 especies en la estación HB12, 11 especies en las estaciones HB-14, HB15, HB13 y HB18, 10 especies en las estaciones HB-10 y HB-11. Por otro lado, en la estación HB-SNC1 (laguna), el phylum Chlorophyta y Chrophyta destacó con 05 especies, seguido del phylum Cyanobacteriota con 04 especies.

El phylum Dinoflagellata solo se registró en la estación HB-SNC1, mientras que Euglenophyta se observó en las estaciones HB-SNC1 y HB-10. Finalmente, el phylum Ciliophora se identificó únicamente en las estaciones HB-SNC1, HB14 y HB-17.

Gráfico 4.2.6-97

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS

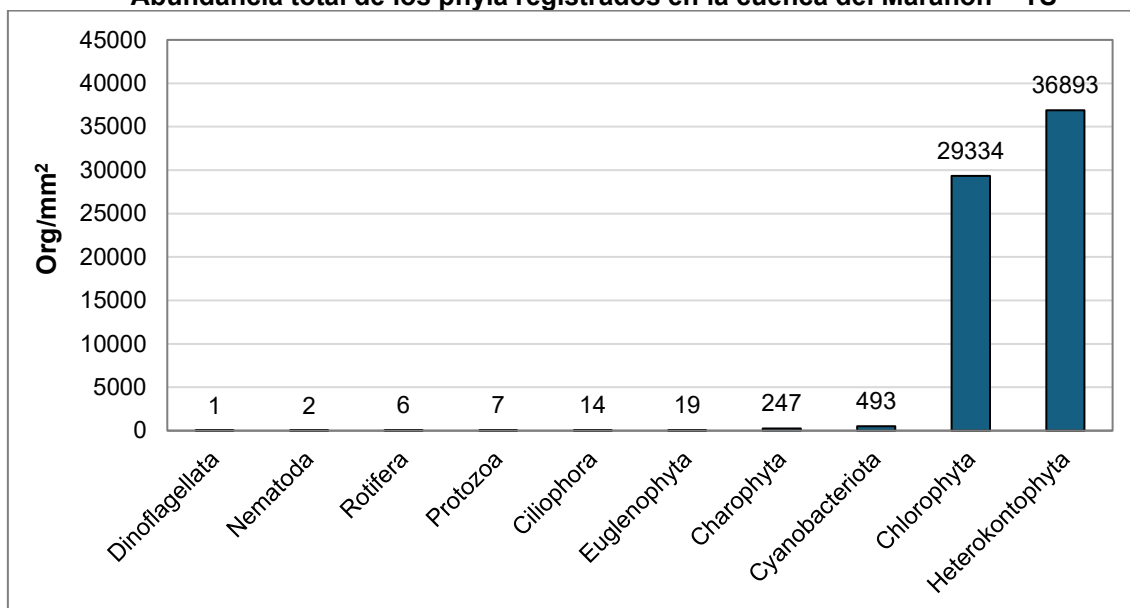


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.2.2 Abundancia

En el área de estudio, se registró una abundancia total de 67016 Org/mm². El phylum Heterokontophyta fue la más dominante, registrando una abundancia de 36893 Org/mm², (55.1%), seguido de Chlorophyta con 29334 Org/mm² (43.8%) y Cyanobacteriota con 493 Org/mm² (0.7%). Por otro lado, los phyla con menor abundancias fueron Charophyta con 247 Org/mm² (0.4%). La phyla Euglenophyta, Ciliophora, Protozoa, Rotifera, Nematoda y Dinoflagelada presentaron una abundancia menor a 20 Org/mm² (<0.04%).

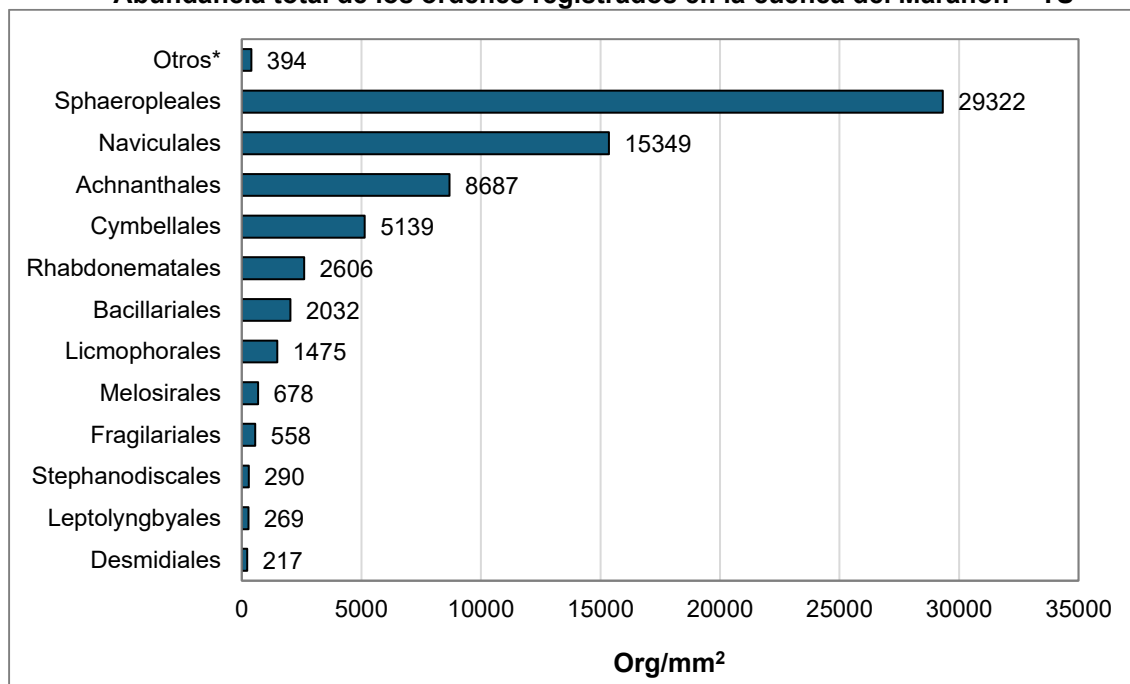
Gráfico 4.2.6-98
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una predominancia significativa en el orden Sphaeropleales con 29322 Org/mm² (43.8%), seguido por Naviculales con 15349 Org/mm² (22.9%), Achnanthes con 8687 Org/mm² (13%), Cymbellales con 5139 Org/mm², Rhabdonematales con 2606 Org/mm², Bacillariales con 2032 Org/mm², Licmophorales con 1475 Org/mm². Otros órdenes presentaron una abundancia que varió entre 678 Org/mm² (Melosirales) y 217 Org/mm² (Desmidiaceae). Además, los que presentaron abundancia menores a 217 Org/mm² fueron agrupados bajo la categoría de “Otros”.

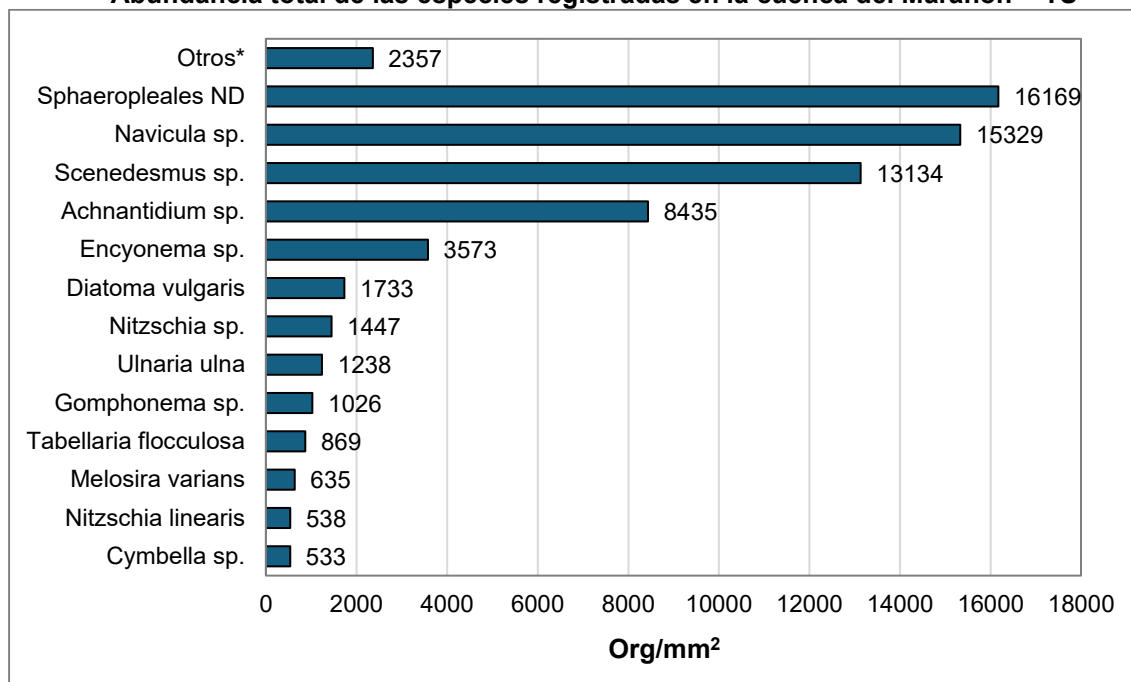
Gráfico 4.2.6-99
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las especies, el morfotipo Sphaeropleales ND registró la mayor abundancia con 16169 Org/mm², seguido por los *Navicula* sp. con 15329 Org/mm² y *Scenedesmus* sp. con 13134 Org/mm², *Encyonema* sp. con 3573 Org/mm². Por otro lado, las especies que presentaron menor abundancia fueron *Nitzschia linearis* con 538 Org/mm², *Cymbella* sp. con 533 Org/mm², además de las especies con abundancias inferiores a 100 Org/mm² que fueron clasificadas en la categoría "Otros".

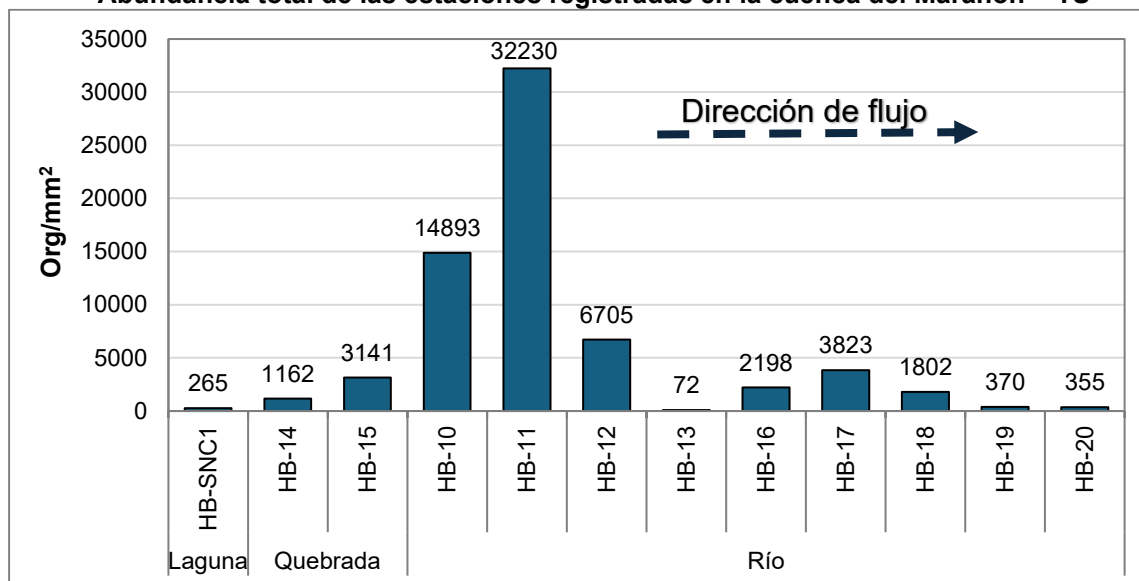
Gráfico 4.2.6-100
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Marañón – TS



Otros*: Especies con abundancias menor a 100 Org/mm²
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas de la cuenca Marañón, se observó que la estación HB-11 (río) presentó la mayor abundancia, con 32230 Org/mm², seguida por HB-10 (río) con 14893 Org/mm². En contraste, las estaciones HB-13 (río) y HB-SNC1 (laguna) registraron las menores abundancias, con 72 Org/mm² y 265 Org/mm², respectivamente.

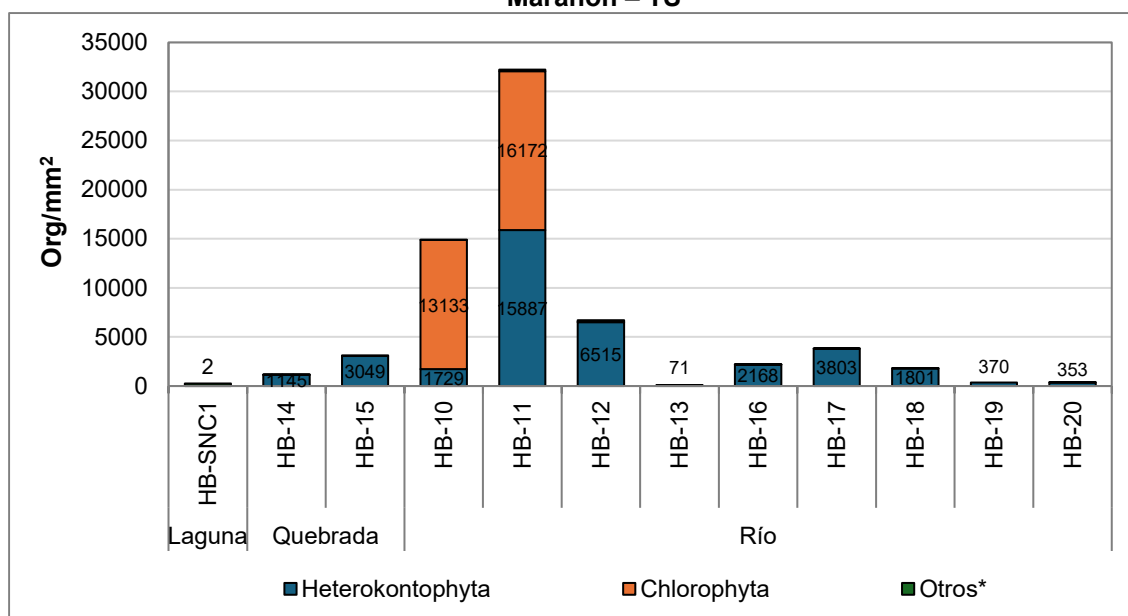
Gráfico 4.2.6-101
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados, el phylum Heterokontophyta predominó en todas las estaciones (excepto en HB-SNC1, HB-10 y HB-11). La abundancia de este phylum osciló entre 2 Org/mm² (HB-SNC1) y 15887 Org/mm² (HB-11). Por otro lado, el phylum Chlorophyta fue el segundo en términos de abundancia, destacándose únicamente en las estaciones HB-11 con 16172 Org/mm² y HB-10 con 13133 Org/mm². Debido a la abrupta abundancia del phylum Heterokontophyta, la representación de la abundancia de las demás phyla no es visible, por lo que para un mejor detalle ver los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-102
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañón – TS



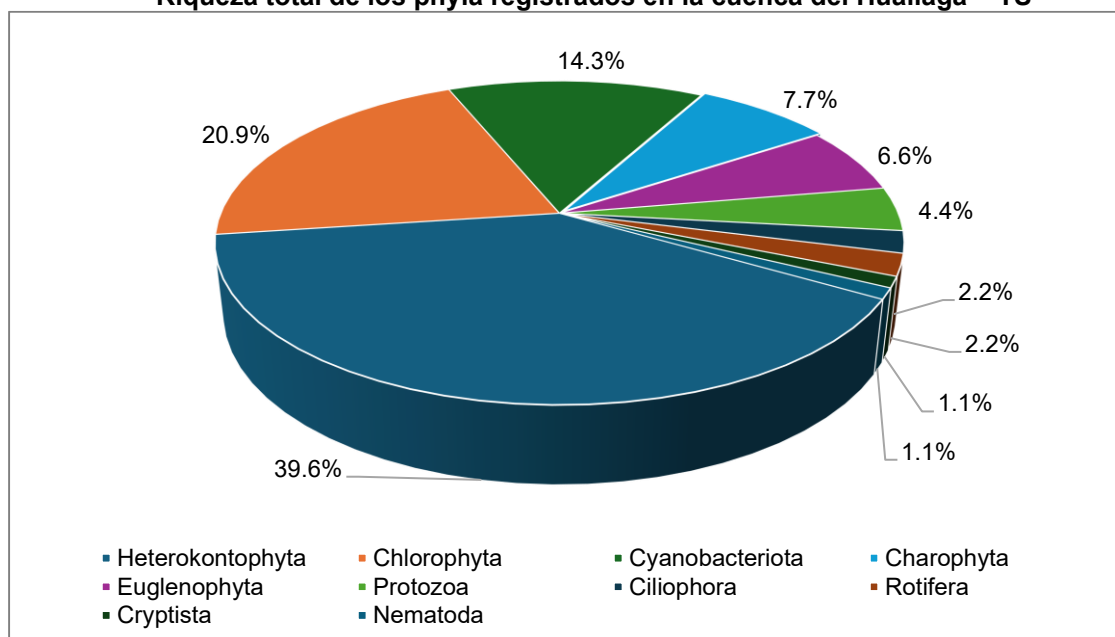
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.1.3.3.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de noventa y uno (91) especies, sesenta (60) familias, treinta y cinco (35) órdenes, quince (15) clases, y diez (10) Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Heterokontophyta con 36 especies (39.6%), seguida de Chlorophyta con 19 especies (20.9%), Cyanobacteriota con 13 especies (14.3%), Charophyta con 7 especies (7.7%). En menor riqueza Euglenophyta con 06 especies (6.6%), y finalmente Protozoa con 04 especies (4.4%), Ciliophora y Dinoflagellata con 02 especie (2.2%), Cryptista y Nematoda con 01 (1.1%).

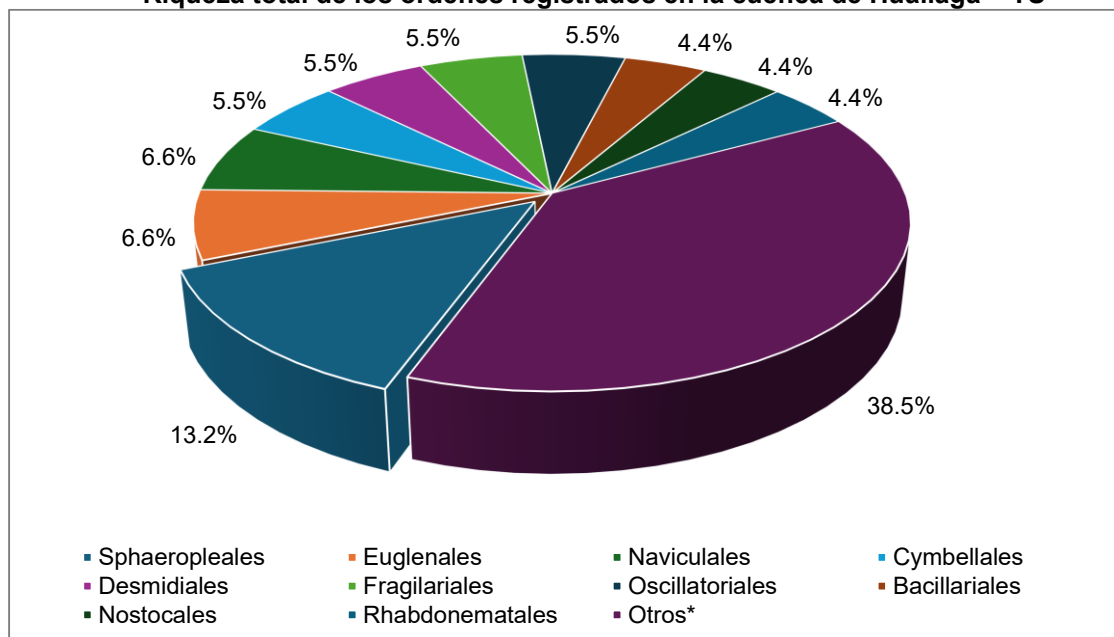
Gráfico 4.2.6-103
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Sphaeropleales (Chlorophyta) el cual registró un total de 12 especies (38.5%), seguida de Euglenales (Euglenophyta) y Naviculales con 06 especies (13.2%) cada una, Cymbellales (Heterokontophyta), Desmidiáles (Charophyta), Fragilariales (Heterokontophyta), Oscillatoriales (Cyanobacteriota) con 05 especies (5.5%). Bacillariales (Heterokontophyta), Nostocales (Cyanobacteriota) y Rhabdonematales (Heterokontophyta) con 04 especies (4.4%). Los órdenes agrupados en la categoría de “Otros” debido a que presentaron menos de 03 especies.

Gráfico 4.2.6-104
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca de Huallaga – TS

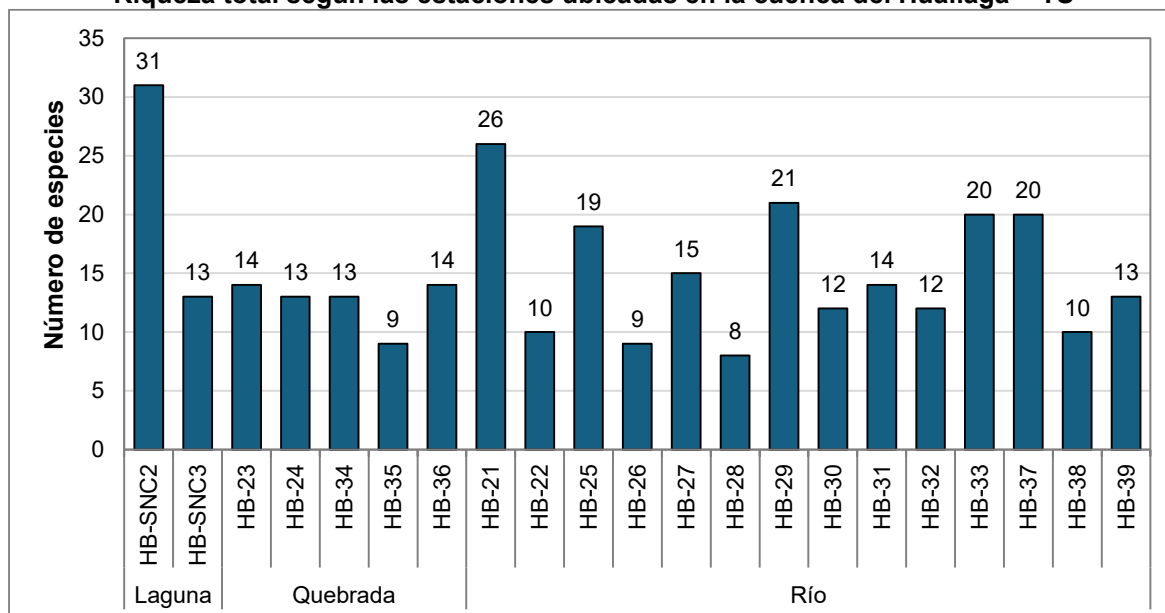


Otros*: Órdenes que registraron menos de 04 especies.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que la estación HB-SNC2 presentó la mayor riqueza con 31 especies correspondiente al muestreo en una laguna, seguida de las estaciones HB-21 con 26 especies, HB-29 con 21 especies correspondiente a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron las presentadas en las quebradas y algunas estaciones de ríos tales como, HB-28 (río) con 08 especies y HB-35 (quebrada) con 09 especies.

Gráfico 4.2.6-105
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

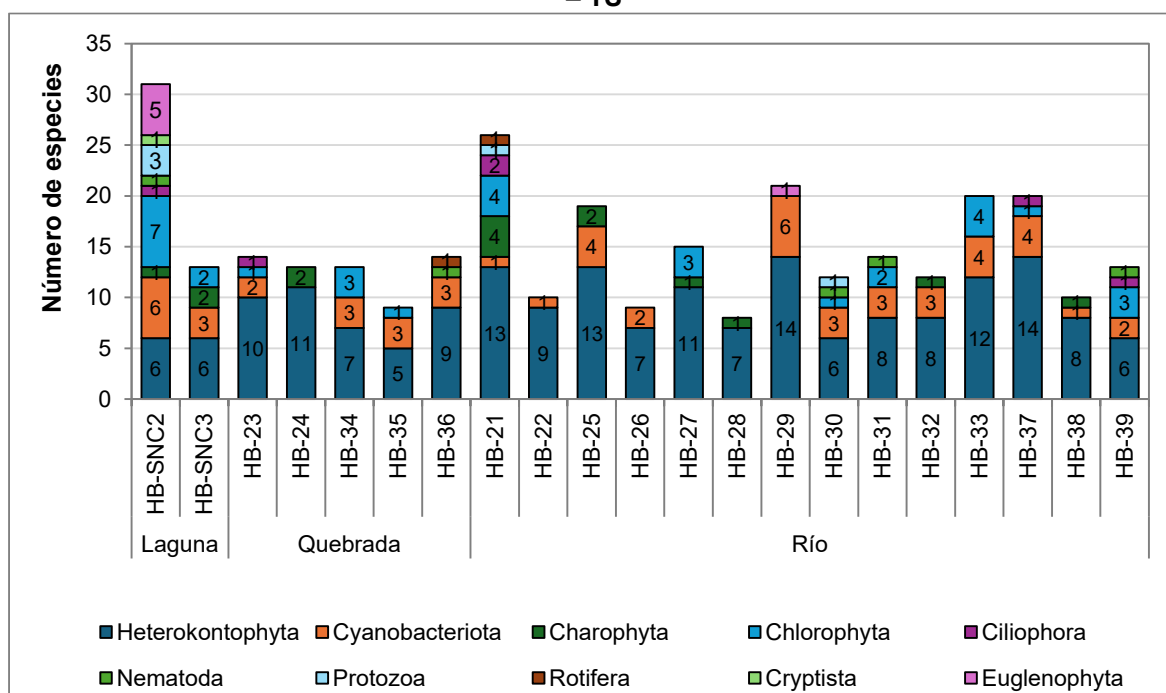


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga, se observó que el phylum Heterokontophyta registró la mayor riqueza en todas las estaciones, con valores que oscilaron entre 05 especies (HB-35) y 14 especies (HB-29 y HB-37). Por su parte, el phylum Cyanobacteriota estuvo presente en 18 estaciones, destacando en las estaciones ubicadas en lagunas como HB-SNC2 y en río como HB-29 con 06 especies cada uno, respectivamente. Chlorophyta se encontró en doce estaciones, con una riqueza que varió entre 07 y 01 especie. El phylum Charophyta apareció en nueve estaciones, siendo la estación HB-21 la de mayor riqueza. Finalmente, Ciliophora, Nematoda, Protozoa, Rotifera, Cryptista, Euglenophyta fueron registradas en pocas estaciones.

Gráfico 4.2.6-106

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

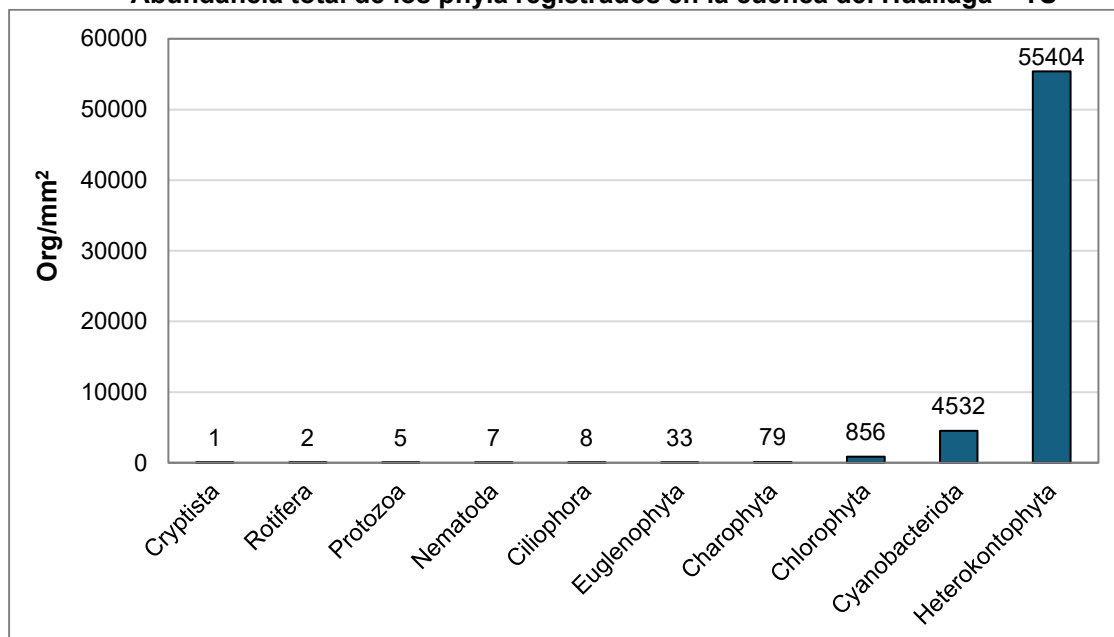


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 60927 Org/mm². De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Heterokontophyta con 55404 Org/mm² (90.9%), seguido de Cyanobacteriota con 4532 Org/mm² (63.4%). Asimismo, otras phyla como Chlorophyta registró una abundancia de 856 Org/mm² (1.4%), Charophyta con 79 Org/mm² (0.1%), y Euglenophyta con 33 Org/mm² (0.1%). En contraste, las phyla Ciliophora, Nematoda, Protozoa, Rotifera y Cryptista fueron las de menor abundancia con menos de 10 Org/mm² (<0.01%) cada una.

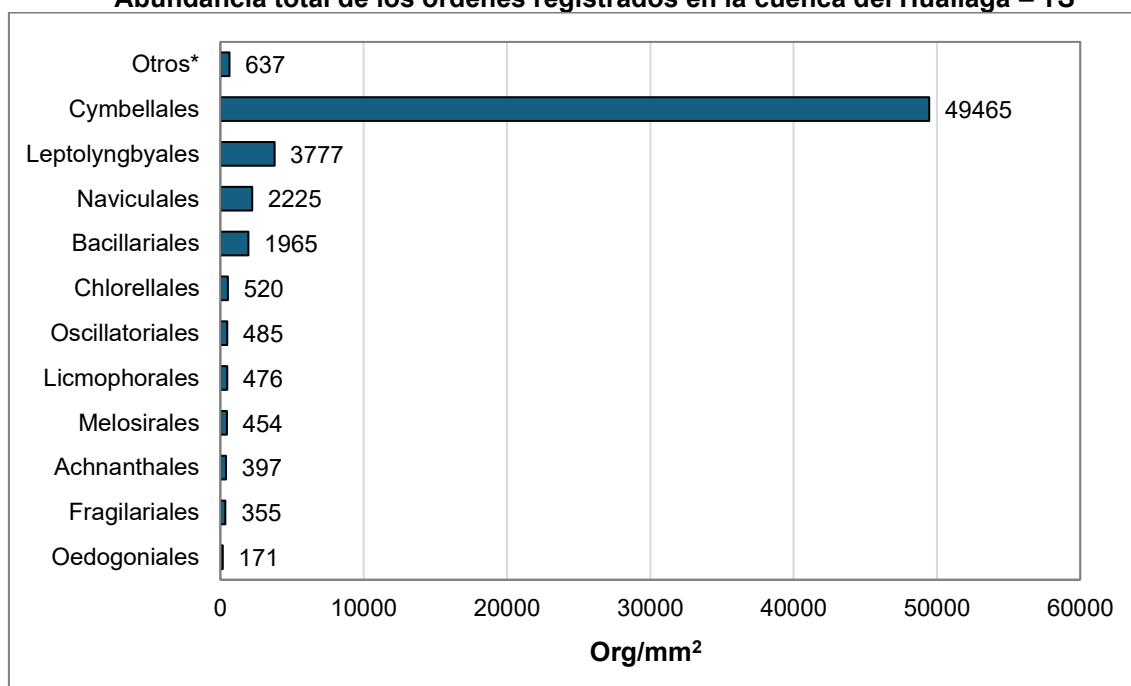
Gráfico 4.2.6-107
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Cymbellales (Heterokontophyta) con 49465 Org/mm² (81.2%), Leptolyngbyales (Cyanobacteriota) con 3777 Org/mm² (6.2%), Naviculales (Heterokontophyta) con 2225 Org/mm² (3.7%), y Bacillariales (Heterokontophyta) con 1965 Org/mm². Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 520 Org/mm² (Chlorellales-Chlorophyta) a 171 Org/mm² (Oedogoniales-Chlorophyta). Por el contrario, los órdenes que presentaron las menores abundancias, fueron aquellas que obtuvieron menos de 160 Org/mm² y se agruparon en la categoría de “Otros”.

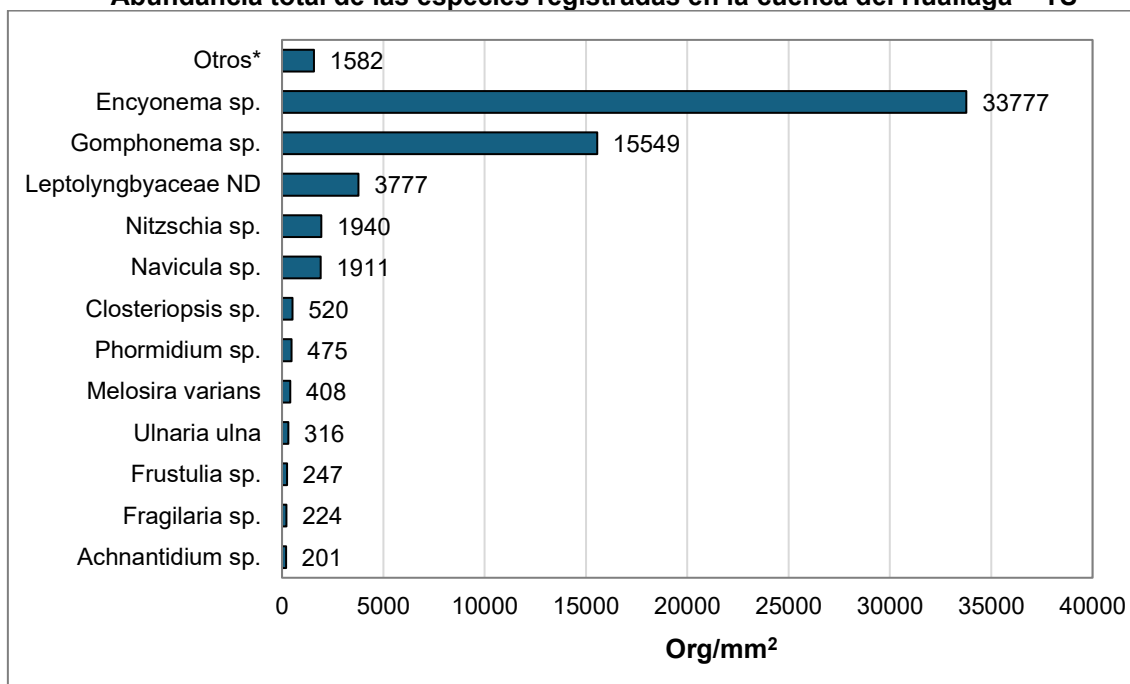
Gráfico 4.2.6-108
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, la especie *Encyonema* sp. presentó 33777 Org/mm² siendo la de mayor abundancia, seguido de la especie *Gomphonema* sp. con 15549 Org/mm², y el morfotipo Leptolyngbyaceae ND con 3777 Org/mm², *Nitzschia* sp. 1940 Org/mm², *Navicula* sp. con 1911 Org/mm². En contraste la de menor abundancia se encuentran la especie *Achnantidium* sp. con 201 Org/mm² y aquellas especies que se encuentran agrupados en la categoría “Otros” debido a que presentaron menos de 190 Org/mm².

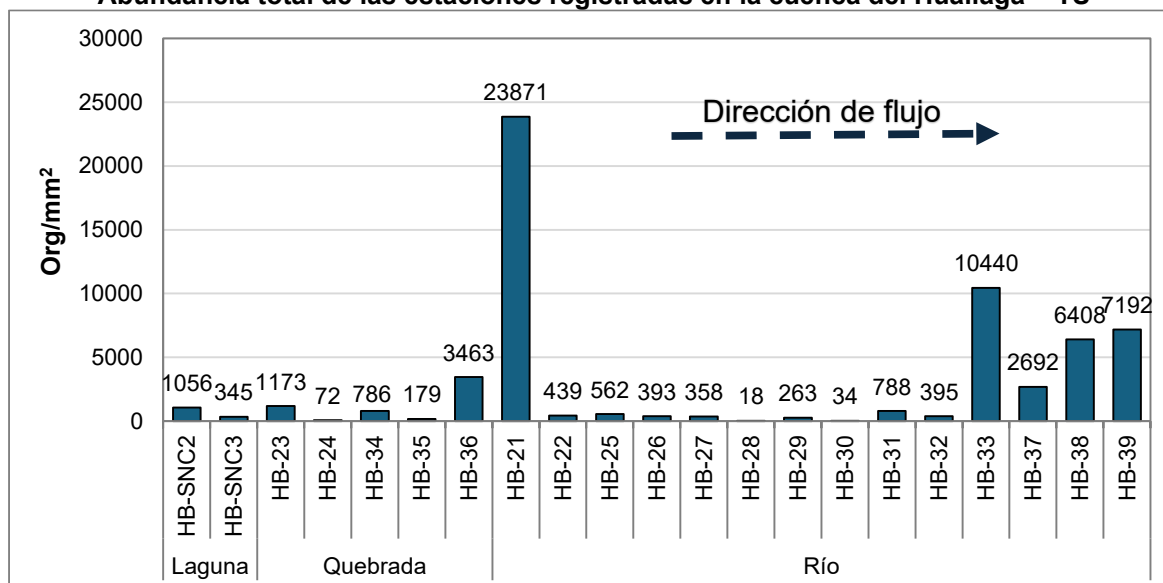
Gráfico 4.2.6-109
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que las ubicadas en río tales como HB-21 mostrará la mayor abundancia con 23871 Org/mm², seguido de la estación HB-33 con 10440 Org/mm², la estación HB-38 con 6408 Org/mm². Por otro lado, las estaciones con menores abundancias fueron HB-30 (río) con 34 Org/mm², y la estación HB-28 con 18 Org/mm².

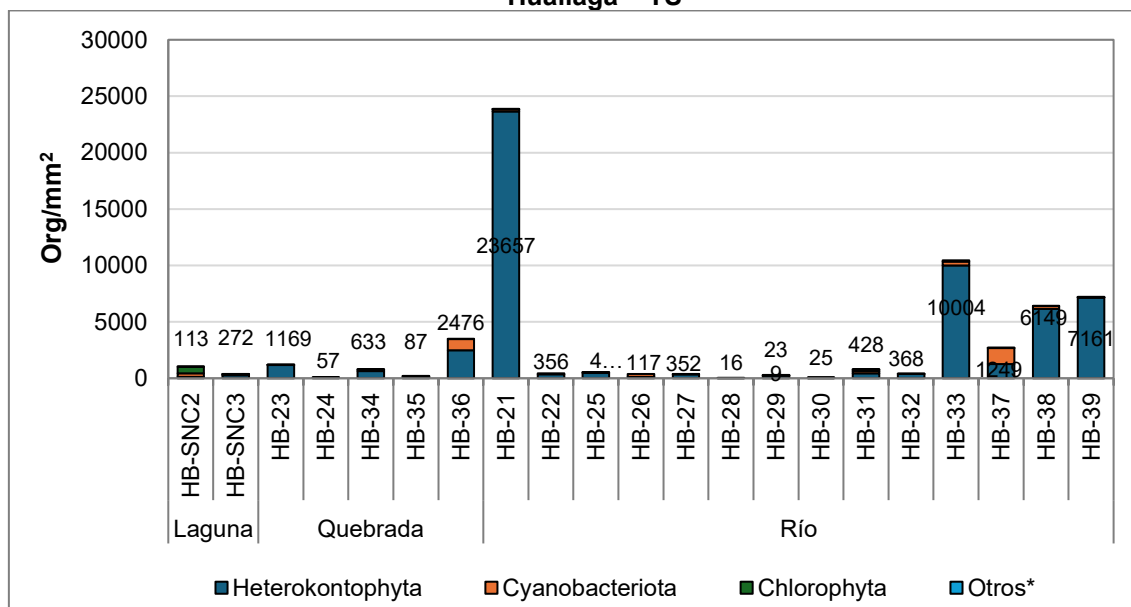
Gráfico 4.2.6-110
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó que el phylum mas abundante fue Heterokontophyta presentando la mayor abundancia en HB-21 con 23657 Org/mm² y la menor abundancia en la estación HB-28 con 16 Org/mm². Seguido del phylum Cyanobacteriota estuvo presente en casi todas las estaciones a excepción de las estaciones HB-24, HB-27 y HB-28, la estación con mayor abundancia fue HB-37 co 1440 Org/mm² y la estación con menor abundancia fue HB-23 con 2 Org/mm². Chlorophyta destacó principalmente en HB-SNC2 con 571 Org/mm² y en HB-31 con 145 Org/mm². Las demás phyla presentaron abundancias insignificantes y, por ello, no se expresaron en el gráfico principal; sin embargo, los detalles completos pueden consultarse en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-111
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

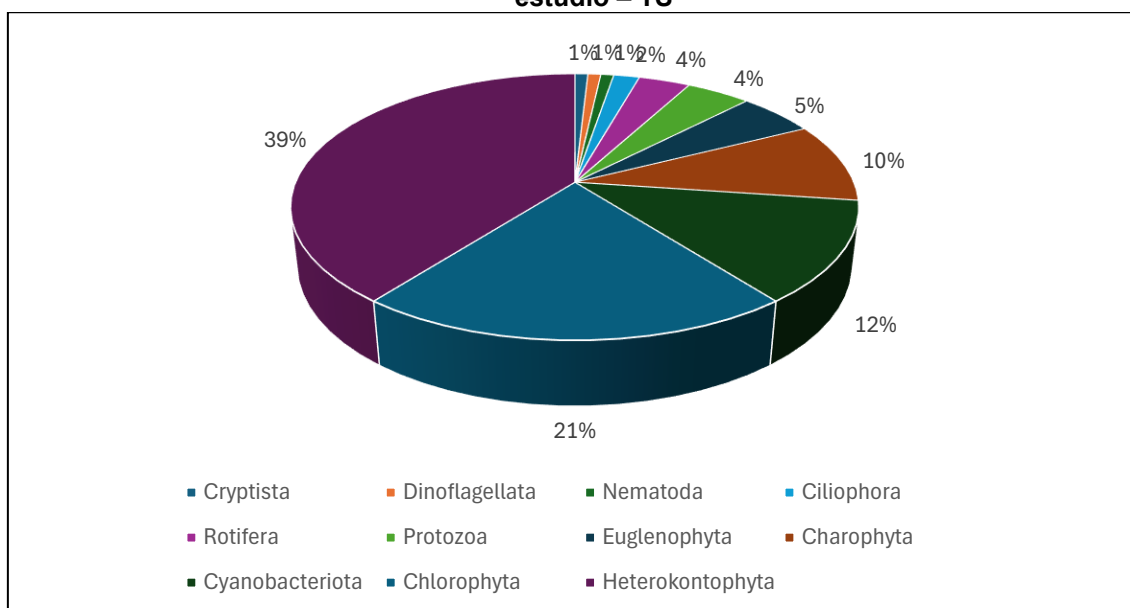
4.2.6.4.1.3.3.4 Cuencas totales

4.2.6.4.1.3.3.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de ciento catorce (114) especies, setenta y dos (72) familias, treinta y nueve (39) órdenes, dieciocho (18) clases, y once (11) Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Heterokontophyta con 45 especies (39.5%), seguida de Chlorophyta con 24 especies (21.1%), Cyanobacteriota con 14 especies (12.3%) y Charophyta con 11 especies (9.6%). En menor riqueza Euglenophyta con 06 especies (5.3%), Protozoa con 5 especies (4.4%), Rotifera con 4 especies (3.5%), Ciliophora con 2 especies (1.8%) y finalmente Dinoflagellata y Cryptista con 01 especies (0.9%) cada uno respectivamente.

Gráfico 4.2.6-112

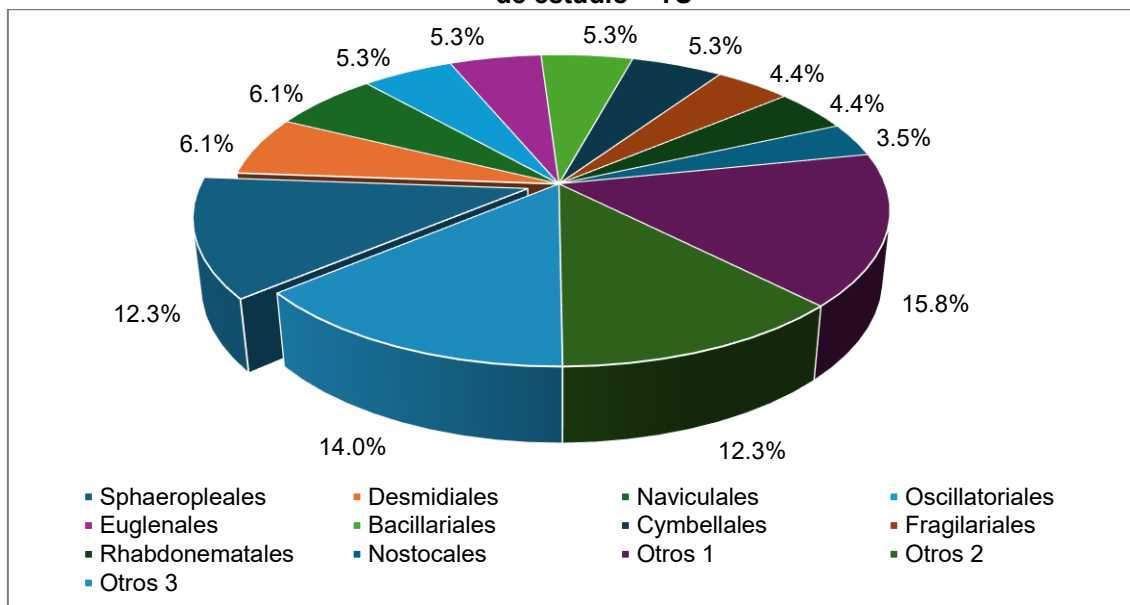
Riqueza total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas abarcadas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Sphaeropleales (Charophyta) el cual registró un total de 14 especies (14%), seguida de Desmidiáles (Charophyta) y Naviculales (Heterokontophyta) con 07 especies (12.3%) cada uno, seguido de las phyla Oscillatoriales (Cyanobacteriota), Euglenales (Euglenophyta), Bacillariales (Heterokontophyta), Cymbellales (Heterokontophyta) con 06 especies (6.1%) cada uno respectivamente. Los órdenes agrupados en la categoría de “Otros” debido a que presentaron menos de 03 especies.

Gráfico 4.2.6-113
Riqueza total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS

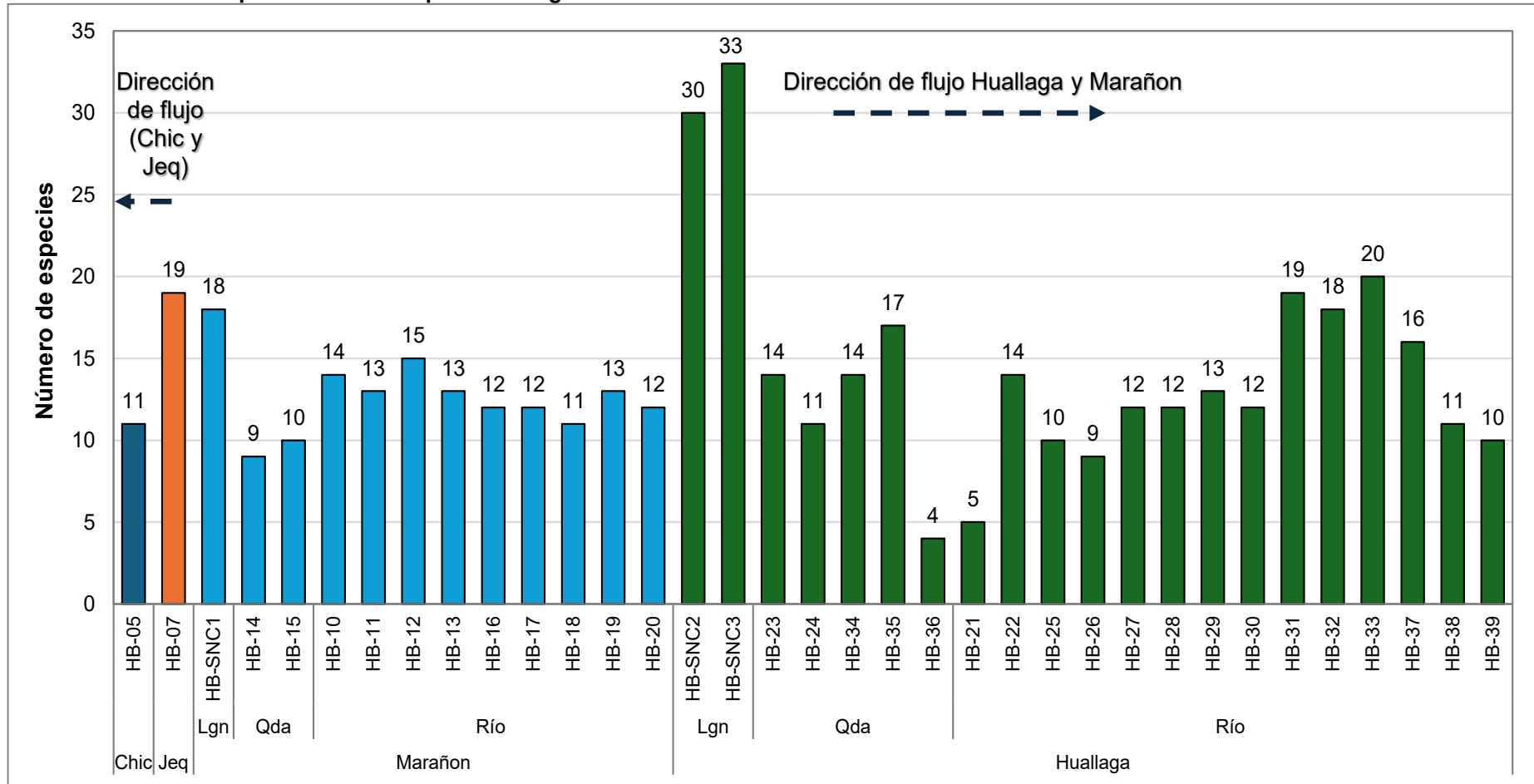


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, las lagunas HB-SNC3 y HB-SNC2, ubicadas en la cuenca del Huallaga, registraron la mayor riqueza, con 33 y 30 especies, respectivamente. Les siguieron las estaciones HB-33 con 20 especies y HB-31 con 19 especies, ambas también en la cuenca del Huallaga, así como HB-07 en la cuenca del Jequetepeque, que presentó 19 especies en un cuerpo de agua con mayor flujo, como un río. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza se encontraron en la cuenca del Huallaga: la quebrada HB-36 registró solo 4 especies y el río HB-21 presentó 5 especies.

Gráfico 4.2.6-114

Riqueza total del fitoplancton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TS



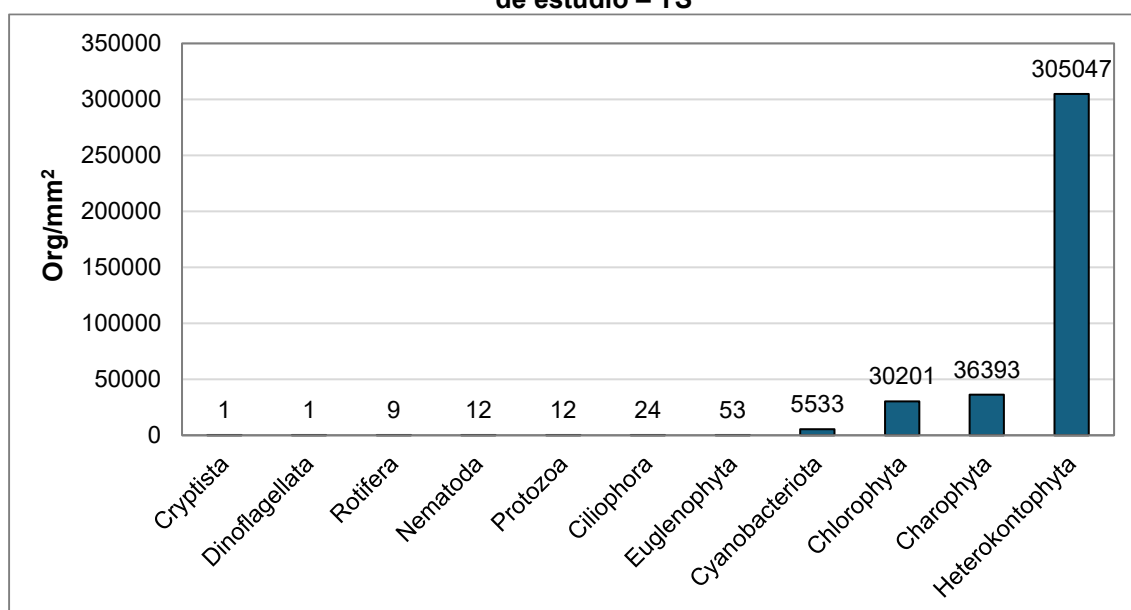
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró una abundancia de 377286 Org/mm². De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada a nivel de estudio fue Heterokontophyta con 305047 Org/mm² (80.9%), seguido de Charophyta con 363930 Org/mm² (9.6%), seguida de Chlorophyta con 30201 Org/mm² (8.0%) y Cyanobacteriota con 5533 Org/mm² (1.5%). Por otro lado, con menores abundancias se encontraron Euglenophyta, Ciliophora, Protozoa, Nematoda, Rotifera, Dinoflagellata y Cryptista con una abundancia menor a 50 Org/mm² (menor a 0.01%).

Gráfico 4.2.6-115

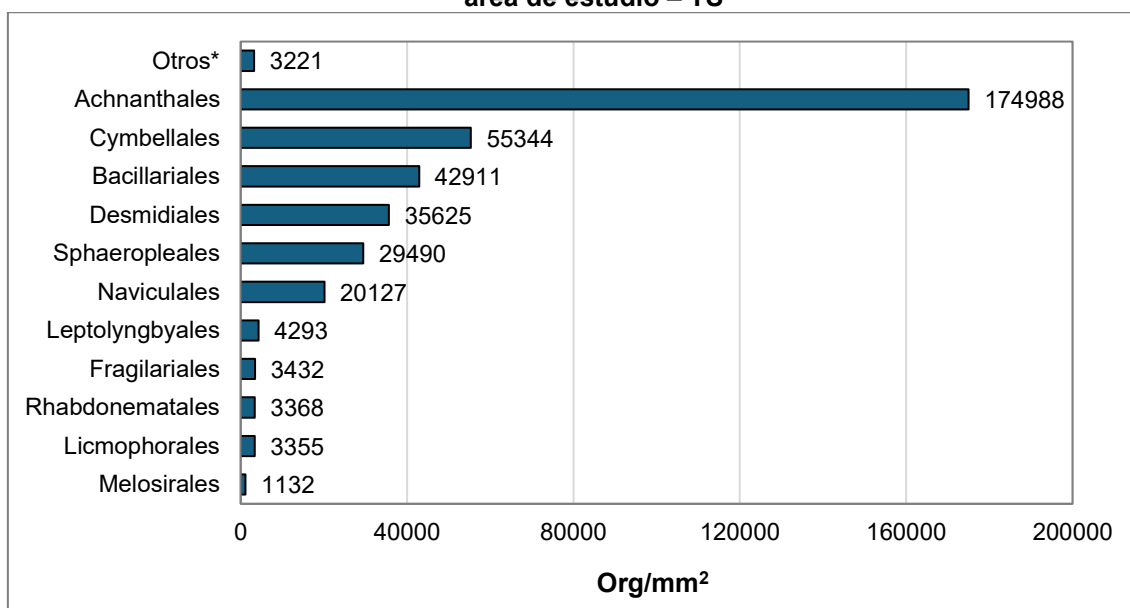
Abundancia total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Achnanthes con 174988 Org/mm² (46.4%), Cymbellales con 55344 Org/mm² (14.7%), Bacillariales con 42911 Org/mm² (11.4%), Desmidiaceales con 35625 Org/mm² (9.4%), Sphaeropleales con 29490 Org/mm² (7.8%), Nitzschiales con 20127 Org/mm². Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 4293 Org/mm² (Leptolyngbyales) a 1132 Org/mm² (Melosirales). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 730 Org/mm² se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-116
Abundancia total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS

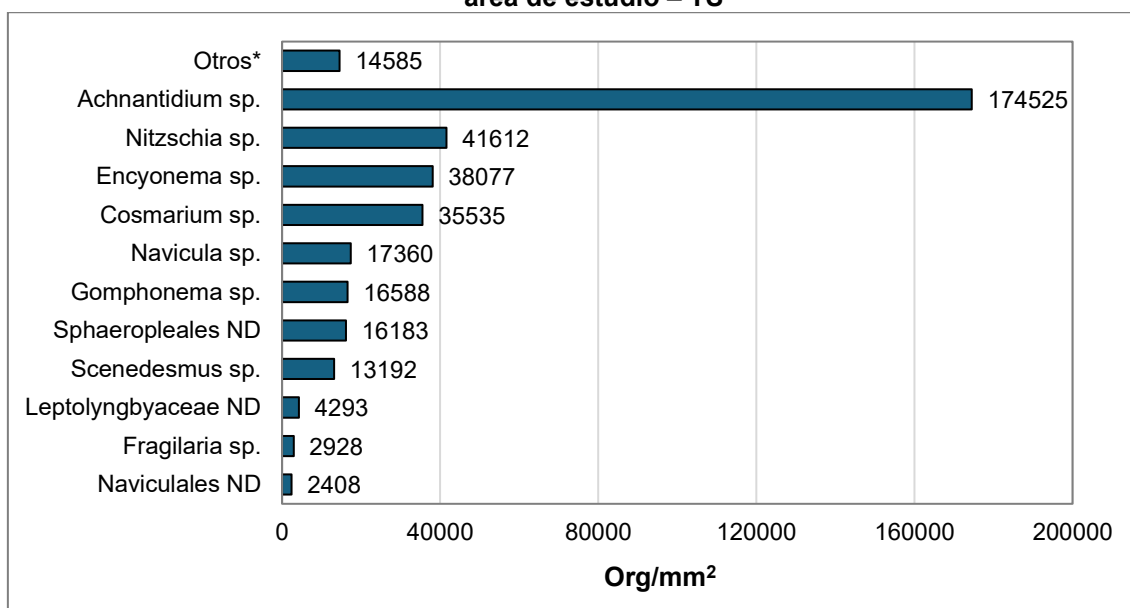


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, la especie *Achnanthes* sp. presenta la mayor abundancia con 174525 Org/mm², *Nitzschia* sp. con 41612 Org/mm², *Encyonema* sp. con 38077 Org/mm², *Cosmarium* sp. con 35535 Org/mm², *Navicula* sp. con 17360 Org/mm², *Gomphonema* sp. con 16588 Org/mm², el morfotipo Sphaeropleales ND con 16183 Org/mm², *Scenedesmus* sp. con 13192 Org/mm². En contraste, las especies con menores abundancias se encuentran el morfotipo Leptolyngbaceae ND con 4293 Org/mm², *Fragilaria* sp. con 2928 Org/mm² y el morfotipo Naviculales ND con 2408 Org/mm², y aquellas especies que se encuentran agrupados en la categoría “Otros” debido a que presentaron menos de 1700 Org/mm².

Gráfico 4.2.6-117

Abundancia total de las especies de fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TS



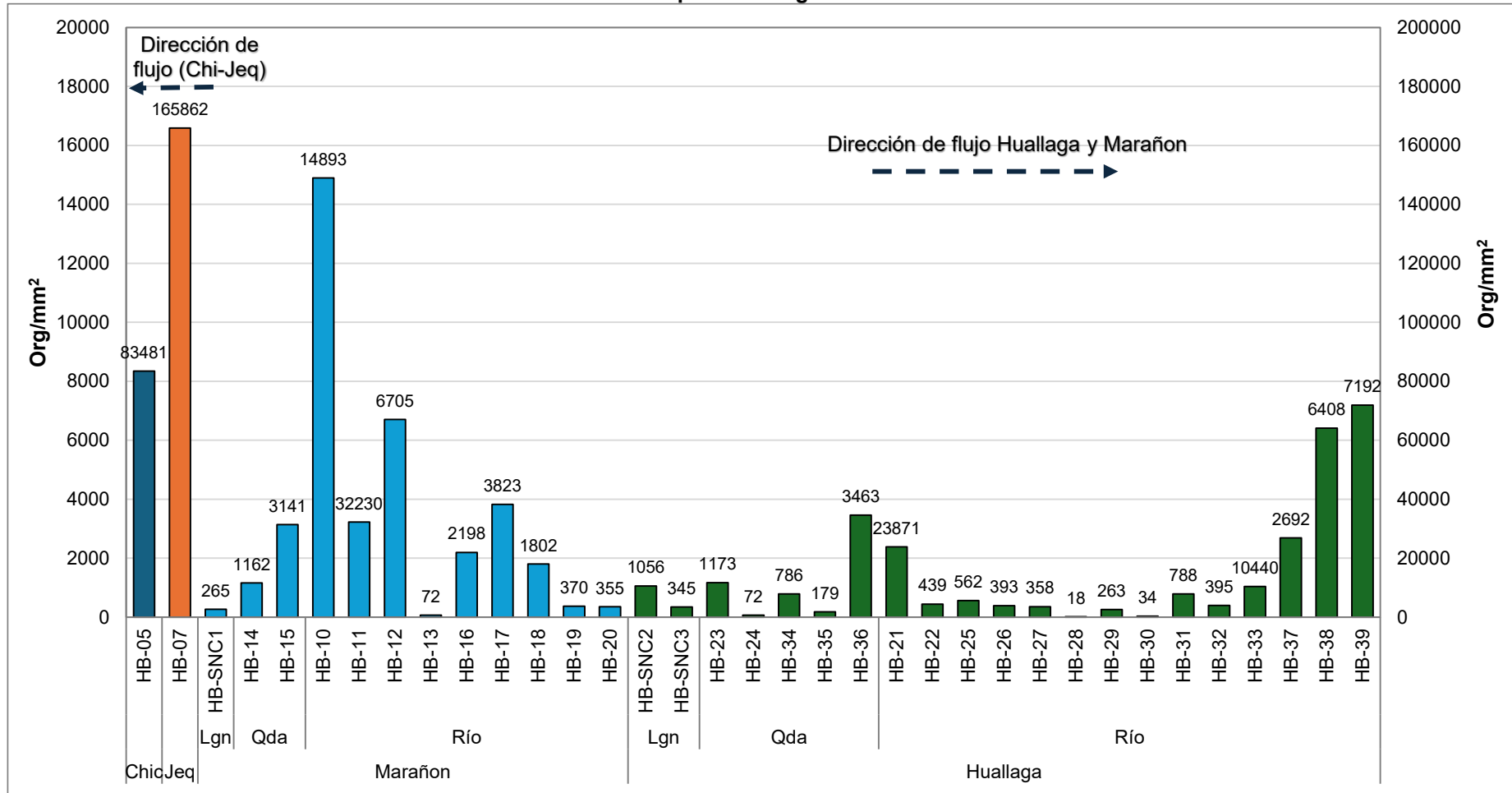
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, se observó que la estación ubicada en el río Chilete (HB-07), en la cuenca Jequetepeque, presentó la mayor abundancia con un total de 165862 Org/mm². Este valor es significativamente superior al registrado en las demás estaciones. Para facilitar una mejor interpretación de los datos y resaltar las diferencias entre las estaciones con valores menores, se incluyó un segundo eje en la representación gráfica.

Asimismo, para el río Chicama en la cuenca del mismo nombre se registró un total de 83481 Org/mm², seguido de la estación HB-11 (río) en la cuenca Huallaga con 32230 Org/mm²; por otro lado, las estaciones con menores abundancias fueron HB-28 (río) con 18 Org/mm², y la estación HB-30 (río) con 34 Org/mm² ambas en la cuenca del Huallaga.

Gráfico 4.2.6-118

Abundancia total de las estaciones del fitoplancton registradas en las cuencas del área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.1.3.3.5 Diversidad alfa

Según los índices para la diversidad alfa obtenida en todas las estaciones de muestreo se indica lo siguiente.

En el análisis de las comunidades biológicas de las cuatro cuencas principales (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga) se observaron diferencias significativas en los índices de diversidad, dependiendo del tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) y las condiciones locales.

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 (río Chicama) registró una riqueza de 22 especies y una abundancia de 83481 Org/mm². Los índices de diversidad indican lo siguiente: el valor de Shannon-Wiener (H') es de 1.209 nats/ind, lo que sugiere una diversidad media. El índice de Margalef (Dm) es 1.853, indicando una riqueza baja considerando la alta abundancia, mientras que la equidad de Pielou (J') es de 0.3911, lo que refleja una distribución muy desigual entre las especies ya que especies como *Cosmarium* sp. (35332 Org/mm²), *Nitzschia* sp. (38103 Org/mm²) y Naviculales ND (2406 Org/mm²) obtuvieron abundancias diferenciadas entre las demás especies registradas.

En la cuenca Jequetepeque, la estación HB-07 (río Chilete) tiene una riqueza de 19 especies y una abundancia extremadamente alta de 165862 Org/mm². Los índices de diversidad revelan una diversidad muy baja, con un Shannon-Wiener (H') de 0.06722 nats/ind, un Margalef (Dm) de 1.498, que sugiere una riqueza muy limitada, y una equidad de Pielou (J') de 0.02283, indicando una distribución extremadamente desigual, donde una especie domina sobre las demás, ya que *Achnantidium* sp. registró una abundancia abrupta de 164313 Org/mm², a comparación de las otras especies que presentaron una abundancia menor de 713 Org/mm².

En la cuenca de Marañón se evaluaron diferentes cuerpos de agua, entre ellas, una laguna, quebradas y ríos. Para la laguna HB-SNC1 se registraron 21 especies y 265 Org/mm². El índice de Shannon-Wiener (H') es de 1.83 nats/ind, lo que indica una diversidad moderada. El índice de Margalef (Dm) es de 3.584, sugiriendo una buena riqueza de especies, mientras que el índice de equidad de Pielou (J') es de 0.6012, lo que indica una distribución relativamente equitativa de las especies. Por otro lado, para las quebradas como HB-14 los valores del índice de diversidad fueron bajos (H'= 0.9864 nats/ind, Dm=2.409 y J'=0.3413) ya que hubo una dominancia de la especie *Tabellaria flocculosa* con 858 Org/mm², y para la estación HB-15 los índices de diversidad mostraron una comunidad con diversidad intermedia (H'=1.658 nats/ind, Dm=1.739 y J'= 0.6123). Por último, las estaciones ubicadas en los ríos, la estación HB-13 mostró una comunidad diversidad alta ya que los índices de diversidad muestran un Shannon-Wiener (H') de 1.892 nats/ind, lo que sugiere una diversidad moderada. El índice de Margalef (Dm) es 2.572, indicando una riqueza considerable en relación con la abundancia, y un Pielou (J') de 0.7615, que refleja una distribución bastante equitativa de las especies registradas.

Finalmente, en la cuenca Huallaga, las estaciones de las lagunas como HB-SNC2, registró una diversidad moderada según el índice de diversidad de Shannon (H' = 1.649 nats/ind), con una comunidad biológica relativamente variada. El índice de riqueza de Margalef (Dm

= 4.309) refleja una mayor riqueza específica, sugiriendo una comunidad con un número considerable de especies. Sin embargo, el índice de equitatividad de Pielou ($J' = 0.4802$) muestra que la distribución de los individuos entre las especies no es completamente uniforme, aunque es más equitativa en comparación con HB-SNC3. Por otro lado, en HB-SNC3, el índice de diversidad de Shannon ($H' = 0.9788$ nats/ind) señala una diversidad baja, indicando una comunidad menos variada. El índice de riqueza de Margalef ($Dm = 2.054$) revela una menor riqueza específica en comparación con HB-SNC2, mientras que el índice de equitatividad de Pielou ($J' = 0.3816$) sugiere una distribución aún más desigual, con la mayoría de los individuos concentrados en unas pocas especies. Para las quebradas, la estación con una diversidad mayor y una distribución mas equitativa entre las especies fue HB-24 ya que obtuvo para los índices de diversidad un valor de $H' = 1.929$ nats/ind, $Dm = 2.806$ y $J' = 0.7522$. Para los ríos como la estación HB-23, mostró una riqueza de 19 especies y 562 Org/mm². El índice de Shannon-Wiener (H') fue de 2.306 nats/ind, lo que indica una alta diversidad, margalef (Dm) fue de 2.843, lo que sugiere una buena riqueza en relación con la abundancia y la equidad de Pielou (J') en esta estación fue de 0.7832, lo que refleja una distribución más equitativa de las especies en comparación con otras estaciones.

Los resultados de los índices de diversidad alfa del perifiton varían notablemente entre las cuencas y cuerpos de agua evaluados. En general, las estaciones con mayor riqueza y abundancia en ríos o lagunas tienden a mostrar una mayor diversidad y una distribución más equitativa de las especies, mientras que las estaciones con abundancia extremadamente alta presentan una mayor dominancia de unas pocas especies y una menor equidad en la distribución.

Tabla 4.2.6-10
Índice de diversidad alfa para la comunidad perifítica en las estaciones del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	22	83481	1.209	1.853	0.3911
Jequetepeque	Río	HB-07	19	165862	0.06722	1.498	0.02283
Marañon	Laguna	HB-SNC1	21	265	1.83	3.584	0.6012
	Quebrada	HB-14	18	1162	0.9864	2.409	0.3413
		HB-15	15	3141	1.658	1.739	0.6123
	Río	HB-10	17	14893	0.5344	1.665	0.1886
		HB-11	19	32230	0.9703	1.734	0.3295
		HB-12	16	6705	0.4664	1.702	0.1682
		HB-13	12	72	1.892	2.572	0.7615
		HB-16	13	2198	1.739	1.559	0.678
		HB-17	16	3823	1.708	1.818	0.6159
		HB-18	12	1802	1.619	1.467	0.6514
		HB-19	9	370	1.48	1.353	0.6735
		HB-20	16	355	1.788	2.554	0.6449

Huallaga	Laguna	HB-SNC2	31	1056	1.649	4.309	0.4802
		HB-SNC3	13	345	0.9788	2.054	0.3816
	Quebrada	HB-23	14	1173	1.07	1.839	0.4056
		HB-24	13	72	1.929	2.806	0.7522
		HB-34	13	786	1.682	1.8	0.6559
		HB-35	9	179	1.903	1.542	0.8662
		HB-36	14	3463	1.093	1.595	0.4142
	Río	HB-21	26	23871	0.1834	2.48	0.0563
		HB-22	10	439	1.656	1.479	0.7191
		HB-25	19	562	2.306	2.843	0.7832
		HB-26	9	393	1.021	1.339	0.4646
		15	15	358	1.037	2.381	0.3829
		HB-28	8	18	2.073	2.422	0.9971
		HB-29	21	263	1.756	3.589	0.5768
		HB-30	12	34	2.097	3.119	0.8441
		HB-31	14	788	1.704	1.949	0.6458
		HB-32	12	395	0.9012	1.84	0.3627
		HB-33	20	10440	0.8683	2.053	0.2898
		HB-37	20	2692	1.509	2.406	0.5037
		HB-38	10	6408	0.4644	1.027	0.2017
		HB-39	13	7192	0.4882	1.351	0.1903

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

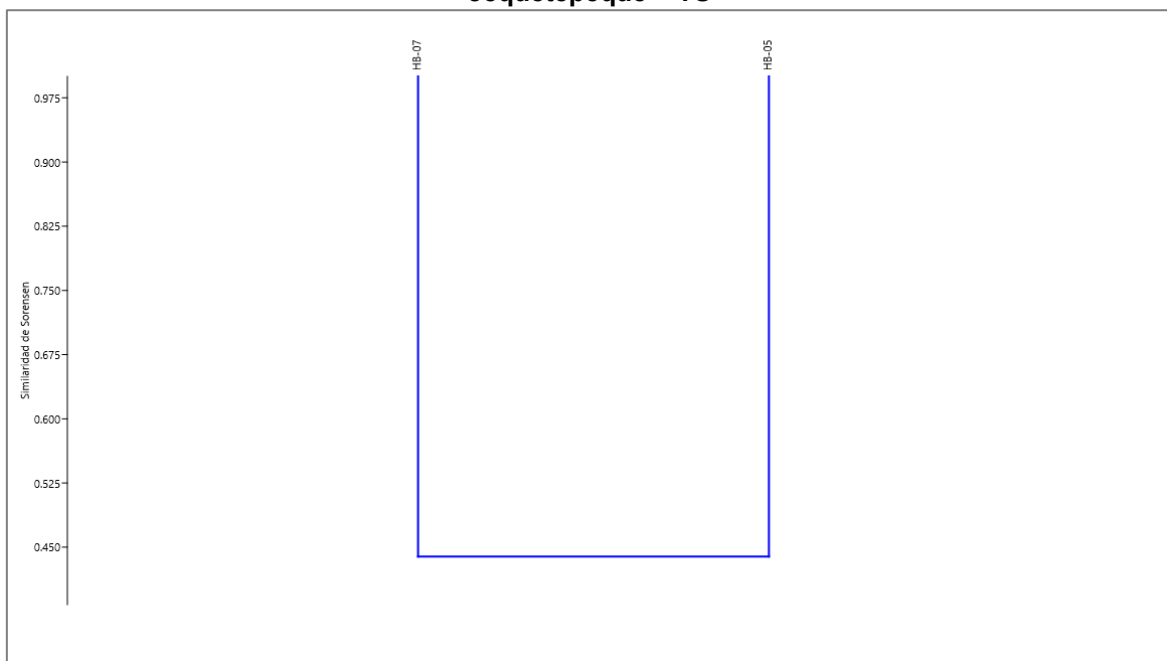
4.2.6.4.1.3.3.6 Diversidad beta

La presente sección se evaluará por cuencas debido a la mejor interpretación de los datos.

4.2.6.4.1.3.3.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

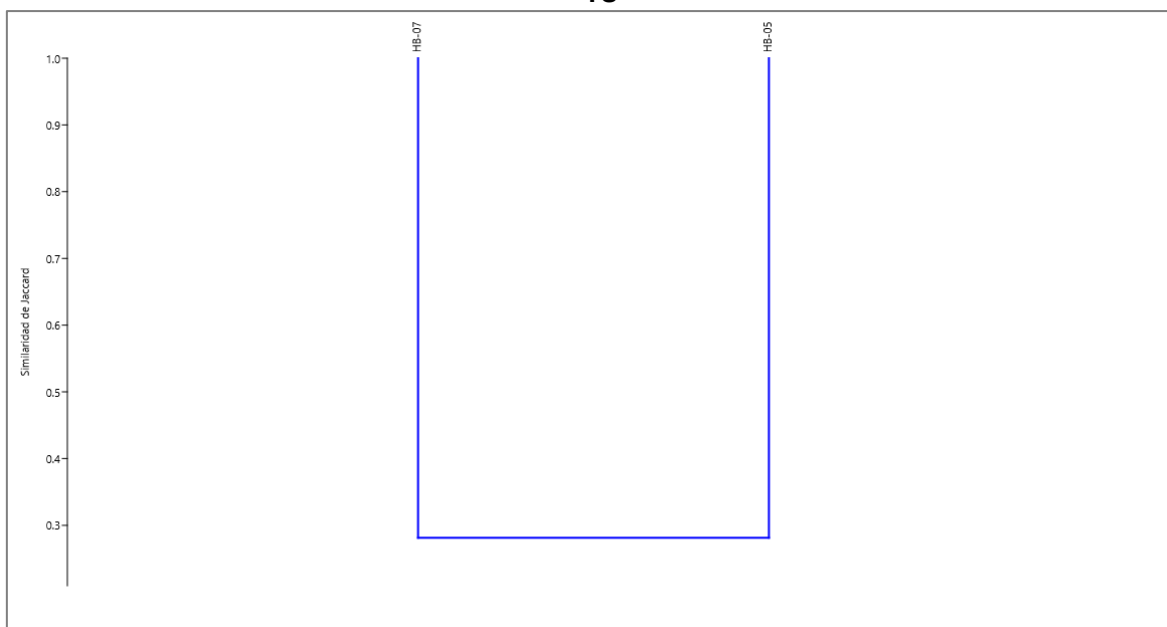
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar una similitud del 45% entre las estaciones HB-05 (Chicama) y HB-07 (Jequetepeque) según Sorensen y 30% según Jaccard. Esto refleja que estas estaciones comparten un conjunto significativo de especies, con Sorensen enfatizando más las especies compartidas (**Gráfico 4.2.6-37**, mientras que Jaccard destaca tanto las especies exclusivas como las comunes. La baja similitud entre estos puede explicarse por la naturaleza del cuerpo de agua ya que, a pesar de ser ambos ríos, estos pertenecen a cuencas diferentes; por lo tanto, condiciones diferentes que se reflejaran en la riqueza de las estaciones.

Gráfico 4.2.6-119
Índice de similitud de Sorensen para el perifiton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-120
Índice de similitud de Jaccard para el perifiton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.6.2 Cuenca de Marañón

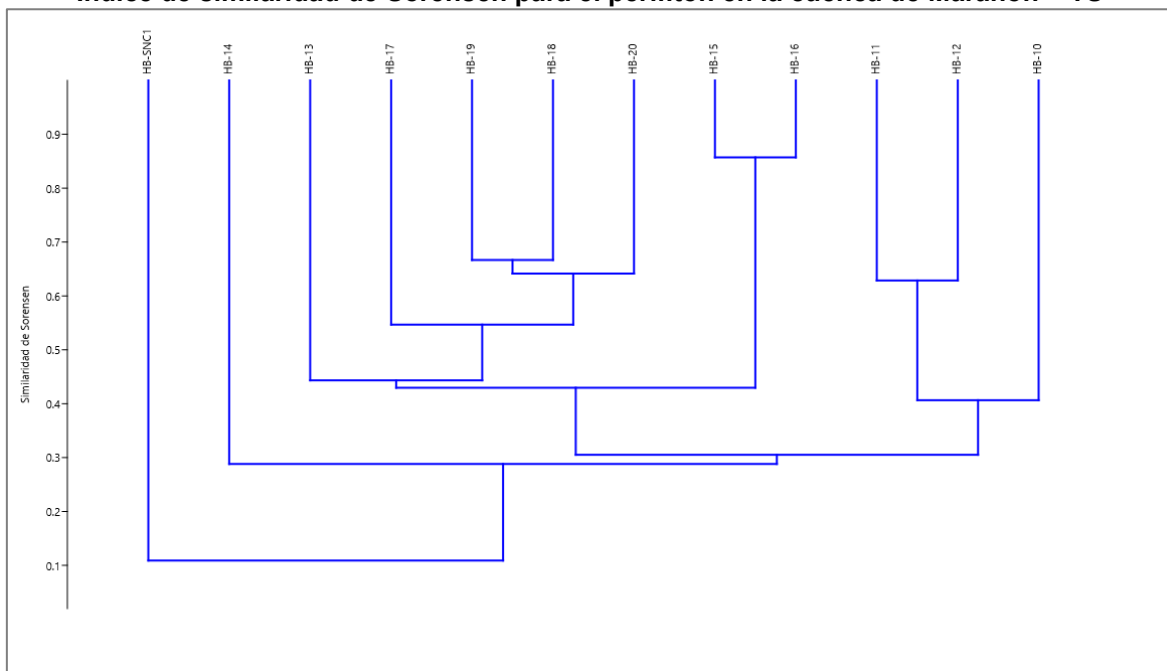
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales bajas, del 12% y 10%,

respectivamente. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-SNC1 y 2) el resto de las estaciones.

En el primer grupo, compuesto por la laguna ubicado en la cuenca Marañon, debido a que es la única laguna muestreada en esta cuenca y por sus características propias de un ambiente léntico difiere entre los ambientes lóticos muestreados.

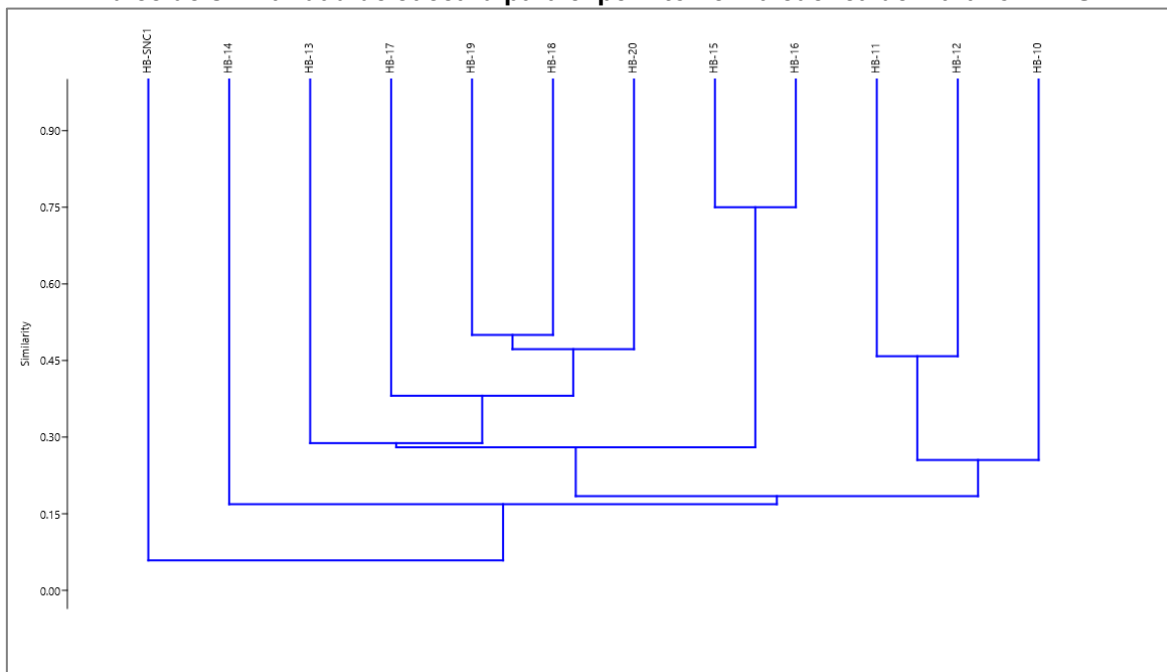
Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-14 se destacó como la más diferenciada, con similitudes bajas respecto a las demás estaciones (15% según Jaccard y 30% según Sorensen). Esto indica que la composición de especies de HB-14 es marcadamente distinta, posiblemente debido a condiciones ambientales específicas y/o a la naturaleza del cuerpo de agua ya que esta estación se ubicó en una quebrada. Dentro del mismo grupo, las estaciones HB-15 y HB-16 presentaron la mayor similitud según Sorensen con el 80% y 75% según Jaccard.

Gráfico 4.2.6-121
Índice de similaridad de Sorensen para el perifiton en la cuenca de Marañon – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-122
Índice de similitud de Jaccard para el perifiton en la cuenca de Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

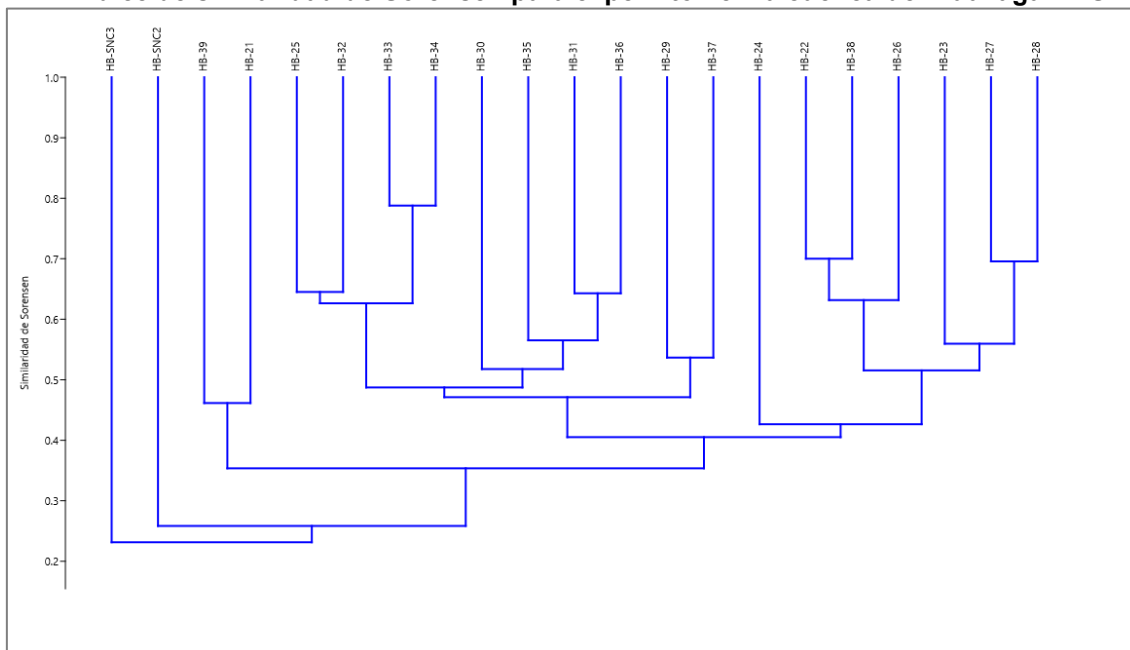
4.2.6.4.1.3.3.6.3 Cuenca de Huallaga

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales bajas, del 23% y 13%, respectivamente. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-SNC3 y 2) el resto de las estaciones.

En el primer grupo, compuesto por una de las lagunas de la cuenca del Huallaga HB-SNC3. Esta diferencia puede explicarse a la naturaleza del cuerpo y que las pocas especies registradas no fueron comunes en otras estaciones.

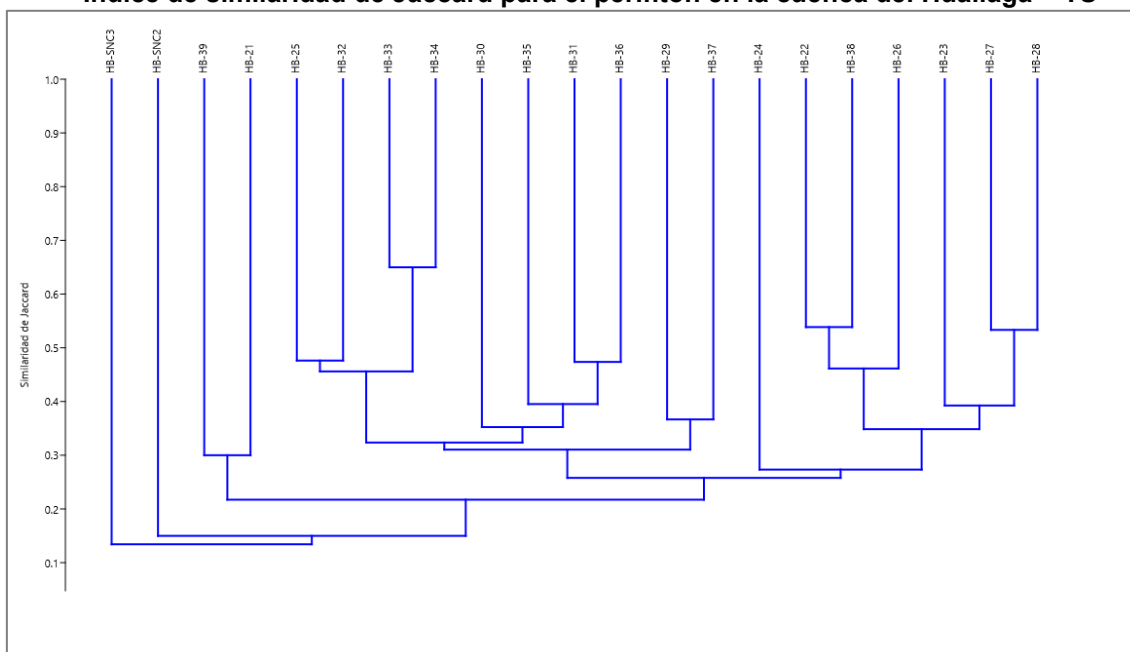
Por otro lado, el segundo grupo, la estación que difirió entre las demás fue HB-SNC2 debido a que esta también estuvo ubicado en una laguna a comparación de las demás estaciones que se encontraban en cuerpos de aguas lótic, pero que perteneció al mismo grupo debido a que en esta se registró mayor riqueza compartida entre las demás estaciones. En contraste, las estaciones con mayores similitudes fueron HB-33 y HB-34 (68% según Jaccard y 80% según Sorensen) y HB-25 con HB-32 (51% según Jaccard y 61% según Sorensen).

Gráfico 4.2.6-123
Índice de similaridad de Sorensen para el perifiton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-124
Índice de similaridad de Jaccard para el perifiton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.3.7 Indicadores biológicos para ambientes acuáticos continentales

4.2.6.4.1.3.3.7.1 Índice IDG (Índice de Diatomeas Generales)

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 en el río Chicama presentó un valor de 1.19, lo que sugiere que el agua está severamente afectada, con una presencia mínima de

especies sensibles. Este valor refleja una calidad de agua muy baja, con escasa biodiversidad.

En la cuenca Jequetepeque, la estación HB-07 en el río Chilete mostró un valor de IDG de 3.49, lo que indica contaminación media con eutrofización acentuada, lo que significa que el agua está afectada por un exceso de nutrientes, favoreciendo el crecimiento de algas y alterando el equilibrio ecológico.

La cuenca Marañón presentó una variedad de resultados, desde estaciones con calidad biológica óptima hasta otras con contaminación fuerte. La estación HB-SNC1 en la laguna mostró un IDG de 3.00, que indica contaminación media con eutrofización acentuada. Sin embargo, la estación HB-14, ubicada en una quebrada, presentó un IDG de 4.95, lo que refleja calidad biológica óptima, con una biodiversidad considerablemente alta y ausencia de contaminación significativa. Varias estaciones correspondientes a ríos del Marañón, como HB-10 (IDG de 3.05), HB-11 (IDG de 3.01), HB-13 (IDG de 2.85), entre otras, mostraron contaminación media a fuerte, con altos niveles de nutrientes que alteran la calidad del agua. Las estaciones HB-12, HB-16, y HB-18 presentaron IDG bajos (de 1.07 a 1.91), lo que indica una contaminación muy fuerte y la desaparición de especies sensibles. Además, las estaciones HB-17, HB-19, y HB-20 reflejan contaminación media con eutrofización.

En la cuenca Huallaga, se observaron tanto estaciones con contaminación muy fuerte como otras con calidad biológica óptima. La estación HB-SNC2 en la laguna presentó un IDG de 1.60, indicando contaminación muy fuerte, mientras que la HB-SNC3 mostró un IDG de 4.92, lo que refleja una calidad biológica óptima, sin evidencia de contaminación significativa. En las estaciones de quebrada, como HB-23 (IDG de 3.03), HB-24 (IDG de 3.10), y HB-34 (IDG de 2.38), se observó contaminación media a fuerte, con desaparición de especies sensibles en varias de ellas. También se destacó que la estación HB-36 presentó un IDG de 2.96, lo que refleja una contaminación fuerte con pérdida de biodiversidad sensible.

En los ríos Huallaga, las estaciones HB-21 (IDG de 2.52) y HB-22 (IDG de 3.00) también presentaron contaminación fuerte y media, respectivamente, con eutrofización y disminución de especies sensibles. Sin embargo, la estación HB-28 mostró un IDG de 4.08, lo que sugiere una calidad normal y contaminación débil, destacándose por su buena calidad de agua en comparación con otras estaciones en la cuenca. El análisis de los resultados del Índice de Diatomeas (IDG) revela una gran variabilidad en la calidad del agua en las cuencas monitoreadas. En general, las estaciones de las cuencas Chicama y Jequetepeque presentan varios puntos con contaminación muy fuerte y fuerte, reflejada en valores bajos del IDG, como en las estaciones HB-05 (1.19) y HB-15 (1.07). Por otro lado, algunas estaciones como HB-14 en la cuenca Marañón y HB-SNC3 en la cuenca Huallaga muestran calidad biológica óptima con valores de IDG por encima de 4.5, lo que indica aguas de excelente calidad y sin contaminación significativa.

La eutrofización es un fenómeno común en muchas de las estaciones, especialmente en las cuencas Jequetepeque y Huallaga, donde se observan altos niveles de nutrientes que alteran la biodiversidad acuática. Las estaciones con contaminación media y fuerte presentan una alteración significativa de la biodiversidad, especialmente con la desaparición de especies sensibles en las áreas afectadas.

En general, la tabla muestra una gran variabilidad en la calidad del agua en las distintas cuencas y estaciones monitoreadas. Las cuencas Chicama y Jequetepeque presentan estaciones más contaminadas, especialmente en el caso del río Chicama, con valores del IDG muy bajos que indican contaminación muy fuerte. Las estaciones de calidad biológica

óptima (como en la quebrada Marañón y la laguna Huallaga) son excepcionales, pero son pocas.

Tabla 4.2.6-11
Índice de IDG para todas las estaciones del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor IDG	Significado
Chicama	Río	HB-05	1.19	Contaminación muy fuerte
Jequetepeque	Río	HB-07	3.49	Contaminación media. Eutrofización acentuada
Marañón	Laguna	HB-SNC1	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
	Quebrada	HB-14	4.95	Calidad biológica óptima
		HB-15	1.07	Contaminación muy fuerte
	Río	HB-10	3.05	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-11	3.01	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-12	1.91	Contaminación muy fuerte
		HB-13	2.85	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-16	1.08	Contaminación muy fuerte
		HB-17	3.11	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-18	2.86	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-19	3.22	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-20	3.01	Contaminación media. Eutrofización acentuada
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	1.60	Contaminación muy fuerte
		HB-SNC3	4.92	Calidad biológica óptima
	Quebrada	HB-23	3.03	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-24	3.10	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-34	2.38	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-35	2.79	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-36	2.96	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
	Río	HB-21	2.52	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-22	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-25	3.12	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-26	3.94	Contaminación moderada. Eutrofización
		HB-27	3.04	Contaminación media. Eutrofización acentuada

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor IDG	Significado
		HB-28	4.08	Calidad normal. Contaminación débil
		HB-29	3.09	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-30	2.94	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-31	2.61	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-32	1.25	Contaminación muy fuerte
		HB-33	2.23	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-37	2.70	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-38	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-39	2.96	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4 Bentos

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

4.2.6.4.1.3.4.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

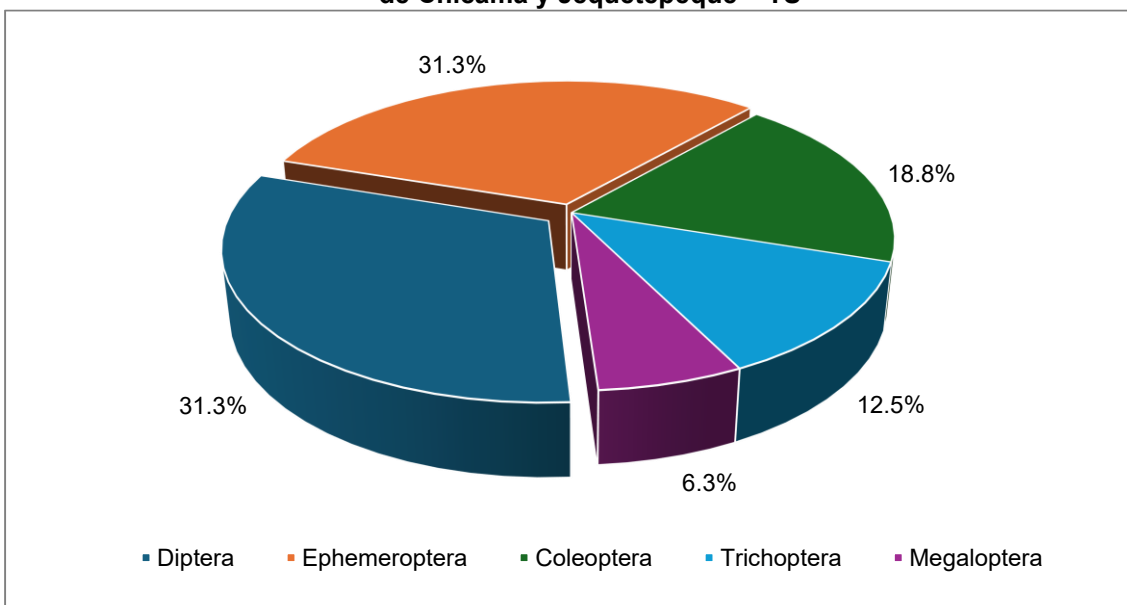
Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, solo la estación HB-07 tuvo agua disponible. Como resultado, se mantuvo una única estación activa por cuenca.

4.2.6.4.1.3.4.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas del Chicama y Jequetepeque se registraron un total de dieciséis (16) especies, pertenecientes a diez (10) familias, cinco (05) órdenes, una (01) clase, y un (01) phylum. El único phylum reportado para dicha cuenca fue Arthropoda, en el cual los órdenes con mayores riquezas fueron Diptera y Ephemeroptera con 05 especies (31.3%) cada una, seguida de Coleoptera con 03 especies (18.8%) y Trichoptera con 02 especies (12.5%). En contraste, el orden con menor riqueza fue el phylum Megaloptera con 1 especie (6.3%) cada una.

Gráfico 4.2.6-125

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

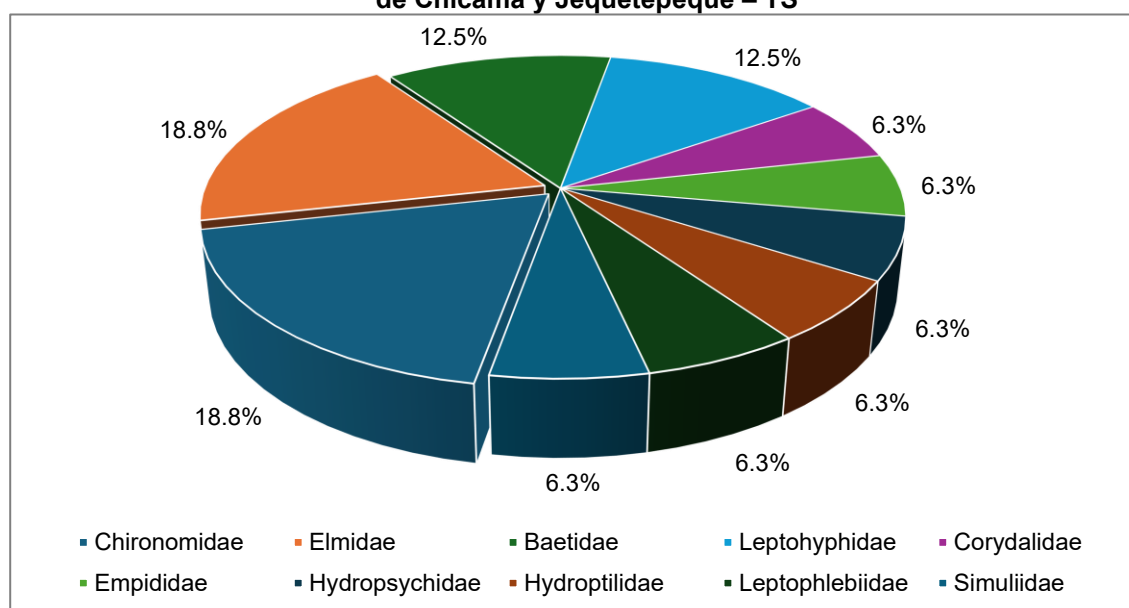


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas en las cuencas del Chicama y Jequetepeque, se evidenció una mayor riqueza para las familias Chironomidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera) con 03 especies en total (18.8%), seguida de Baetidae y Leptohyphidae (Ephemeroptera), con un total de 02 especies (12.5%) cada una. En contraste, se registraron 06 familias que obtuvieron 01 especie, siendo las familias con menor riqueza, representando cada una de ellas (6.3%).

Gráfico 4.2.6-126

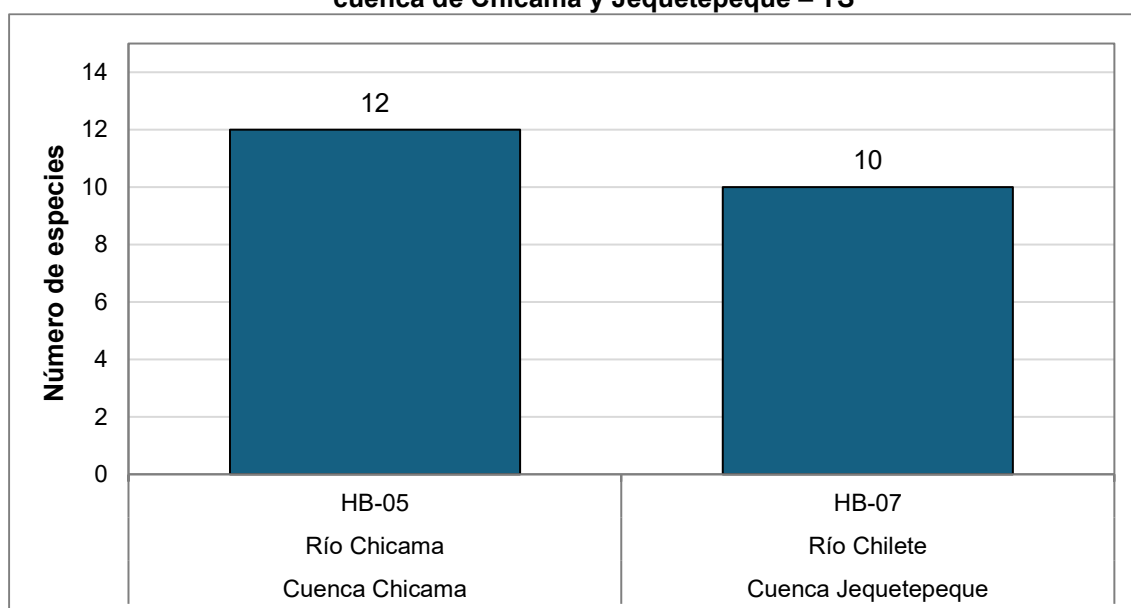
Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca, se observó que la estación HB-07, ubicada en el río Chilete, perteneciente a la cuenca del río Jequetepeque, presentó la menor riqueza con 10 especies registradas. En contraste, la estación HB-05, situada en el río Chicama, que pertenece a la cuenca Chicama, registró la mayor riqueza con 12 especies.

Gráfico 4.2.6-127
Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos según las estaciones ubicadas en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



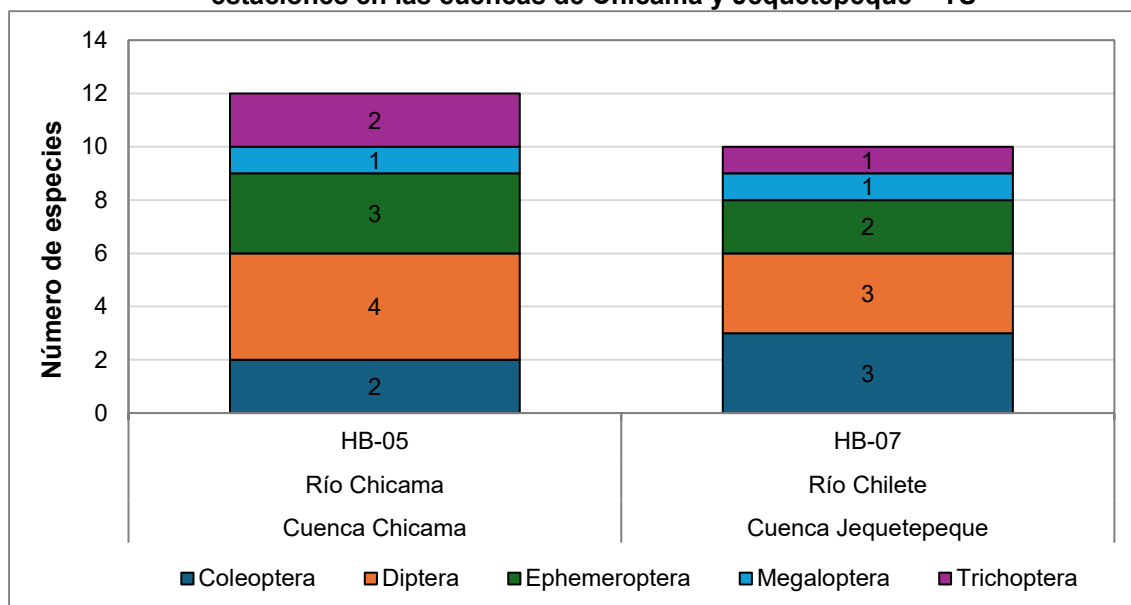
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas del Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-05 (cuenca de Chicama), el orden Diptera presentó la mayor riqueza con 04 especies (33.3%), seguida de Ephemeroptera con 03 especies (25.0%) y el orden con menor riqueza fue Megaloptera con 01 especie (8.3%).

Por otro lado, la estación HB-07 (cuenca de Jequetepeque), los órdenes Diptera y Coleoptera registraron la mayor riqueza con 03 especies (30.0%), seguida de

Ephemeroptera con 02 especies (20.0%). Los órdenes con menores riquezas fueron Megaloptera y Trichoptera con 01 especie (10.0%) cada una .

Gráfico 4.2.6-128
Riqueza total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



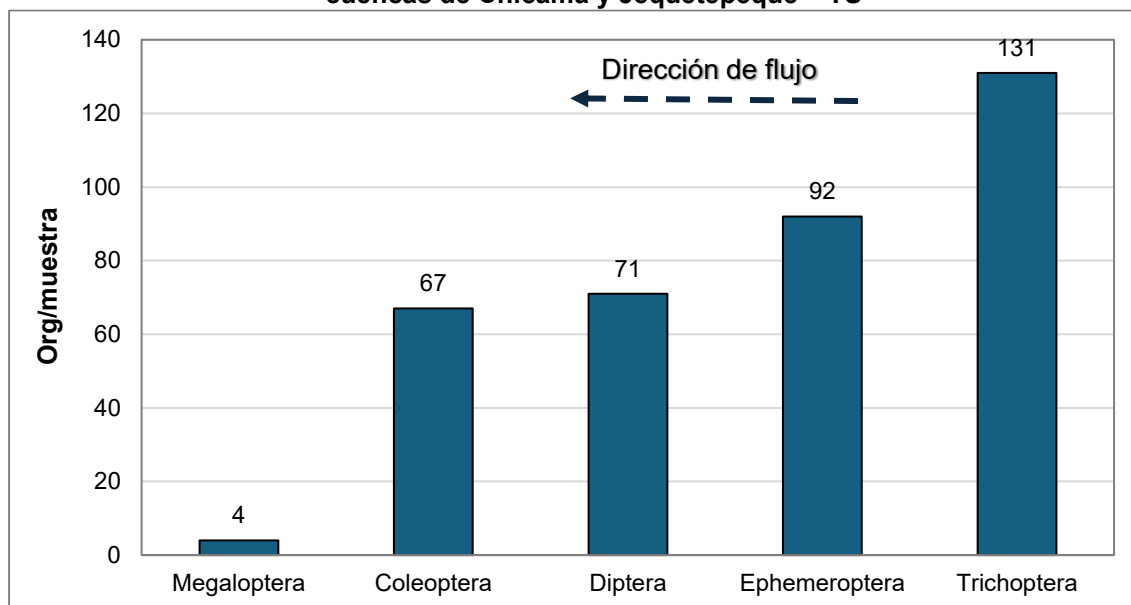
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.1.2 Abundancia

El área de estudio registró una abundancia total de 365 Org/muestra. El orden Trichoptera presentó la mayor abundancia con 131 Org/muestra (35.9%), seguida de Ephemeroptera con 92 Org/muestra (25.2%) y Diptera con 71 Org/muestra (19.5%). En menor abundancia se encontró el orden Megaloptera con 04 Org/muestra (1.1%).

Gráfico 4.2.6-129

Abundancia total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

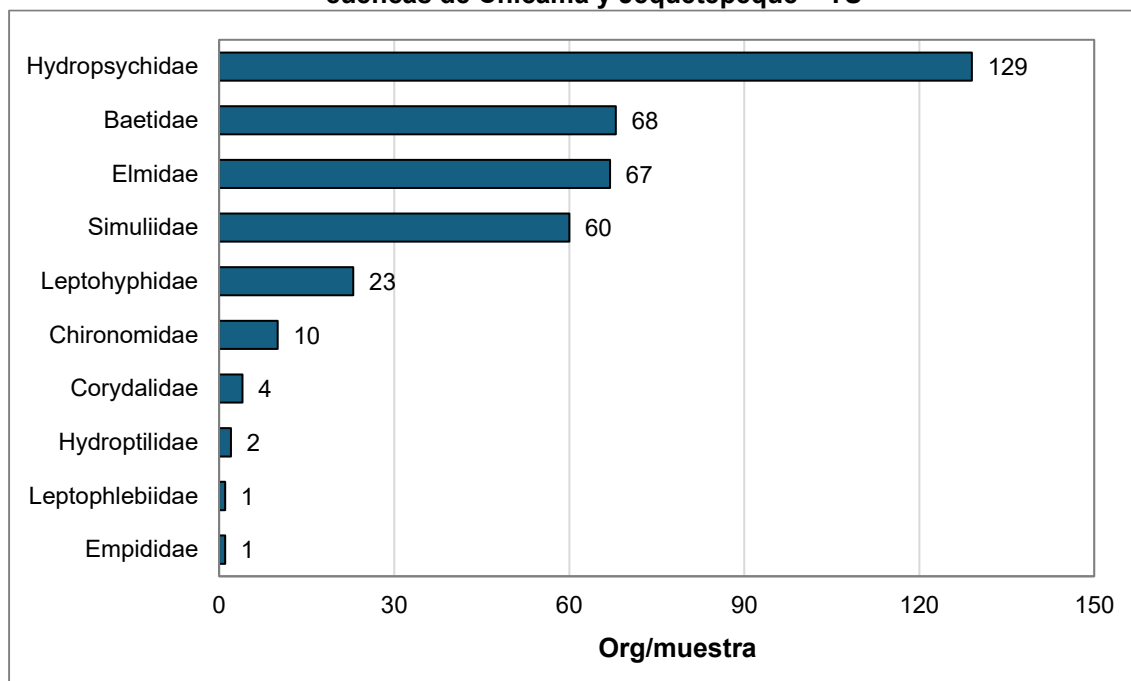


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas a nivel general en las cuencas, se observó que la familia Hydropsychidae (Trichoptera) fue la de mayor abundancia, con 129 Org/muestra (35.3%), seguida por Baetidae (Ephemeroptera) con 68 Org/muestra (18.6%), y Elmidae (Coleoptera) con 67 Org/muestra (18.4%). En contraste, las familias Empididae (Diptera) y Leptophlebiidae (Ephemeroptera), registraron las menores abundancias con 1 Org/muestra (0.3%) cada una.

Gráfico 4.2.6-130

Abundancia total de las familias de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

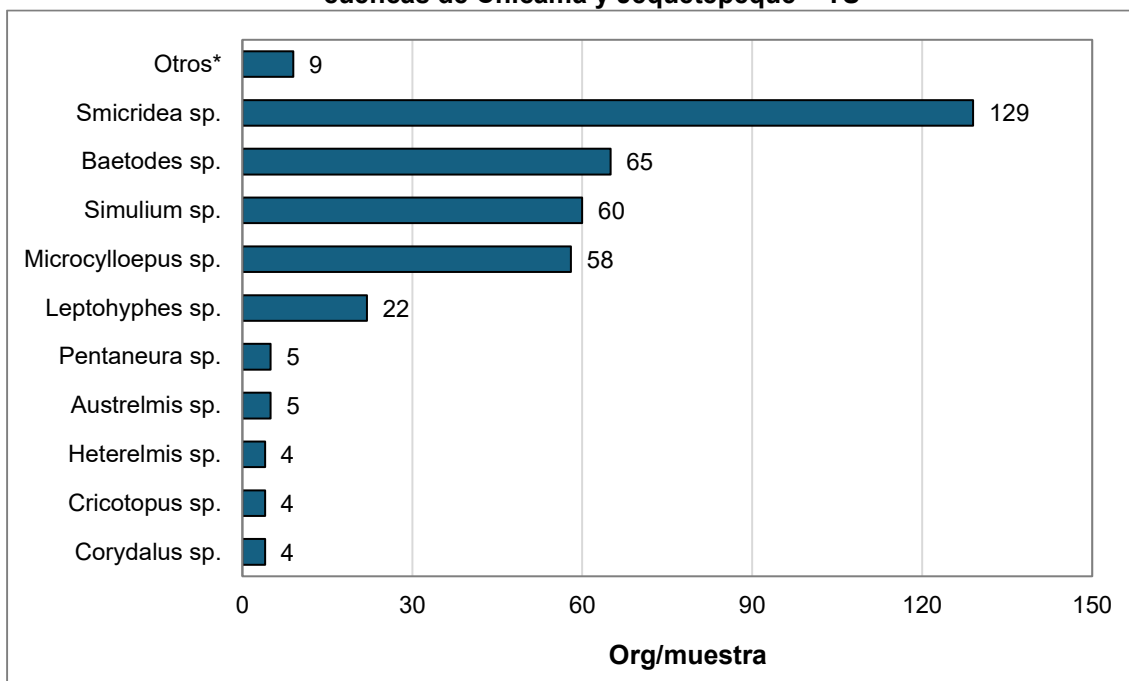


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en ambas cuencas, la especie *Smicridea* sp., presentó la mayor abundancia, con 129 Org/muestra, seguido por *Baetodes* sp. con 65 Org/muestra y *Simulium* sp. con 60 Org/muestra. Por el contrario, las especies *Corydalis* sp., *Cricotopus* sp. y *Heterelmis* sp., fueron las de menor riqueza con 04 Org/muestras, además de las especies que presentaron una abundancia entre 1 a 3 Org/muestra y fueron agrupados en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-131

Abundancia total de las especies de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS

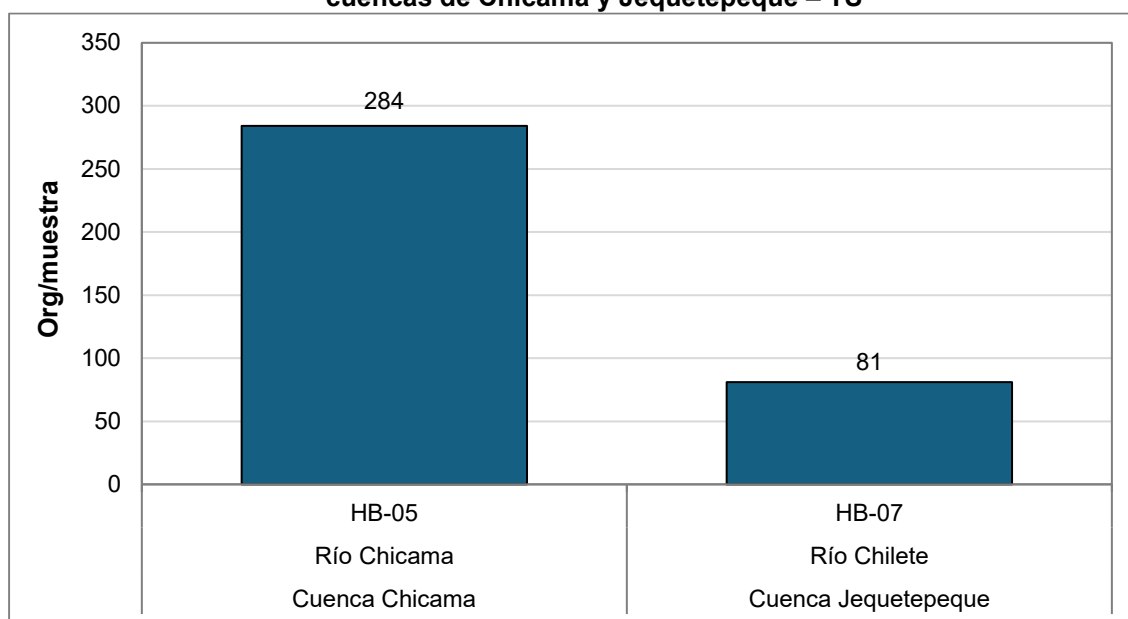


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas en cada cuenca, se observó que la estación HB-05, ubicada en el río Chicama de la cuenca Chicama, registró la mayor abundancia con 284 Org/muestra. En cambio, la estación HB-07, situada en el río Chilete de la cuenca Jequetepeque, presentó una abundancia de 81 Org/muestra.

Gráfico 4.2.6-132

Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones de las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



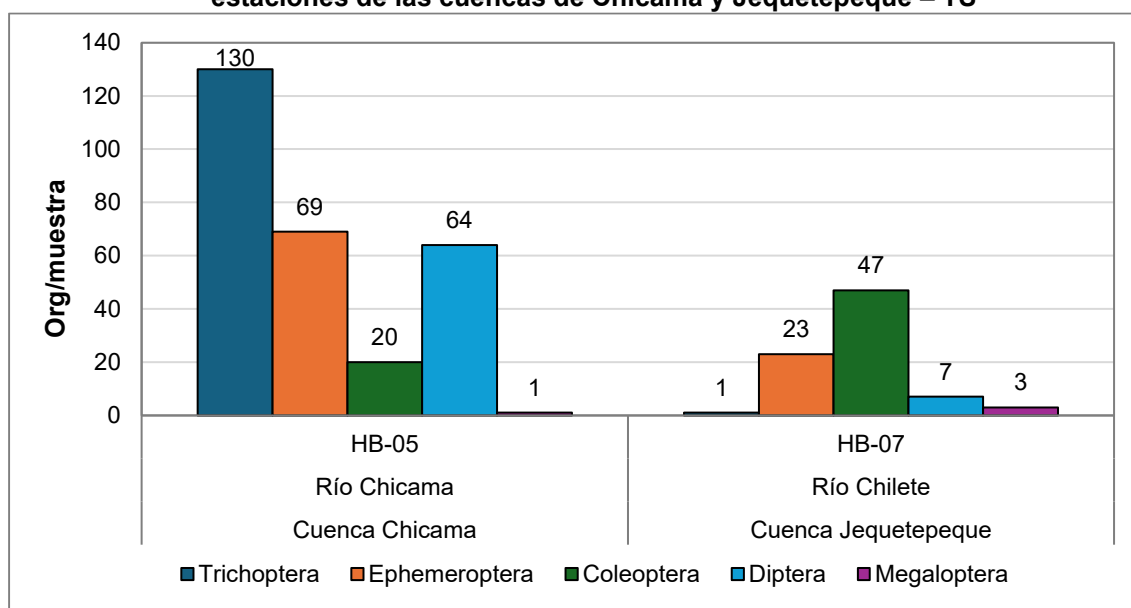
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en ambas cuencas, se observó que para la estación HB-05 ubicada en la cuenca Chicama, el orden Trichoptera registró la mayor abundancia con 130 Org/muestra (45.8%), seguida de Ephemeroptera con 69 Org/muestra (24.3%) y finalmente la de menor abundancia fue Megaloptera con 01 Org/muestra (1.0%).

Asimismo, la estación HB-07 ubicada en la cuenca de Jequetepeque, el orden Coleoptera registró la mayor abundancia con 47 Org/muestra (58.0%), seguida de Ephemeroptera con 23 Org/muestra (28.4%) y finalmente la de menor riqueza fue Trichoptera con 01 Org/muestra, demostrando un patron diferente a lo obtenido en la estación HB-05.

Gráfico 4.2.6-133

Abundancia total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones de las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.2 Cuenca Marañon

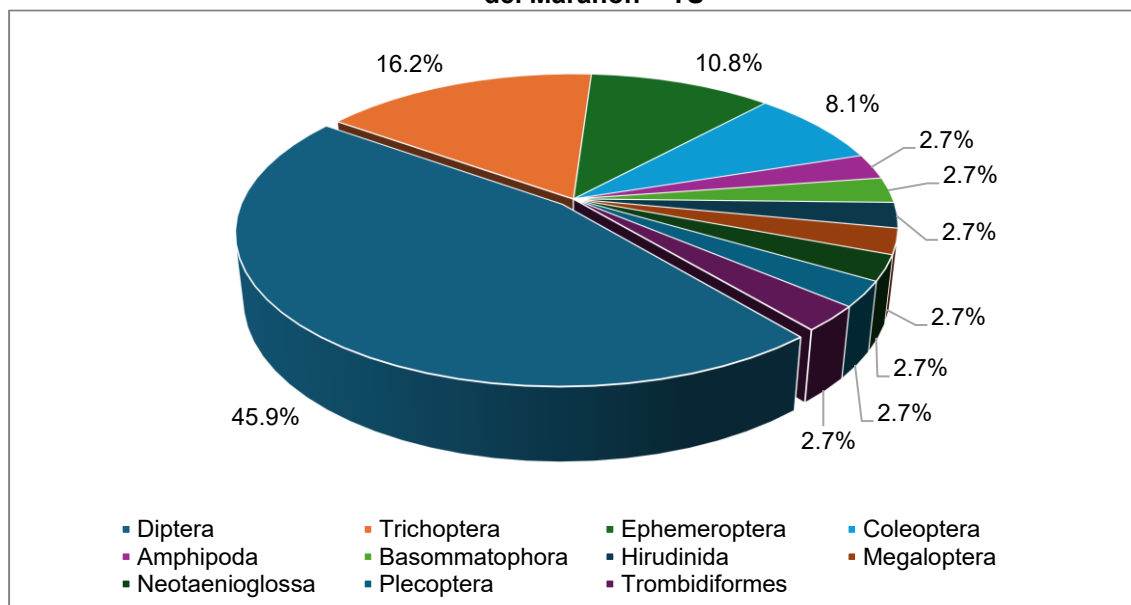
4.2.6.4.1.3.4.2.1 Riqueza

En el área de estudio de la cuenca del Marañon, se registraron un total de treinta y siete (37) especies, veinticuatro (24) familias, once (11) órdenes, cinco (05) clases, y tres (03) phyla. La phyla registradas fueron Annelida (01 especie), Mollusca (02 especies) y Arthropoda (34 especies).

Se menciona que el orden con mayor riqueza fue Diptera con 17 especies (45.9%), seguida de Trichoptera con 06 especies (16.2%) y Ephemeroptera con 04 especies (10.8%), todas dentro del phylum Arthropoda. En contraste, los órdenes Amphipoda, Megaloptera, Plecoptera y Trombidiformes del phylum Arthropoda, Basommatophora y Neotaenioglossa del phylum Mollusca e Hirudinida del phylum Annelida, cada una de ellas registraron 01 especie (2.7%) cada una.

Gráfico 4.2.6-134

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Maraón – TS

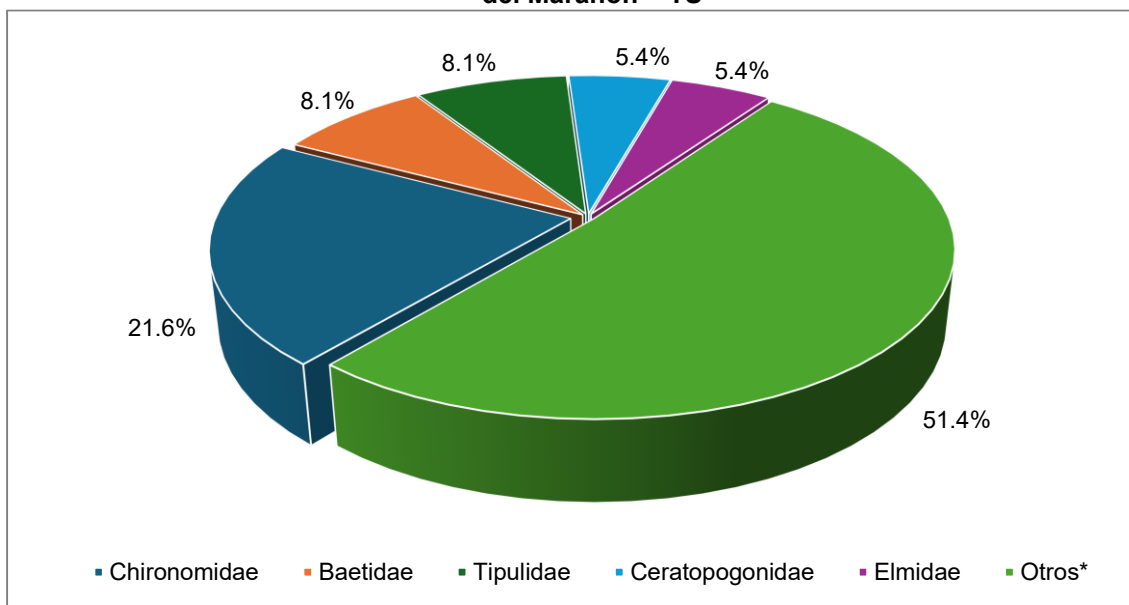


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas en la cuenca del Maraón, se observó una mayor riqueza en todas aquellas pertenecientes al phylum Arthropoda, donde la familia Chironomidae (Diptera) registró la mayor riqueza con un total de 08 especies (12.7%), seguido de Baetidae (Ephemeroptera) y Tipulidae (Diptera) con 03 especies (8.1%) cada una, y los órdenes Ceratopogonidae (Diptera) y Elmidae (Coleoptera) con 02 especies (5.4%) cada una. Además, 19 órdenes registraron únicamente 01 especie y fueron agrupados bajo la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-135

Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TS



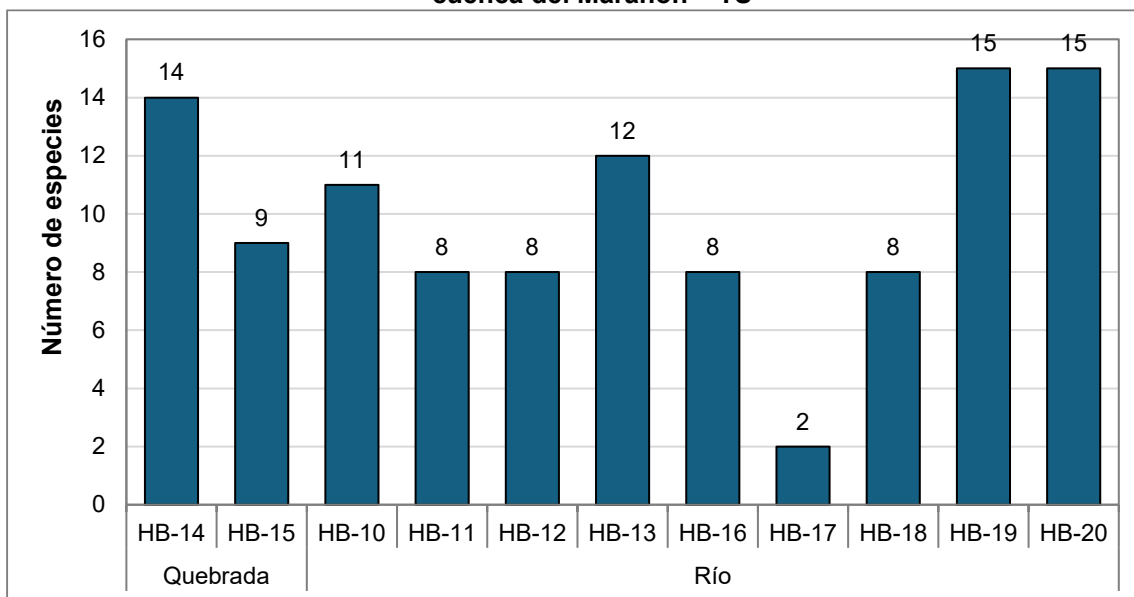
Otros*: Especies que presentaron una riqueza de 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies registrada en las estaciones de muestreo de la cuenca del Marañón, se observó que las estaciones HB-19 y HB-20, ubicadas en cuerpos de agua con un mayor flujo como los ríos, presentaron las mayores riquezas con un total de 15 especies cada una. Asimismo, siguieron las estaciones HB-14 con 14 especies y HB-13 con 12 especies. Por otro lado, la estación con menor riqueza fue HB-17 con 02 especies.

Gráfico 4.2.6-136

Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS



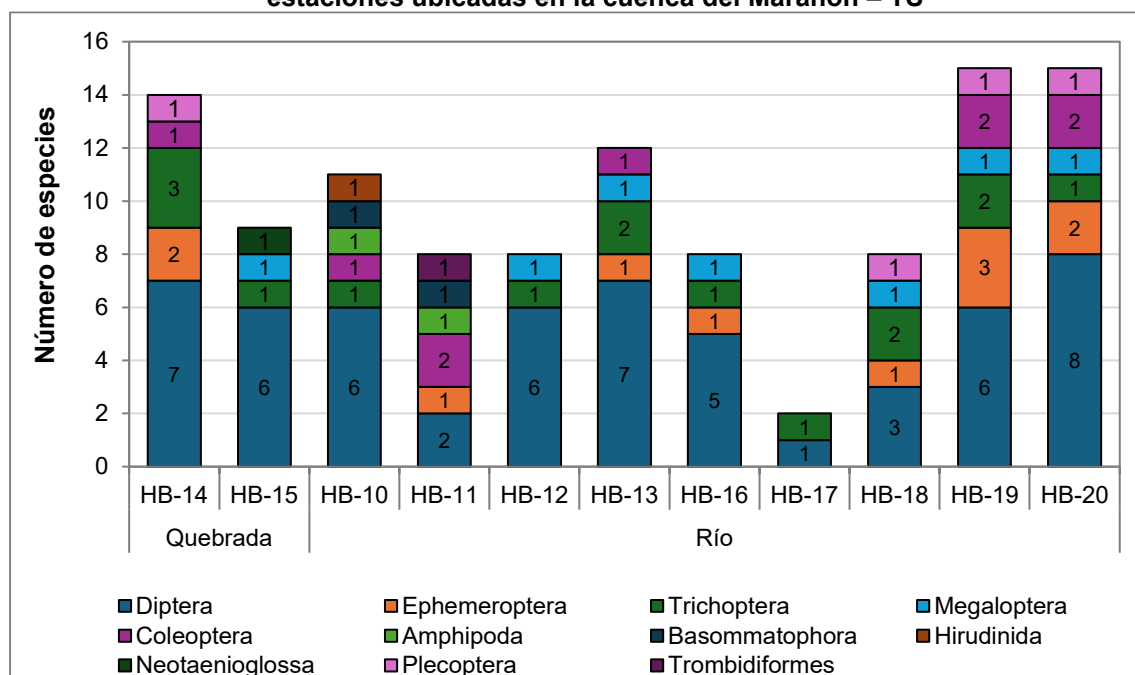
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón, se observó que el orden Diptera destacó en todas las estaciones con la mayor riqueza, registrando entre 08 especies en la estación HB-20 y 01 especie en la estación HB-17.

Asimismo, el orden Trichoptera estuvo presente en la mayoría de las estaciones, registrando entre 03 a 01 especies, con excepción, la estación HB-11 que no presentó este orden. Por otro lado, Ephemeroptera no estuvo presente en las estaciones HB-10, HB-15, HB-12 y HB-17.

En contraste los órdenes, Amphipoda y Basommatophora estuvieron presentes en las estaciones HB-10 y HB-11. Asimismo, los órdenes Hirudinida, Neotaenioglossa, Trombidiformes únicamente se registraron en una sola estación con 01 especie, sea HB-10, HB-15 y HB-11 consecutivamente.

Gráfico 4.2.6-137
Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS

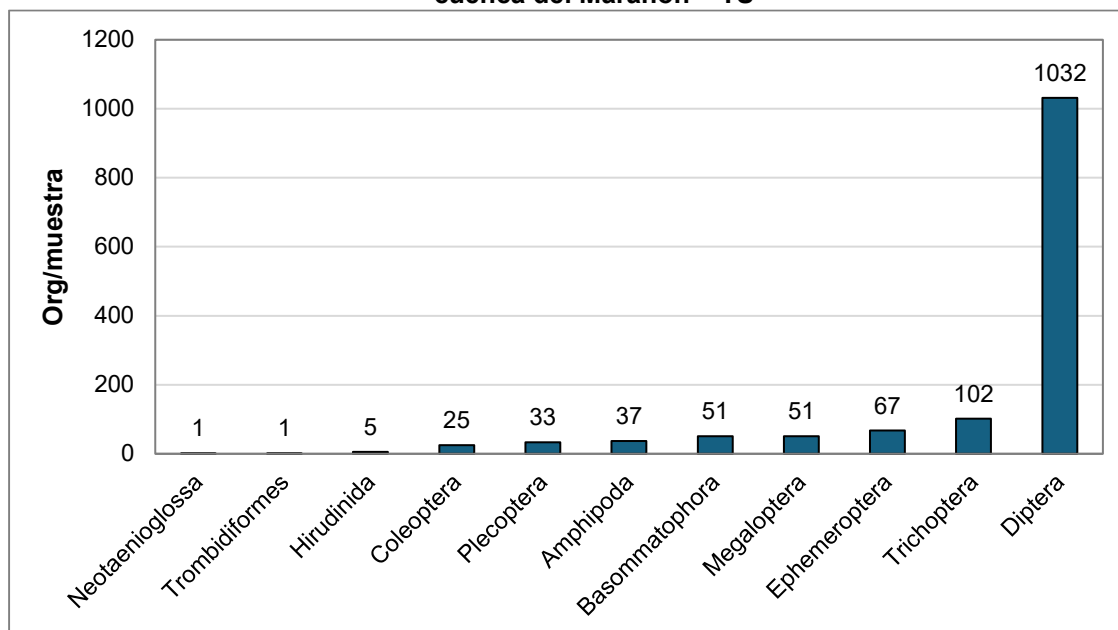


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.2.2 Abundancia

En el área de estudio, se registró una abundancia total de 1405 Org/muestra. El orden Diptera (Arthropoda) fue la más dominante, registrando una abundancia de 1032 Org/muestra (73.5%), seguido de Trichoptera (Arthropoda) con 102 Org/muestra (7.3%) y Ephemeroptera con 67 Org/muestra (4.8%). Por otro lado, las órdenes con menores abundancias fueron Neotaenioglossa (Mollusca) y Trombidiformes (Arthropoda) con 01 Org/muestra (0.1%) cada una.

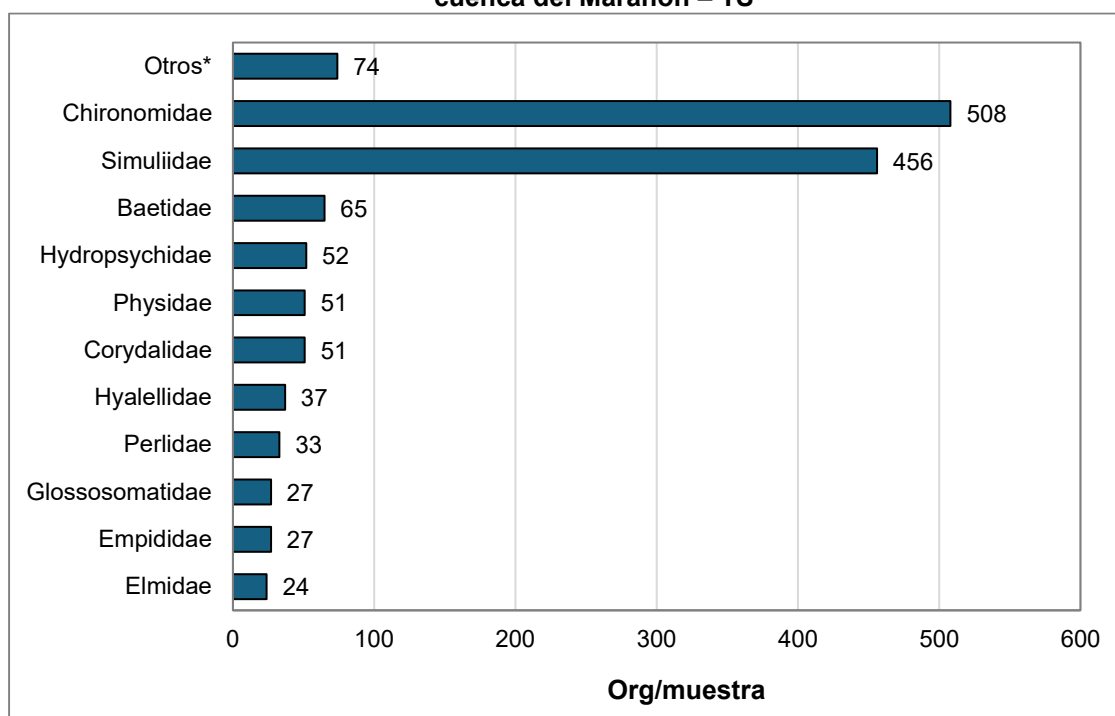
Gráfico 4.2.6-138
Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Maraón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas en la cuenca, se observó una predominancia significativa de la familia Chironomidae con 508 Org/muestra (36.2%), seguido por Simuliidae con 456 Org/muestra (32.5%) y Baetidae con 65 Org/muestra (4.6%). Otros órdenes presentaron una abundancia que varió entre 52 Org/muestra (para Hydropsychidae) a 24 Org/muestra (para Elmidae). Las familias con menores abundancias son aquellos que presentaron valores inferiores a 16 Org/muestra, y fueron agrupados bajo la categoría de “Otros”.

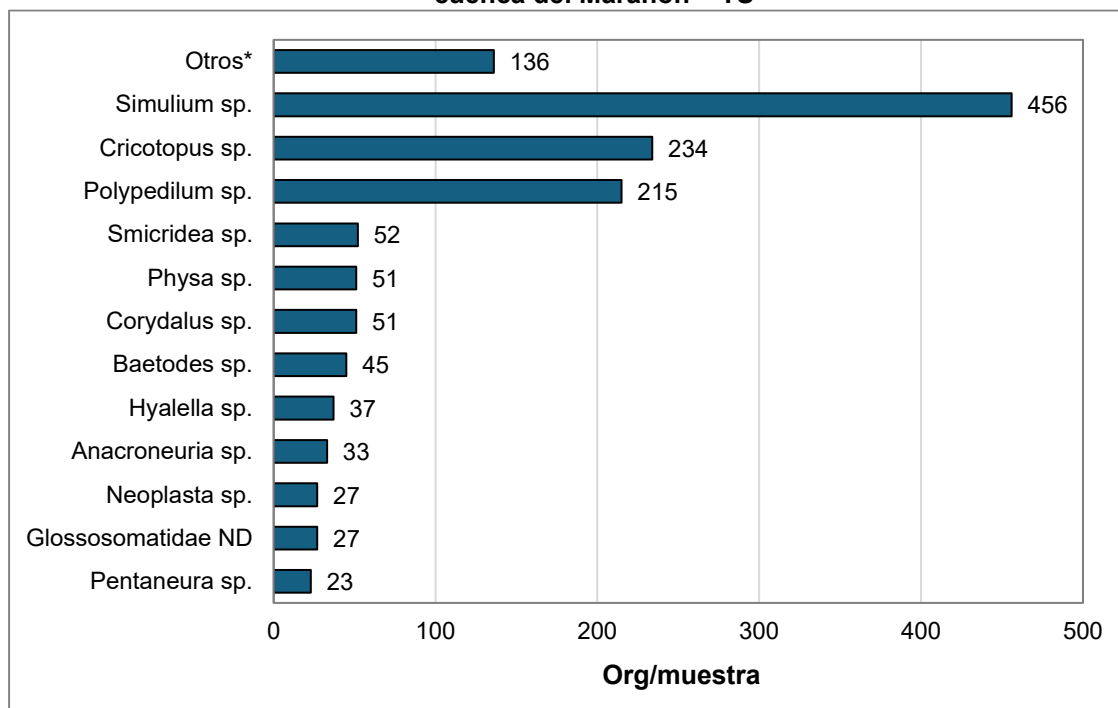
Gráfico 4.2.6-139
Abundancia total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TS



Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 16 Org/muestra.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las especies, la especie *Simulium* sp. registró la mayor abundancia con 456 Org/muestra, seguido por *Cricotopus* sp. con 234 Org/muestra y *Polypedilum* sp. con 215 Org/muestra. Asimismo, otras especies tuvieron una abundancia entre 52 Org/muestra (*Smicridea* sp.) y 23 Org/muestra (*Pentaneura* sp.). Las especies que presentaron las menores abundancias fueron clasificadas en la categoría "Otros" debido a que mostraron valores inferiores de 19 Org/muestra.

Gráfico 4.2.6-140
Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TS

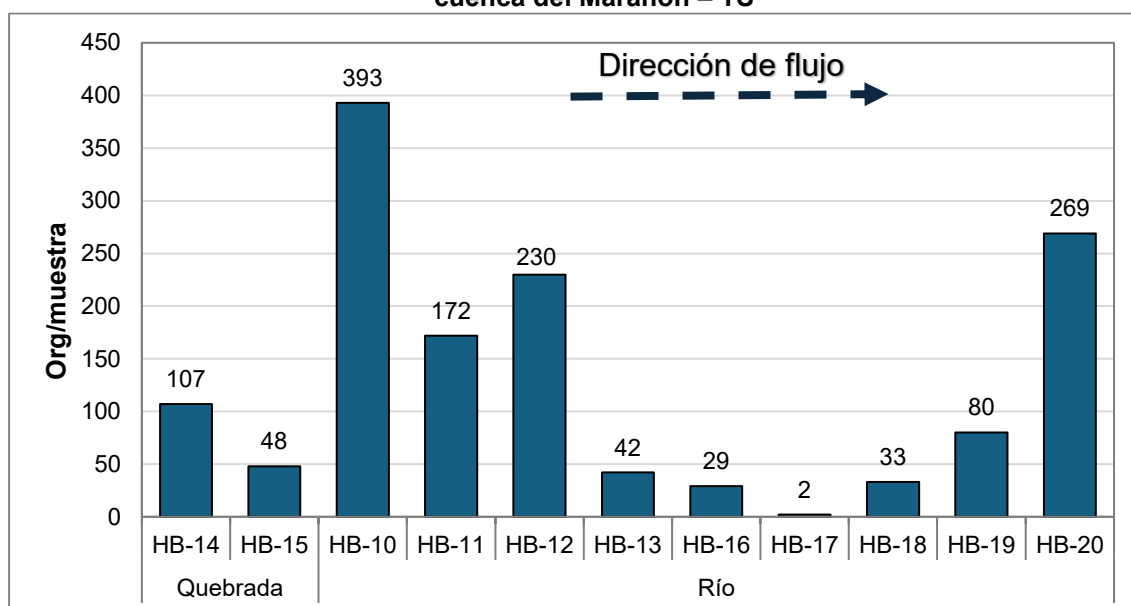


Otros*: Especies que presentaron una abundancia inferior a 19 Org/muestra.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas de la cuenca del Marañón, se observó que la estación HB-10 (río) presentó la mayor abundancia, con 393 Org/muestra, seguida por HB-20 (río) con 269 Org/muestra. En contraste, las estaciones HB-17 (río) y HB-16 (río) registraron las menores abundancias, con 02 Org/muestra y 29 Org/muestra, respectivamente.

Gráfico 4.2.6-141

Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS

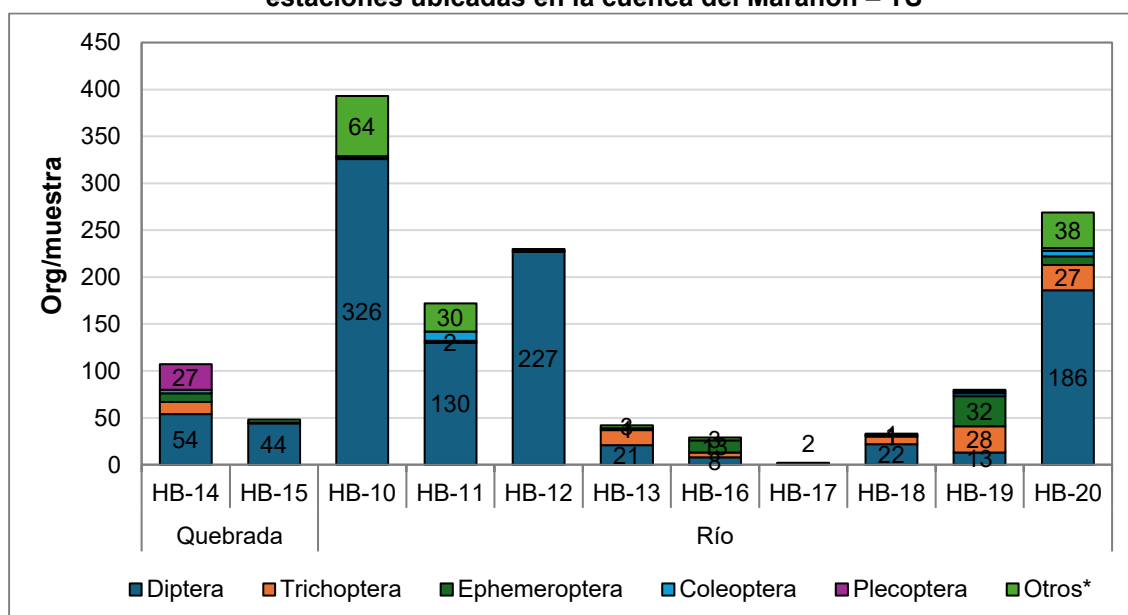


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los órdenes registrados, el orden Diptera estuvo presente en todas las estaciones y predominó en ellas. La abundancia de este orden osciló entre 01 Org/muestra (HB-17) y 326 Org/muestra (HB-10). Por otro lado, el phylum Trichoptera fue el segundo en términos de abundancia, destacándose especialmente en la estación HB-19 con 28 Org/muestra. En las demás estaciones la abundancia de Cyanobacteriota fluctuó entre 01 Org/muestra (HB-15, HB-12 y HB-17) y 27 (HB-20). Los demás órdenes registraron abundancias muy bajas, por lo que no se presentan en el gráfico; no obstante, se puede consultar en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia, Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo y Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas.**

Gráfico 4.2.6-142

Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TS



Otros*: Agrupados los órdenes con poca presencia y abundancia, entre ellas, Amphipoda, Basommatophora, Megaloptera, Hirudinea, Neotaenioglossa y Trombidiformes

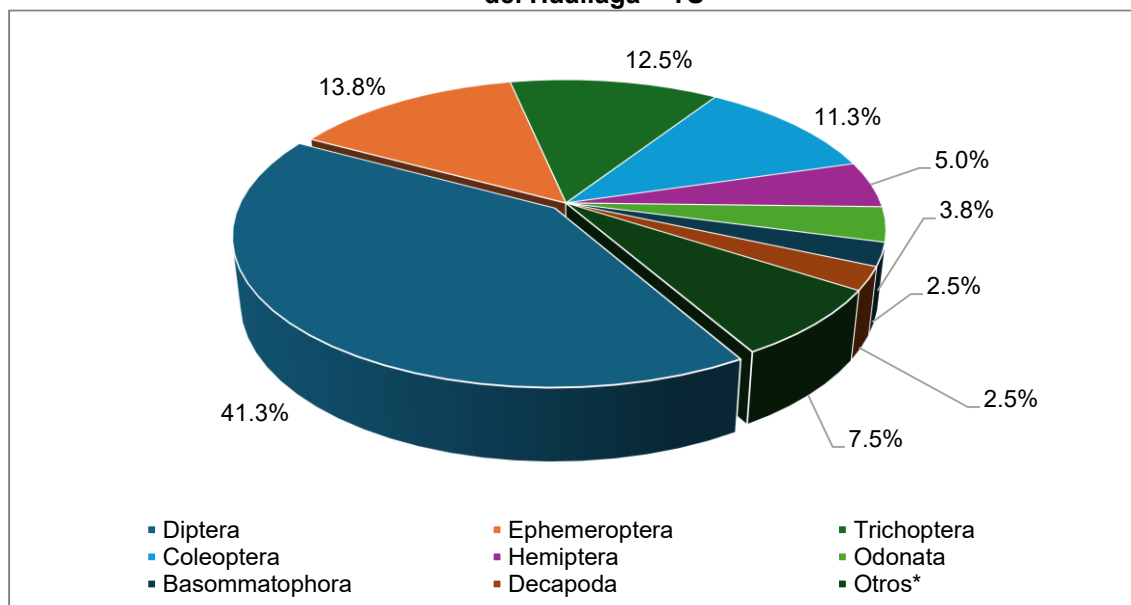
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.1.3.4.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de ochenta (80) especies, cuarenta y tres (43) familias, catorce (14) órdenes, tres (03) clases, y tres (03) Phyla Annelida, Arthropoda, y Mollusca. El phylum con mayor riqueza fue Arthropoda con 76 especies, seguida de Mollusca con 03 especies y Annelida con 01 especie. Por otro lado, el orden con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Diptera (Arthropoda) con 33 especies (41.3%), seguida de Ephemeroptera con 11 especies (13.8%), Trichoptera con 10 especies (12.5%) y Coleoptera con 09 especies (11.3%). En menor riqueza estuvieron los órdenes Basommatophora y Decapoda con 02 especies (7.5%) cada una. Aquellos órdenes que presentaron 01 especie fueron agrupados en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-143
Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS

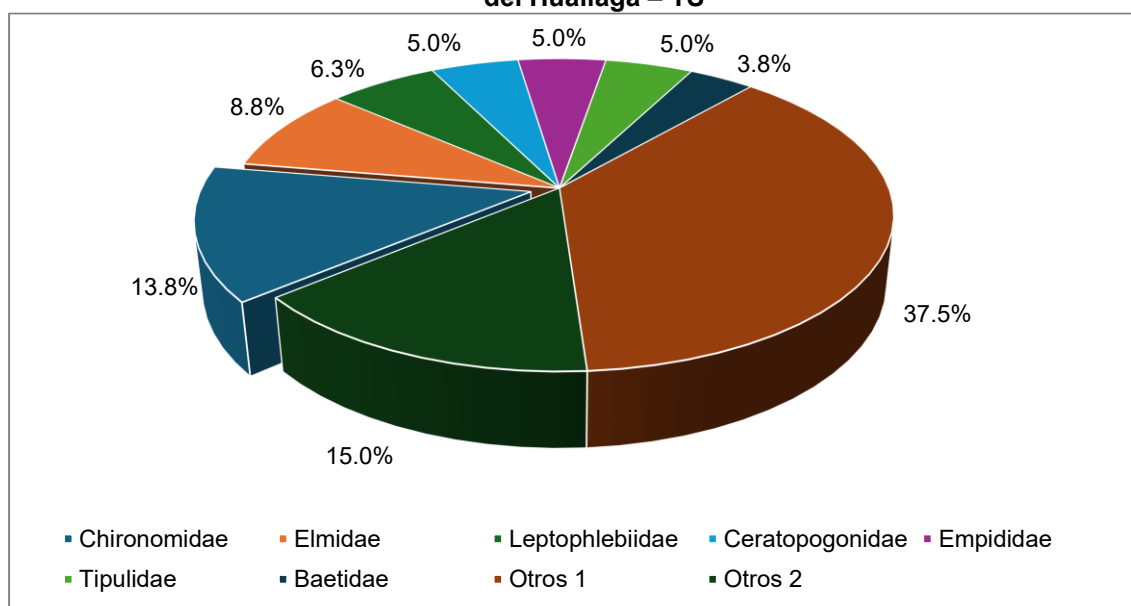


Otros*: Órdenes con una riqueza de 01 especie.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para la familia Chironomidae (Diptera-Arthropoda) el cual registró un total de 11 especies (13.8%), seguida de Elmidae (Coleoptera-Arthropoda) con 07 especies (8.8%), Leptophlebiidae (Ephemeroptera-Arthropoda) con 05 especies (6.3%). Por el contrario, la familia con menor riqueza fue Baetidae con 03 especies (3.8%). Asimismo, se menciona la presencia de familias que obtuvieron 02 especies y fueron agrupados en la categoría de “Otros 2” (15.0%), y aquellas familias con 01 especie fueron agrupados en “Otros 1” representando el 37.5% de la riqueza total.

Gráfico 4.2.6-144

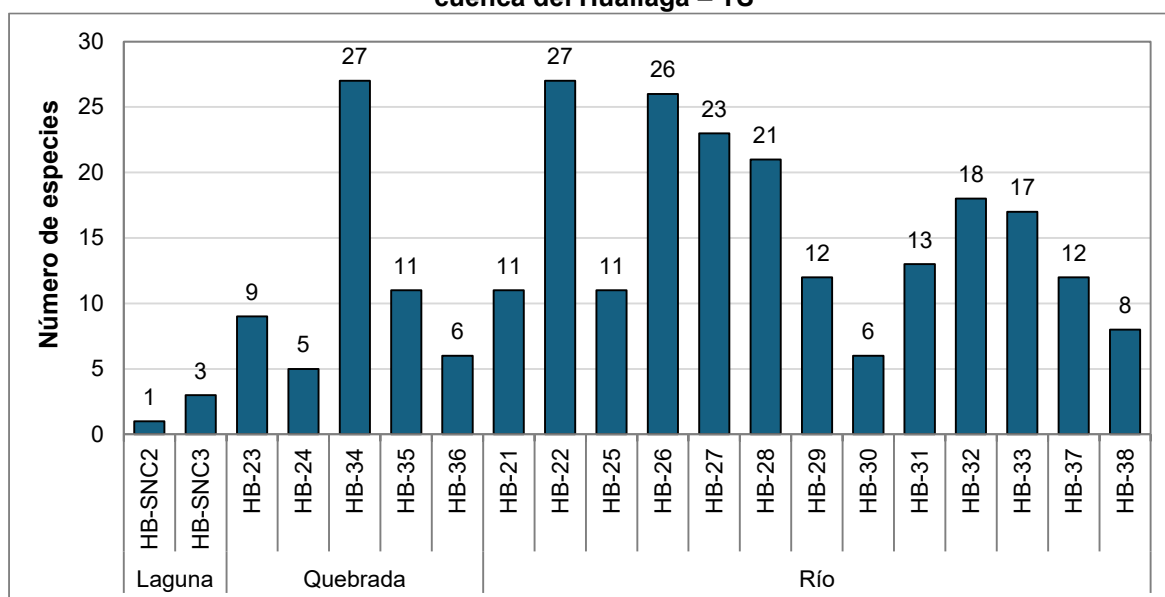
Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS



Otros 1: Familias que presentaron 01 especie.
 Otros 2: Familias que presentaron 02 especies
 Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que las estaciones HB-34 ubicada en una quebrada y HB-22 ubicada en un río, presentaron la mayor riqueza con 27 especies cada una, seguida de la estación HB-26 con 26 especies, y HB-27 con 23 especies correspondiente a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menores riquezas fueron aquellas ubicadas en las lagunas tales como HB-SNC2 y HB-SNC3 con 01 y 03 especies respectivamente.

Gráfico 4.2.6-145
Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

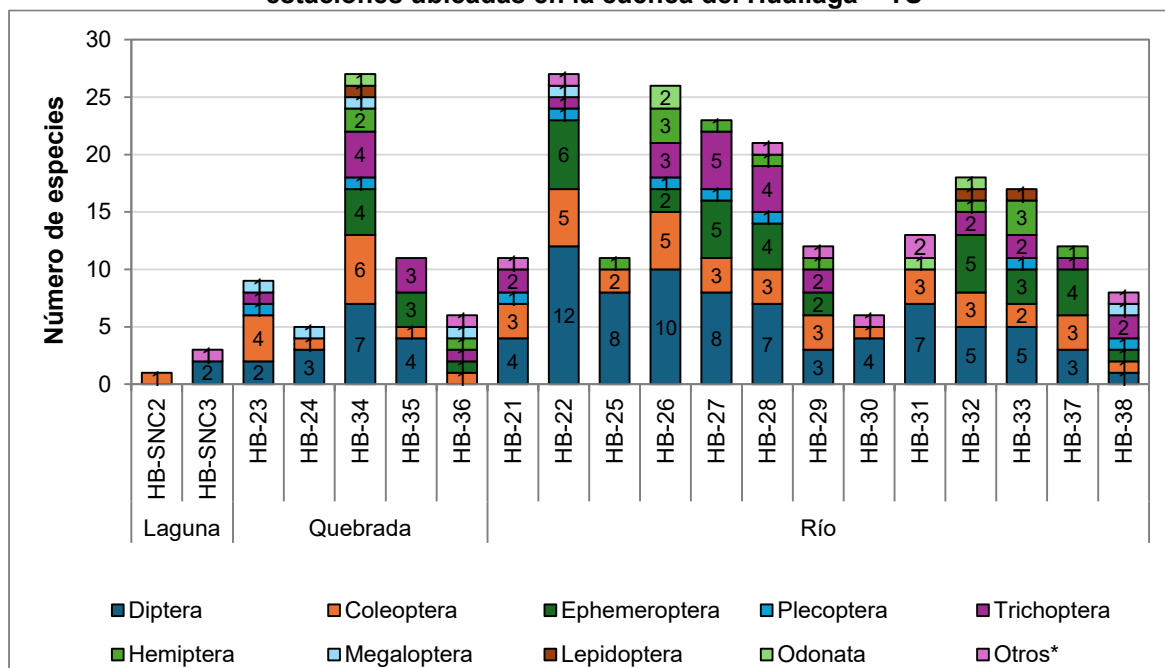


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga, se observó que el orden Diptera registró la mayor riqueza en todas las estaciones (excepto HB-23), con valores que oscilaron entre 01 especie (HB-38) y 12 especies (HB-22). Por su parte, el orden Coleoptera estuvo presente en todas las estaciones, excepto en HB-SNC3 y su riqueza osciló entre 01 especie y 06 especies entre las estaciones. Ephemeroptera se encontró en 12 estaciones, con una riqueza que varió entre 1 y 06 especies. El phylum Charophyta apareció en 9 estaciones, siendo la laguna HB-SNC3 la de mayor riqueza. Finalmente, el orden Trombidiformes, Basommatophora, Decapoda, Lumbriculida y Gastropoda ND, fueron registrados en pocas estaciones y fueron agrupados en “Otros”.

Gráfico 4.2.6-146

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



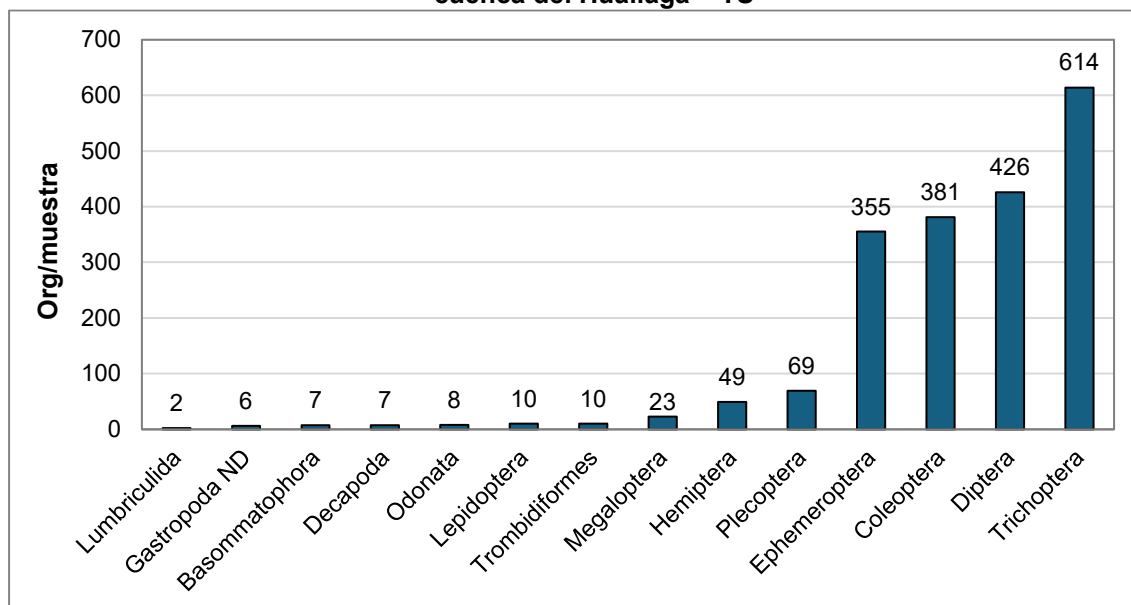
Otros*: Familias que registraron 01 especie y en pocas estaciones.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 1967 Org/muestra. De las cuales el orden con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Trichoptera con 614 Org/muestra (31.2%), seguida de Díptera con 426 Org/muestra (21.7%) y Coleoptera con 381 Org/muestra (19.4%). En contraste, el orden con menor abundancia fue Lumbriculida con 02 Org/muestra (0.1%).

Gráfico 4.2.6-147

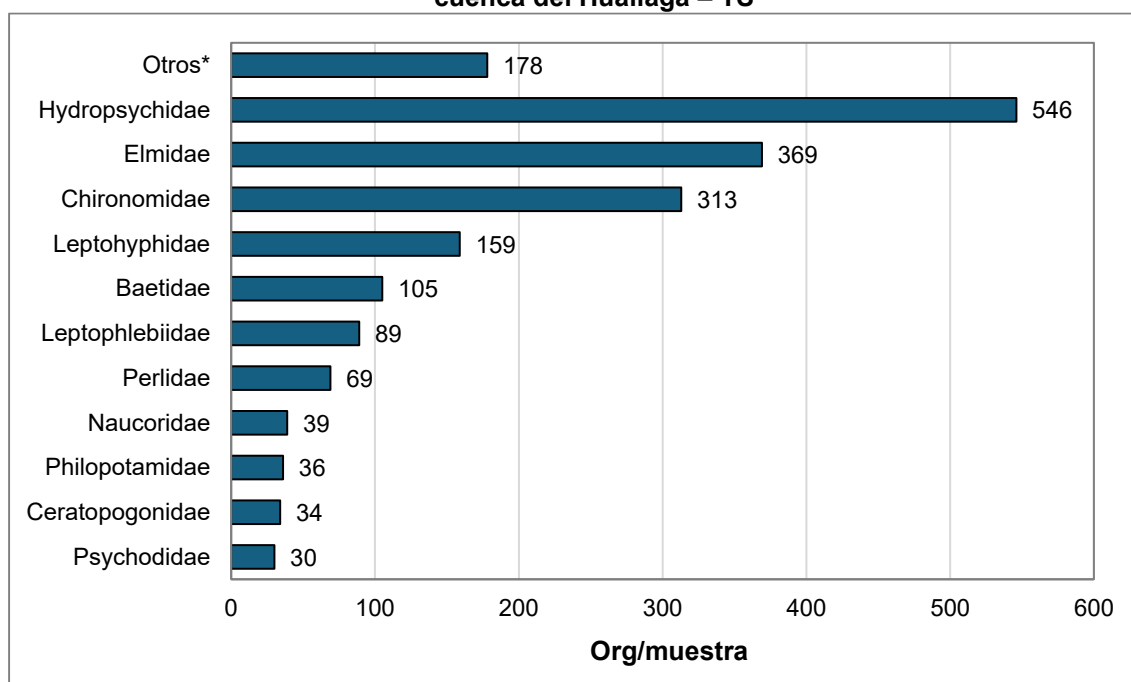
Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para la familia Hydropsychidae con 546 Org/muestra (27.8%), Elmidae con 369 Org/muestra (18.8%), y Chironomidae con 313 Org/muestra (15.9%). Las demás familias presentaron una abundancia entre 159 Org/muestra (Leptohyphidae) a 30 Org/muestra (Psychodidae). Las familias que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 30 Org/muestra se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-148
Abundancia total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS

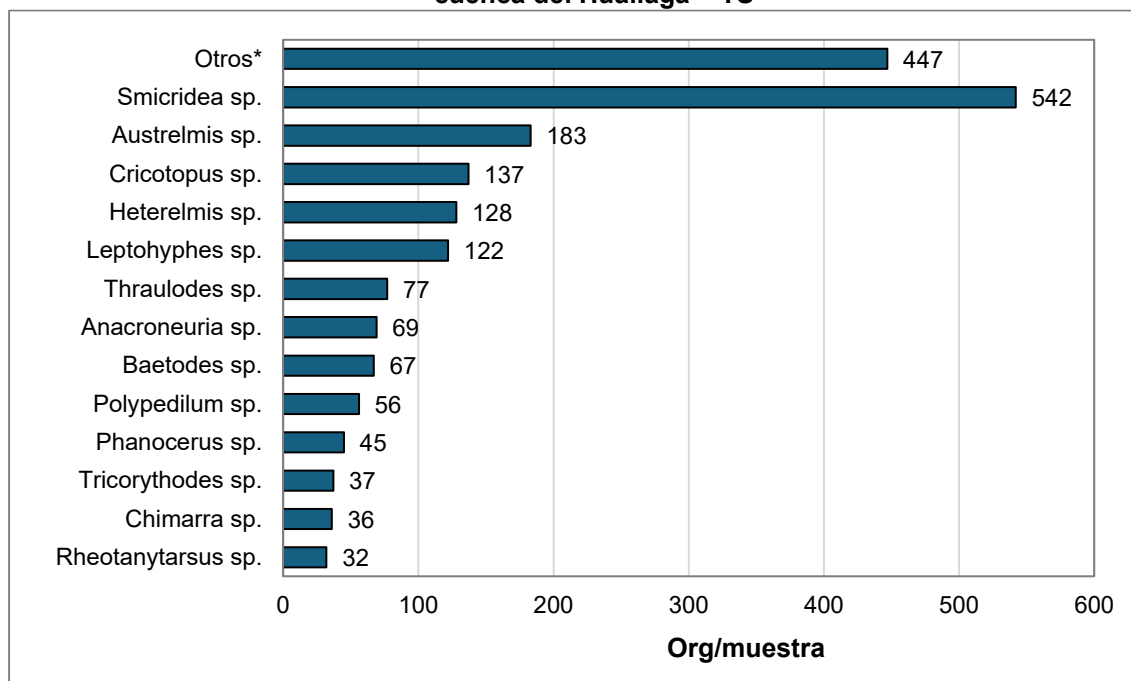


Otros*: Familias que presentaron una abundancia menor de 30 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, la especie que presentó la mayor abundancia fue *Smicridea* sp. con 542 Org/muestra, seguido de la especie *Austrelmis* sp. con 183 Org/muestra, y *Cricotopus* sp. con 137 Org/muestra. En contraste, la especie con menor abundancia fue *Chimarra* sp. con 36 Org/muestra y *Rheotanytarsus* sp. con 32 Org/muestra. Además, aquellas especies que obtuvieron una abundancia menor de 32 Org/muestra fueron agrupados en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-149
Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS



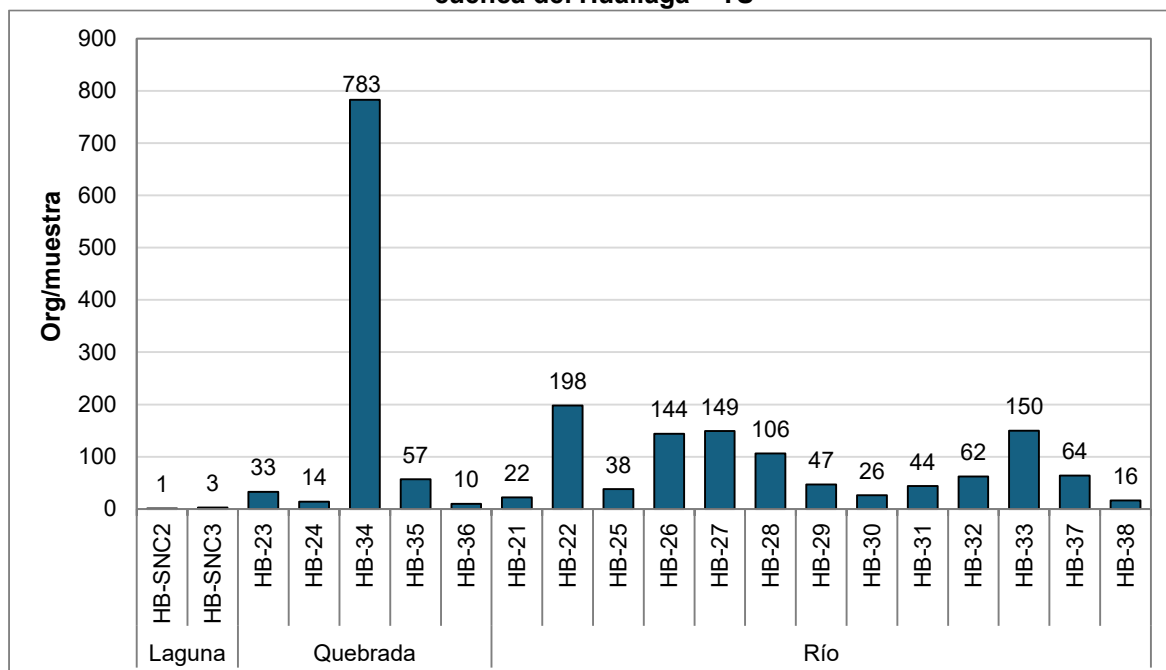
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 32 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga, se registró que la estación HB-34 tuvo la mayor abundancia con 783 Org/muestra, en menor proporción la estación HB-22 con 198 Org/muestra y HB-33 con 150 Org/muestra. Por el contrario, las estaciones ubicadas en la laguna tales como HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron las menores abundancias con 01 Org/muestra y 03 Org/muestras respectivamente.

Gráfico 4.2.6-150

Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS

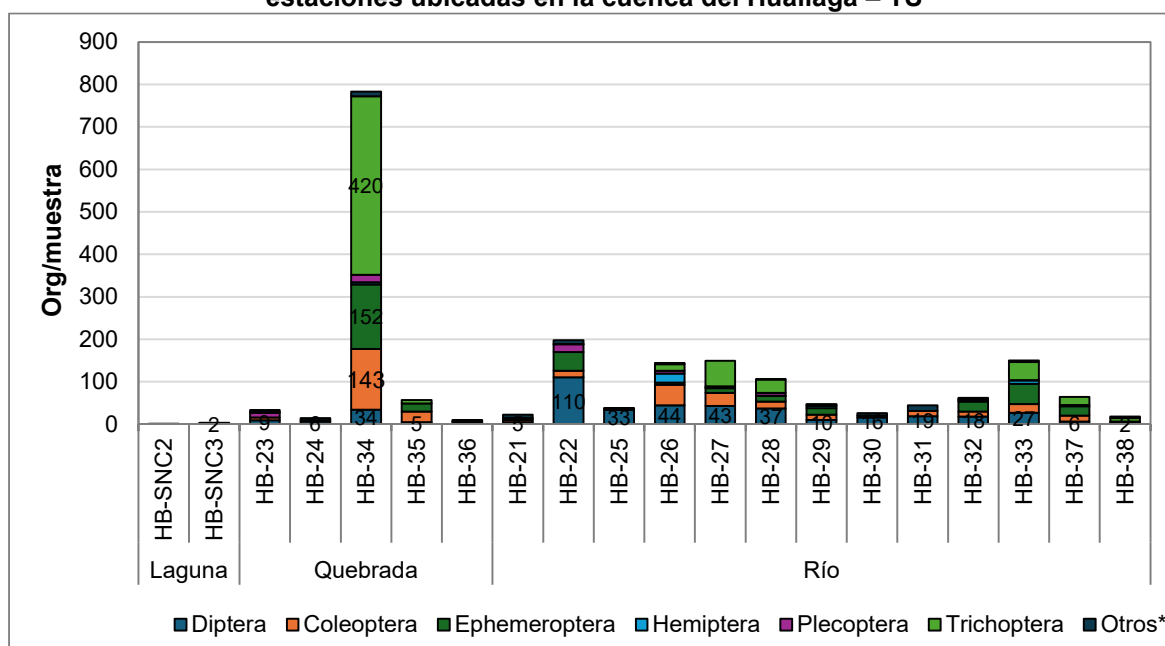


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los órdenes registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó que, aunque Trichoptera no estuvo presente en varias estaciones, alcanzó una abundancia alta en la estación HB-34 con 420 Org/muestra. Esto alteró significativamente los valores generales, dificultando la representación de los órdenes con bajas abundancias en el gráfico. Por otro lado, Coleoptera estuvo presente en todas las estaciones (excepto HB-SNC3), con abundancias que oscilaron entre 01 Org/muestra (HB-SNC2) y 143 Org/muestra (HB-34). Diptera destacó principalmente en HB-22 con 110 Org/muestra y Ephemeroptera en la estación HB-34 con 152 Org/muestra. Los demás órdenes presentaron abundancias insignificantes y, por ello, no se expresaron en el gráfico principal; sin embargo, los detalles completos pueden consultarse en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia, Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo y Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas.**

Gráfico 4.2.6-151

Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TS



Otros*: Agrupado los órdenes con infimas abundancias como Megaloptera, Odonata, Lepidoptera, Trombidiformes, Gastropoda ND, Basommatophora, Decapoda y Lumbriculida

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

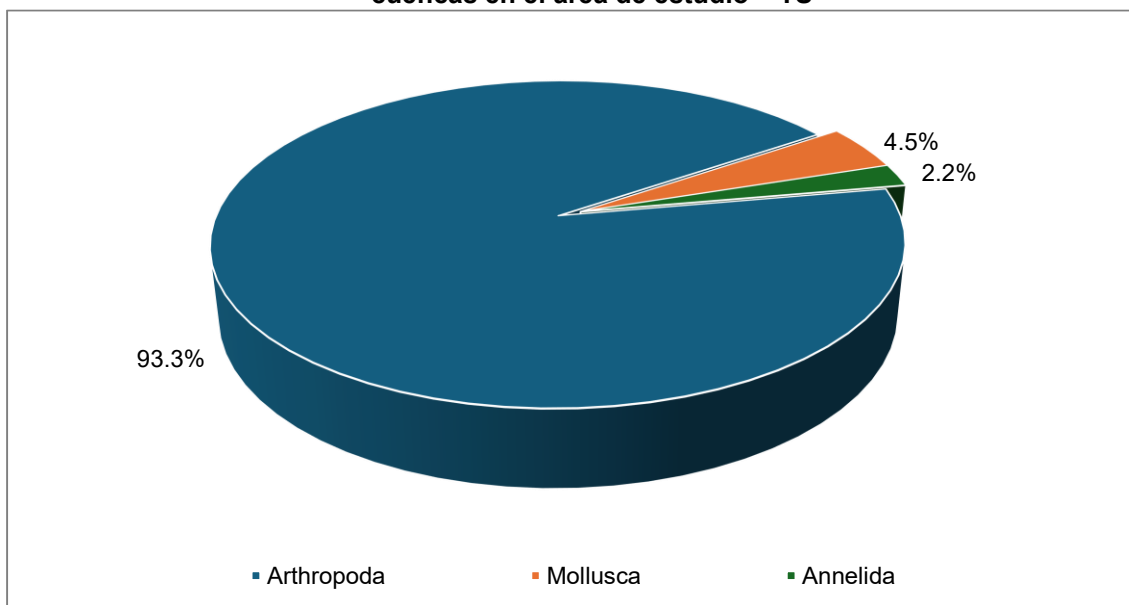
4.2.6.4.1.3.4.4 Cuencas totales

4.2.6.4.1.3.4.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de ochenta y nueve (89) especies, cuarenta y nueve (49) familias, diecisiete (17) órdenes, cinco (05) clases, y tres (03) Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Arthropoda con 83 especies (93.3%), seguida de Mollusca con 03 especies (4.5%), y Annelida con 02 especies (2.2%).

Gráfico 4.2.6-152

Riqueza total de los phyla registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TS

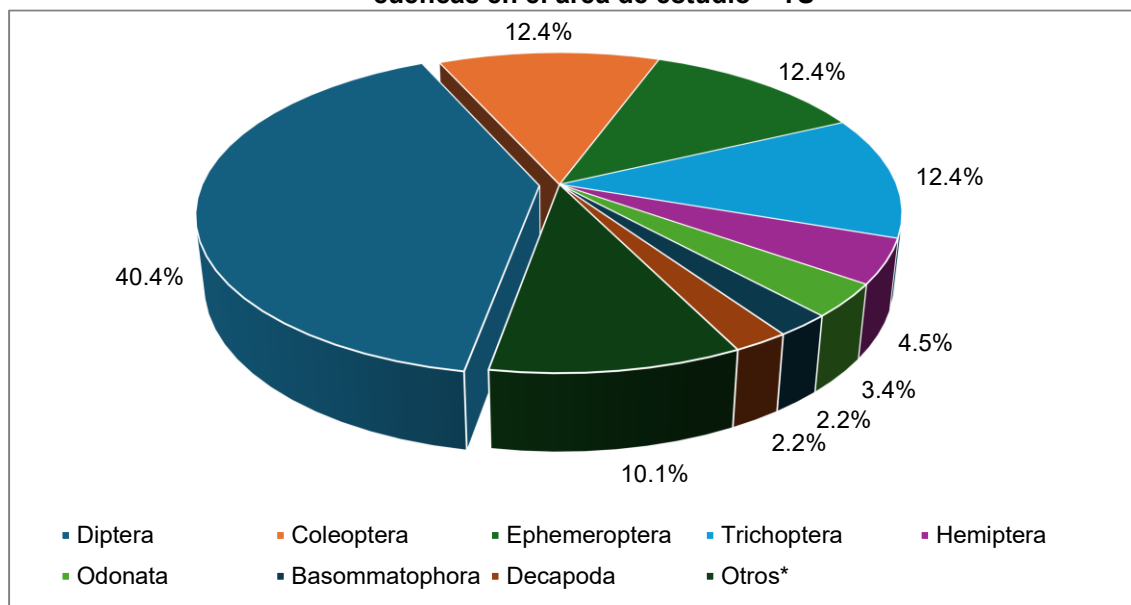


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas abarcadas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Diptera el cual registró un total de 36 especies (40.4%), seguida de los órdenes Coleoptera, Ephemeroptera y Trichoptera con 11 especies (12.4%) cada una, Hemiptera con 04 especies (4.5%), Odonata con 03 especies (3.4%). Por el contrario, los órdenes con menores riquezas fueron Basommatophora y Decapoda con 02 especies (2.2%) cada una, y los órdenes agrupados en la categoría de “Otros” debido a que presentaron 01 especie.

Gráfico 4.2.6-153

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TS

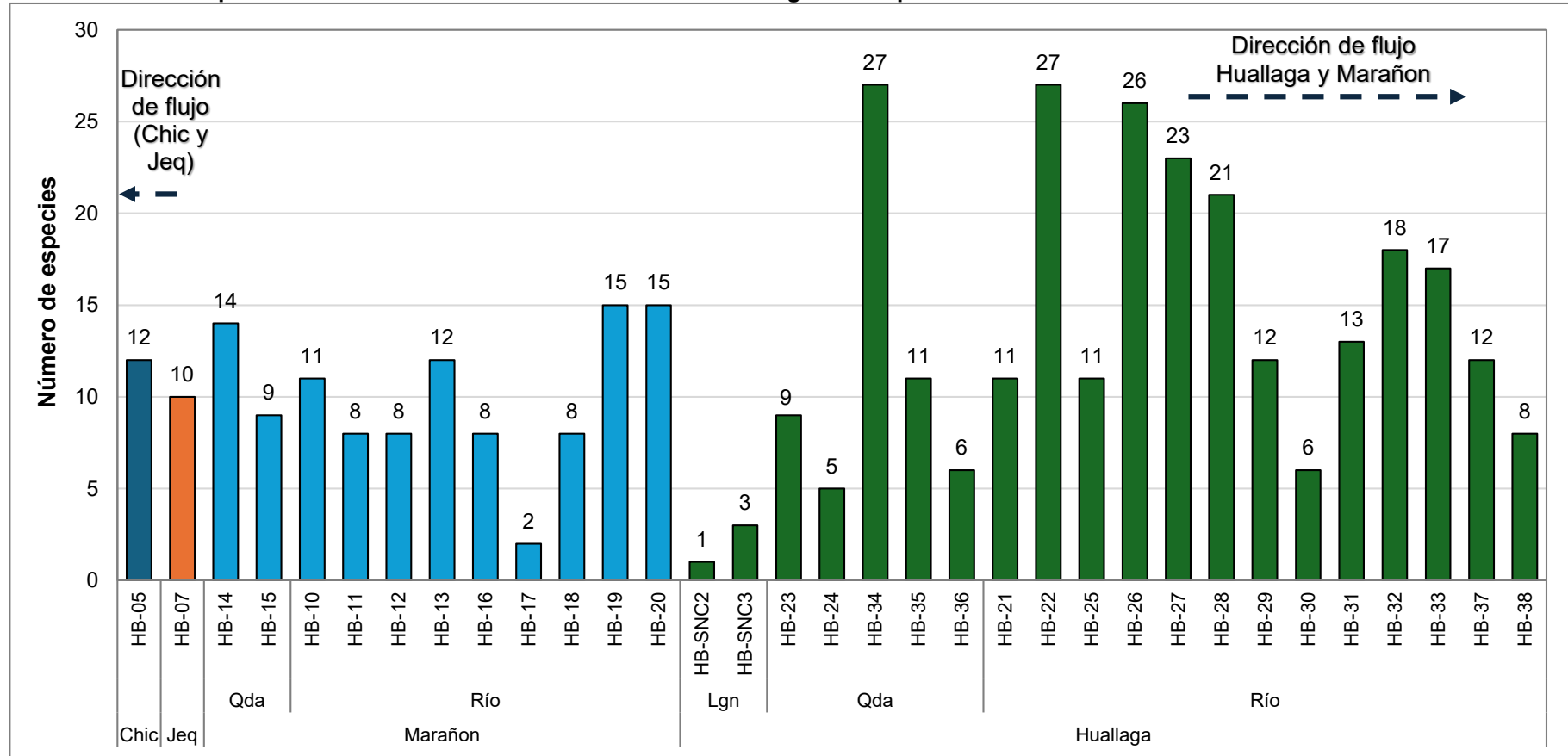


Otros*: Órdenes que presentaron 01 especie
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, se evidencia que las mayores riquezas estuvieron para las estaciones de la cuenca del Huallaga en su mayoría, ya que a nivel general las estaciones HB-34 (quebrada) y HB-22 (río), registraron la mayor riqueza, con 27 especies respectivamente seguida de HB-26 con 26 especies y HB-27 con 23 especies. Por el contrario, HB-SNC2 tuvo la menor riqueza a pesar dentro de la cuenca del Huallaga con 01 especie, seguida de HB-17 en la cuenca del Marañón con 02 especies.

Gráfico 4.2.6-154

Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada

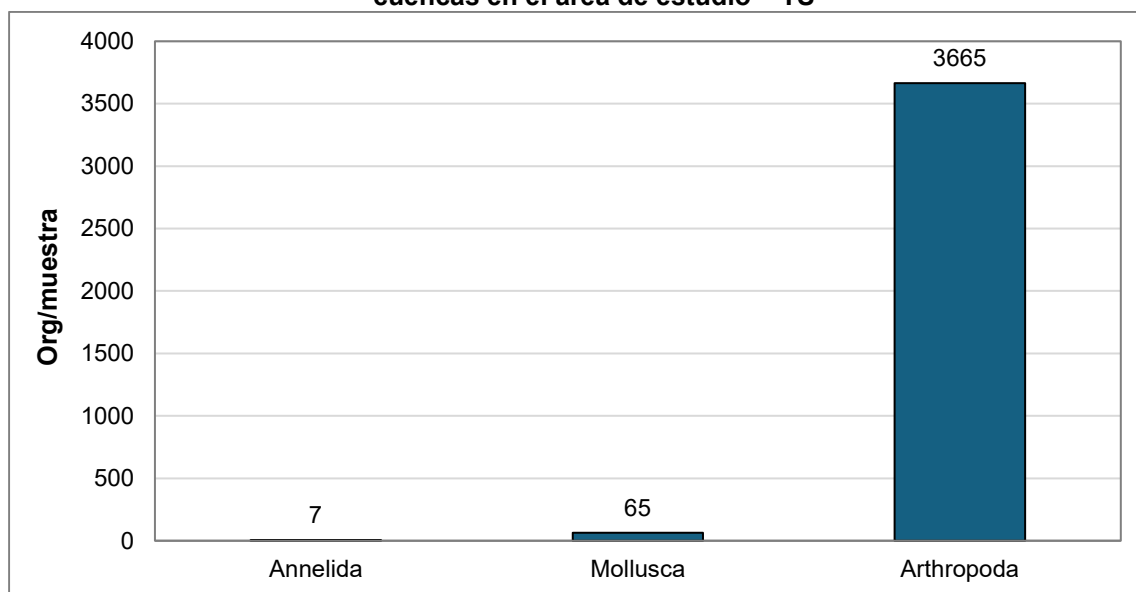
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró una abundancia total de 3737 Org/muestra. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada a nivel de estudio fue notablemente Arthropoda con 3665 Org/muestra (98.1%), seguida de Mollusca con 65 Org/muestra. Por otro lado, el phylum con menor abundancia fue Annelida con 7 Org/muestra (0.2%).

Gráfico 4.2.6-155

Abundancia total de los phyla registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TS

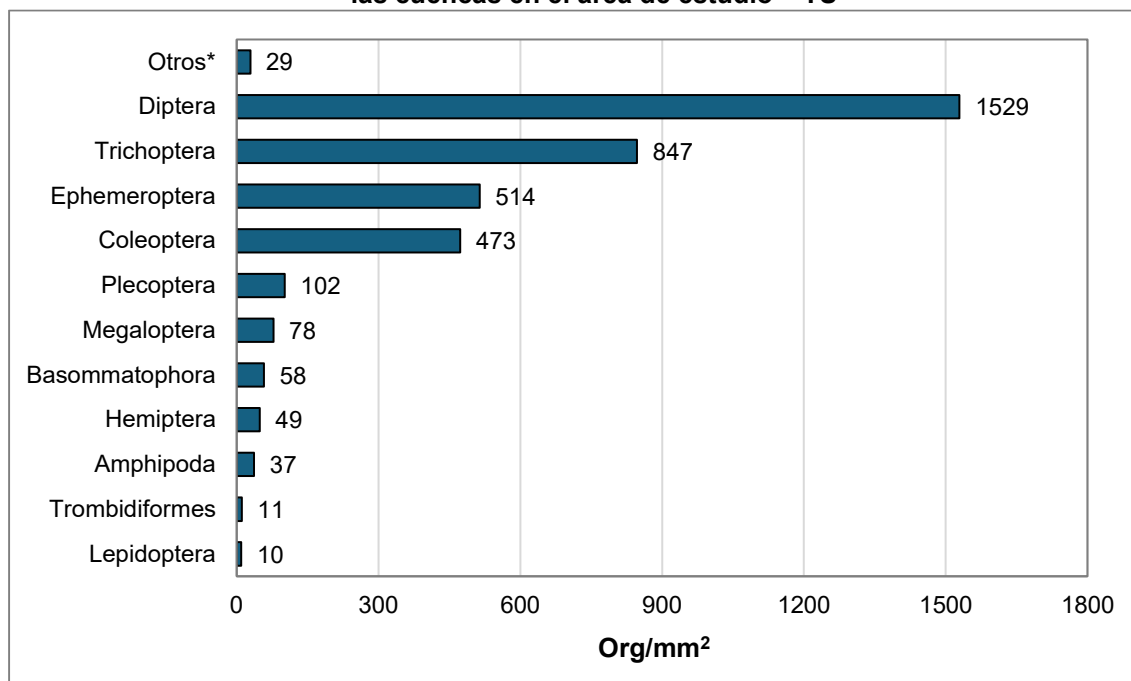


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Diptera (Arthropoda) con 1529 Org/muestra (40.9%), Trichoptera con 847 Org/muestra (22.7%), y Ephemeroptera con 514 Org/muestra (13.8%). Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 413 Org/muestra (Coleoptera) a 10 Org/muestra (Lepidoptera). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 10 Org/muestra se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-156

Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TS



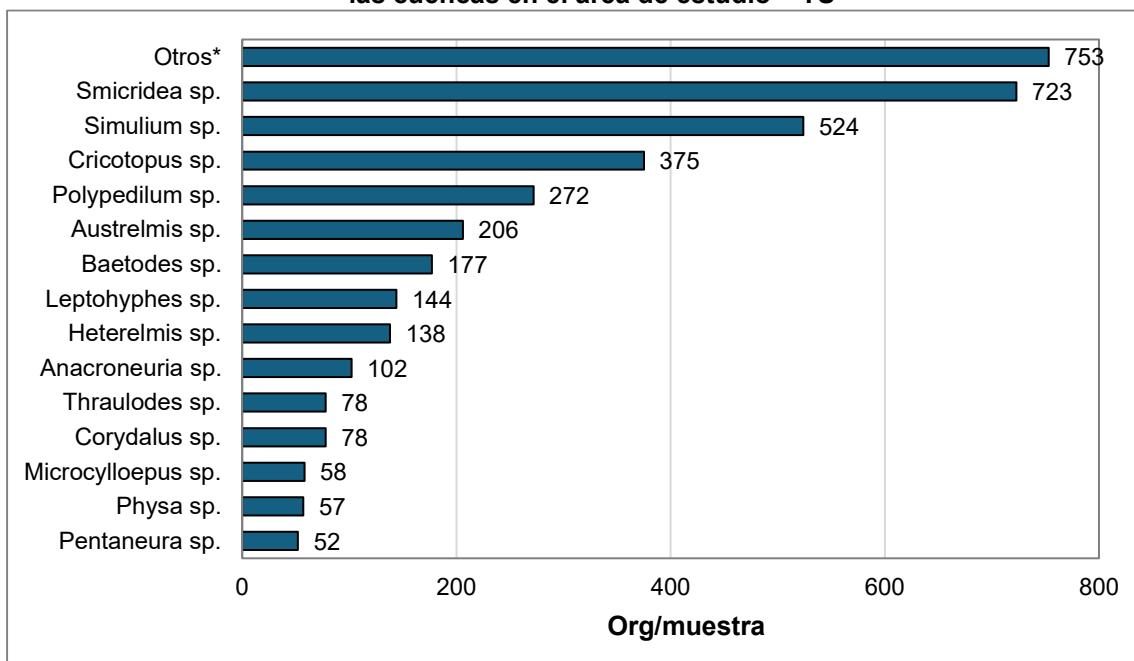
Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 10 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, la especie que presentó la mayor abundancia fue *Smicridea* sp. con 723 Org/muestra, seguido de la especie *Simulium* sp. con 524 Org/muestra, y *Cricotopus* sp. con 375 Org/muestra. En contraste, la especie con menor abundancia fue *Pentaneura* sp. con 52 Org/muestra y aquellas especies que se encuentran agrupados en la categoría “Otros” debido a que presentaron una abundancia menor de 52 Org/muestra.

Gráfico 4.2.6-157

Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TS



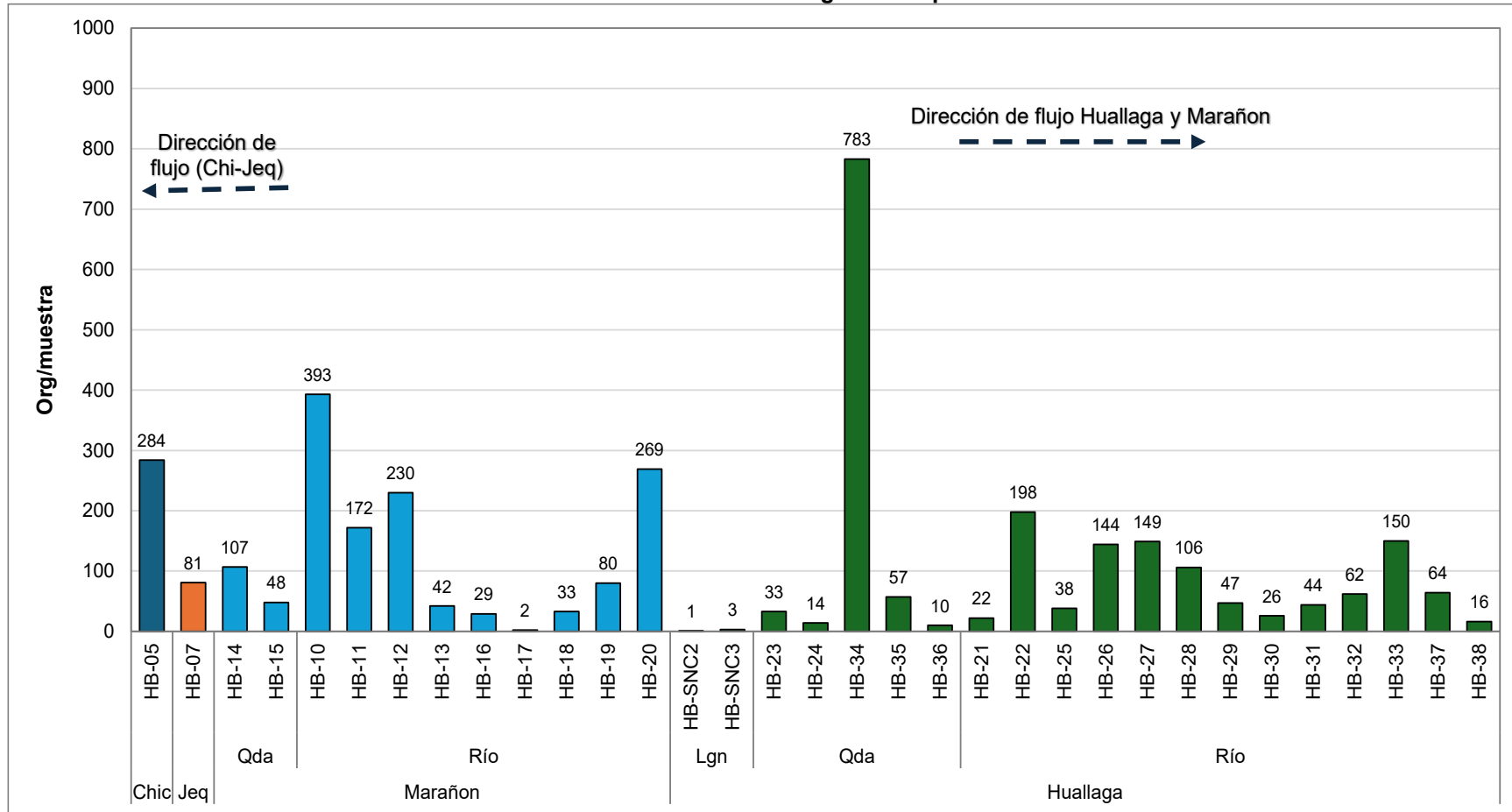
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 52 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para todas las cuencas se mostró que, aquellas ubicadas en la laguna tales como HB-SNC2 y HB-SNC3 en la cuenca del Huallaga mostraron las menores abundancias con 01 Org/muestra y 03 Org/muestra respectivamente; por otro lado, las estaciones con mayores abundancias fueron HB-34 el cual es un río ubicado en la cuenca del Huallaga con 783 Org/muestra, y la estación HB-10 el cual también corresponde a un río ubicado en la cuenca del Marañón con 393 Org/muestra. Las abundancias registradas en la cuenca de Chicama y Jequetepeque fue baja con 284 Org/muestra y 81 Org/muestra respectivamente.

Gráfico 4.2.6-158

Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TS



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.5 Diversidad alfa

Según los índices para la diversidad alfa obtenida en todas las estaciones de muestreo se indica lo siguiente:

En el análisis de las comunidades biológicas de las cuatro cuencas principales (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga) se observaron diferencias significativas en los índices de diversidad, dependiendo del tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) y las condiciones locales.

En la cuenca Chicama, la estación HB-05, presentó una riqueza de 12 especies y una abundancia de 284 Org/muestra. Sin embargo, los índices de diversidad reflejaron una comunidad relativamente equitativa con un valor medio de Shannon-Wiener ($H' = 1.436$ nats/ind), un índice de Margalef ($Dm = 1.947$) que indica riqueza específica media y una equidad de Pielou ($J' = 0.5779$) que indica una dominancia parcial de algunas especies, lo que evidencia una distribución desigual de las especies y la dominancia de *Smicridea* sp. con 129 Org/muestra, *Baetodes* sp. con 65 Org/muestra y *Simulium* sp. con 60 Org/muestra.

En la cuenca Jequetepeque (estación HB-07), la riqueza fue de 10 especies con 81 Org/muestra. El índice de Shannon-Wiener ($H' = 1.55$) y el de Margalef ($Dm = 2.048$) indican una riqueza y diversidad moderadas. La equidad de Pielou ($J' = 0.6733$) muestra una mayor uniformidad en la distribución de individuos comparada con Chicama, aunque aún se observa cierta dominancia de especies como como *Microcylloepus* sp. con 40 Org/muestra y *Leptohyphes* sp. con 22 Org/muestra. Esta comunidad presenta una estructura más equilibrada.

La cuenca Marañón muestra una notable variabilidad entre sus estaciones y tipos de cuerpos de agua. En cuanto a las quebradas, la estación HB-14 destaca con un índice de Shannon-Wiener alto ($H' = 2.141$) y un índice de Margalef elevado ($Dm = 2.782$), lo que indica una alta diversidad y riqueza. La equidad ($J' = 0.8113$) sugiere una distribución relativamente uniforme de las especies. En contraste, la estación HB-15 presenta una menor diversidad ($H' = 1.327$) y equidad ($J' = 0.6038$), evidenciando dominancia de ciertas especies como *Cricotopus* sp. con 33 Org/muestra. Para los ríos en dicha cuenca, la estación HB-13 presenta altos valores de Shannon-Wiener ($H' = 2.233$) y Margalef ($Dm = 2.943$), con una equidad notablemente alta ($J' = 0.8985$), reflejando una comunidad diversa y equilibrada. En la estación HB-17, la riqueza es extremadamente baja (02 especies), pero la equidad es alta ($J' = 1.361$), lo que indica una distribución uniforme de los pocos individuos presentes debido a que cada especie presentó una abundancia de 01 Org/muestra. Otras estaciones como HB-19 muestran una diversidad alta ($H' = 2.075$) y una riqueza considerable ($Dm = 3.195$), aunque con una equidad más baja ($J' = 0.7661$).

Finalmente, en la cuenca Huallaga, para las estaciones en lagunas como HB-SNC2 representa un caso extremo con una comunidad mínima ($S = 01$, $N = 01$), mientras que HB-SNC3, a pesar de tener solo 03 individuos, muestra una equidad alta ($J' = 1.303$).

Asimismo, las quebradas: La estación HB-34 exhibe una riqueza alta (27 especies) y una diversidad moderada ($H' = 1.909$), pero con baja equidad ($J' = 0.5791$), indicando dominancia de algunas especies como *Heterelmis* sp. con 05 Org/muestras en contraste de otras especies que solo reportaron 01 Org/muestra, asimismo, la estación HB-36, presenta un balance notable entre riqueza, diversidad y equidad ($H' = 1.748$, $DM = 2.171$, $J' = 0.9755$). Para los ríos de esta cuenca, tanto, las estaciones HB-26 y HB-27 son particularmente destacadas por su alta diversidad ($H' > 2.5$), riqueza ($Dm > 4$) y equidad ($J' > 0.85$), lo que podría sugerir cuerpos de agua con microhábitats propicios para el desarrollo de esta comunidad y en menos grado sucedería para las estaciones HB-30 y HB-31, los cuales muestran valores intermedios, con una equidad consistente alrededor de $J' = 0.92$, indicando comunidades bien equilibradas.

En general, la cuenca Huallaga es la más diversa, con valores consistentemente altos de riqueza (Dm) y equidad (J'). Además, la cuenca del Marañón y Jequetepeque presentan comunidades más heterogéneas, con estaciones que oscilan entre alta y baja diversidad. Finalmente, la cuenca Chicama que muestra comunidades con menor equidad y mayor dominancia de especies específicas.

Tabla 4.2.6-12
Índice de diversidad alfa para los macroinvertebrados bentónicos de cada estación ubicada en todas las cuencas del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	12	284	1.436	1.947	0.5779
Jequetepeque	Río	HB-07	10	81	1.55	2.048	0.6733
Marañón	Quebrada	HB-14	14	107	2.141	2.782	0.8113
		HB-15	9	48	1.327	2.067	0.6038
	Río	HB-10	11	393	1.431	1.674	0.5969
		HB-11	8	172	1.115	1.36	0.5362
		HB-12	8	230	0.8415	1.287	0.4047
		HB-13	12	42	2.233	2.943	0.8985
		HB-16	8	29	1.786	2.079	0.8587
		HB-17	2	2	0.9431	1.443	1.361
		HB-18	8	33	1.453	2.002	0.6985
		HB-19	15	80	2.075	3.195	0.7661
		HB-20	15	269	1.575	2.502	0.5817
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	1	1	0	0	-
		HB-SNC3	3	3	1.432	1.82	1.303
	Quebrada	HB-23	9	33	1.936	2.288	0.8812
		HB-24	5	14	1.637	1.516	1.017
		HB-34	27	783	1.909	3.902	0.5791
		HB-35	11	57	1.823	2.473	0.7601

		HB-36	6	10	1.748	2.171	0.9755
	Río	HB-21	11	22	2.36	3.235	0.9843
		HB-22	27	198	2.38	4.917	0.722
		HB-25	11	38	2.229	2.749	0.9297
		HB-26	26	144	2.881	5.03	0.8844
		HB-27	23	149	2.677	4.397	0.8537
		HB-28	21	106	2.782	4.289	0.9139
		HB-29	12	47	2.287	2.857	0.9204
		HB-30	6	26	1.662	1.535	0.9275
		HB-31	13	44	2.496	3.171	0.9733
		HB-32	18	62	2.619	4.119	0.906
		HB-33	17	150	2.433	3.193	0.8587
		HB-37	12	64	2.052	2.645	0.8257
		HB-38	8	16	2.109	2.525	1.014

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.6 Diversidad beta

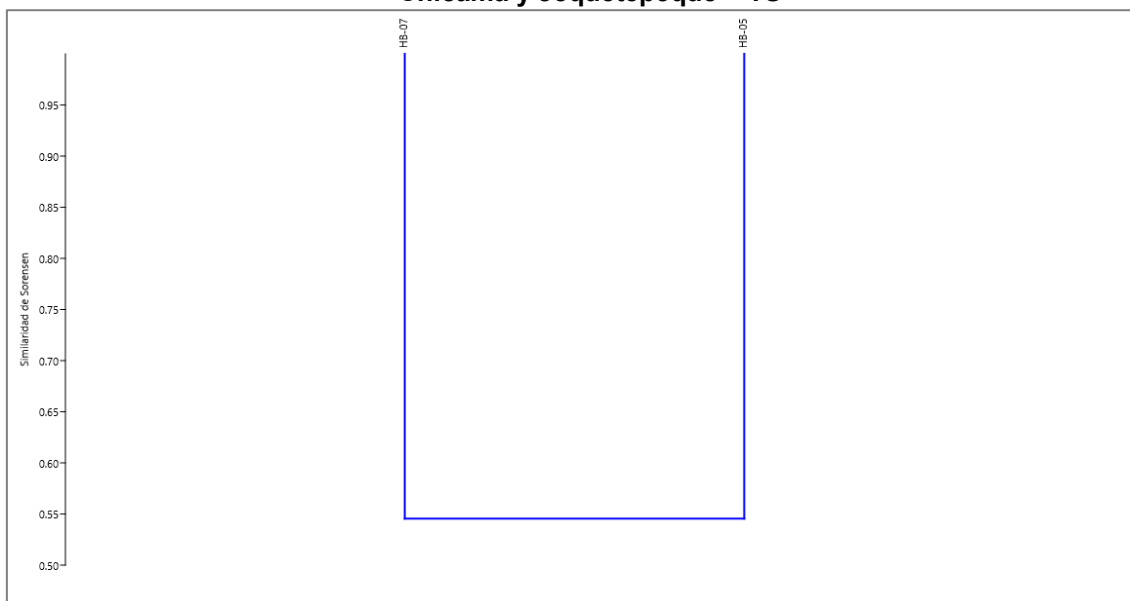
La presente sección se evaluará por cuencas debido a la mejor interpretación de los datos.

4.2.6.4.1.3.4.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar una similitud del 55% entre las estaciones HB-05 (Chicama) y HB-07 (Jequetepeque) según Sorensen y 38% según Jaccard. Esto refleja que estas estaciones comparten un conjunto significativo de especies, con Sorensen enfatizando más las especies compartidas, mientras que Jaccard destaca tanto las especies exclusivas como las comunes. La baja similitud entre estos puede explicarse por la naturaleza del cuerpo de agua ya que, a pesar de ser ambas estaciones ubicados en ríos, estos pertenecen a cuencas diferentes; por lo tanto, condiciones diferentes que se reflejarán en la riqueza de las estaciones.

Gráfico 4.2.6-159

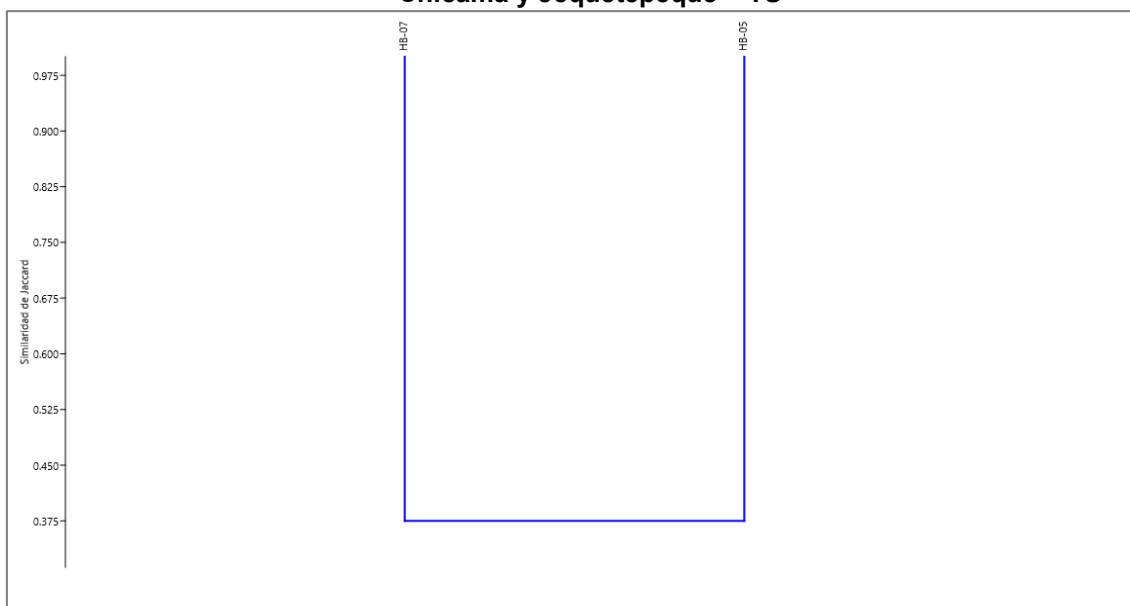
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-160

Índice de similaridad de Jaccard para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.6.2 Cuenca de Marañón

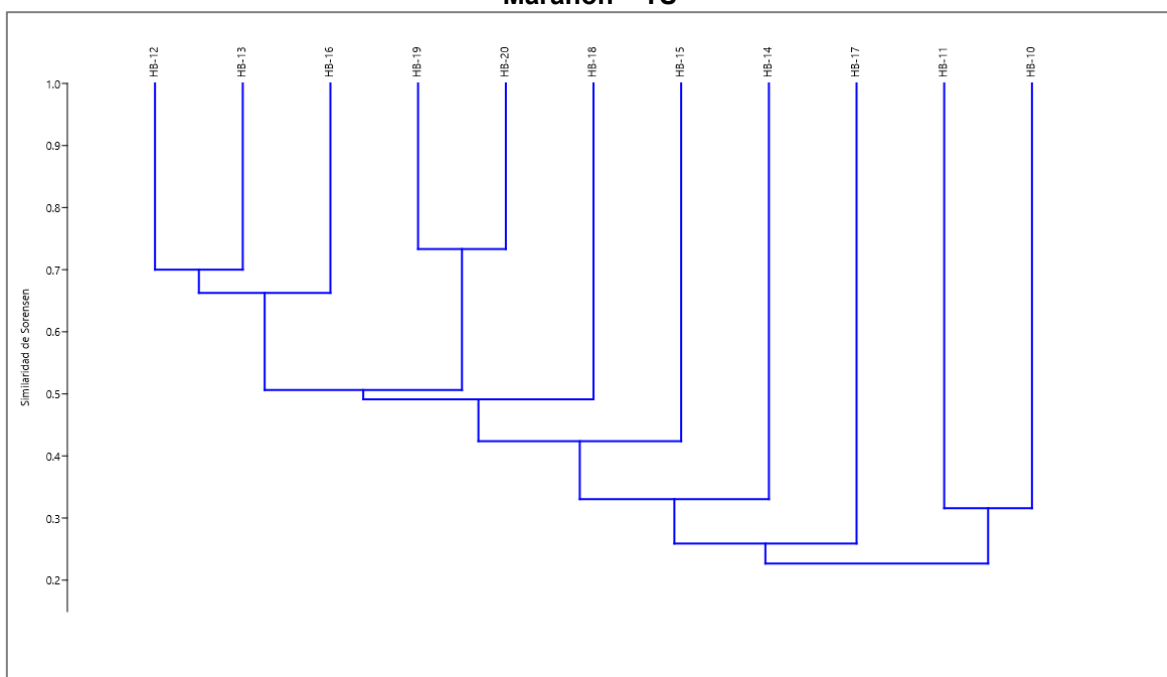
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales bajas, del 25% y 15%, respectivamente. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-11 y HB-10, 2) el resto de las estaciones.

En el primer grupo, compuesto por las estaciones HB-10 y HB-11, donde ambas estaciones corresponden a un cuerpo de agua con mayor flujo como los ríos, en el cual HB-10 es el río Crisnejas y HB-11 en el río Chuchun.

Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-17 se destacó como la más diferenciada, con similitudes bajas respecto a las demás estaciones (18% según Jaccard y 28% según Sorensen). Esto indica que la composición de especies de HB-11 es marcadamente distinta, posiblemente debido a condiciones ambientales específicas ya que únicamente presentó 02 especies con una abundancia de 01 Org/muestra para cada una. Dentro del mismo grupo, las estaciones HB-19 y HB-20 presentaron la mayor similitud según Sorensen con el 71% y según Jaccard 61%. Estas diferencias entre las similitudes mostradas entre Sorensen y Jaccard, es debido a que Jaccard calcula la similitud considerando el total de especies únicas (unión), lo que tiende a subestimar la similitud si los sitios tienen muchas especies únicas. Sorensen otorga más peso a las especies compartidas (intersección), por lo que tiende a mostrar valores más altos de similitud.

Gráfico 4.2.6-161

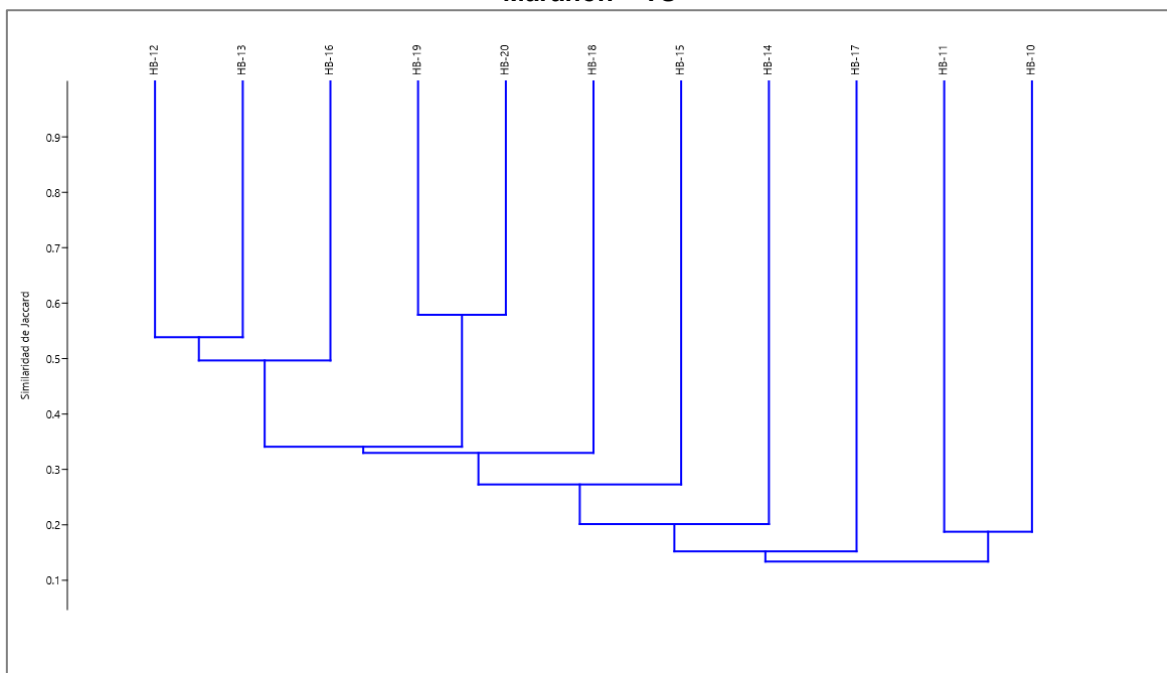
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-162

Índice de similitud de Jaccard para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.6.3 Cuenca de Huallaga

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes cercanas a 0%. Estos grupos se definieron de la siguiente manera: 1) HB-SNC2 y 2) el resto de las estaciones.

En el primer grupo, compuesto por la estación ubicada en una laguna HB-SNC2 de la cuenca del Huallaga, el índice de Sorensen y Jaccard mostró una similitud interna de 0% para ambos índices. Esto refleja que esta estación no tuvo alguna similitud con las demás estaciones. Esto es justificado ya que dicha estación solo obtuvo un representante, tal como, el morfotipo Hydrophilidae ND y solo fue reportado para la estación HB-26 (río Frijol).

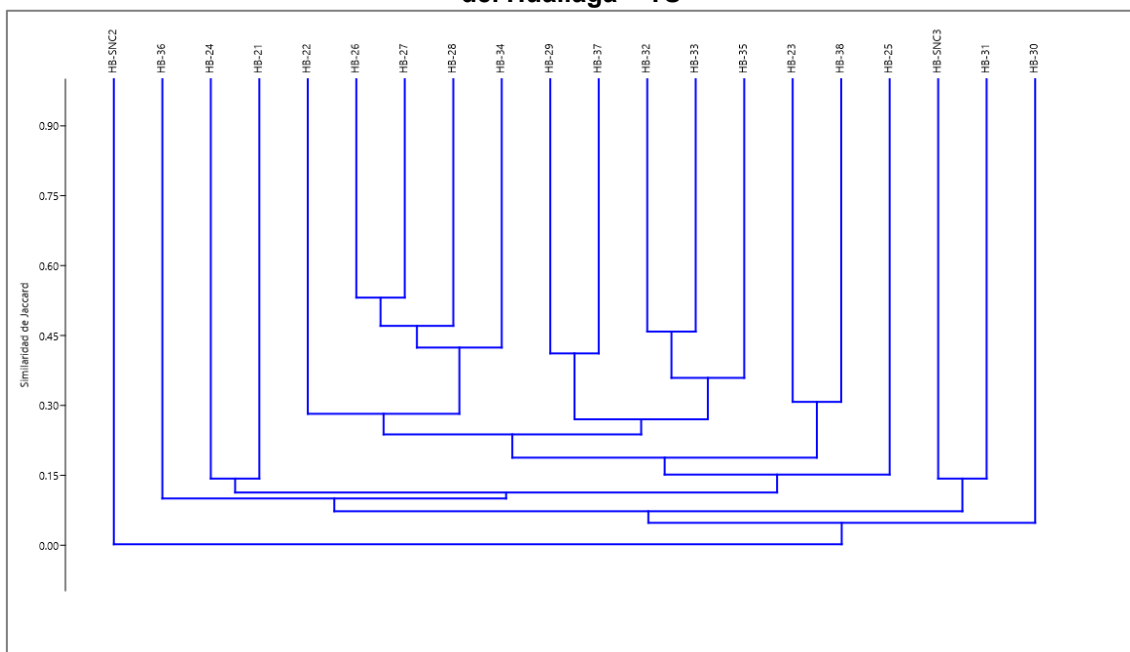
Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-30 se destacó como la más diferenciada, con similitudes bajas respecto a las demás estaciones (07% según Jaccard y 14% según Sorensen). Esto indica que la composición de especies de HB-30 es marcadamente distinta, posiblemente debido a condiciones ambientales específicas o condiciones propias del lugar. Dentro del mismo grupo, las estaciones HB-26 y HB-27 presentaron la mayor similitud, con valores del 55% según Jaccard y 65% según Sorensen. Esto sugiere una comunidad biológica altamente homogénea entre estas estaciones, probablemente debido a que ambos son ríos, con características ambientales similares como flujo constante, mayor oxigenación y hábitats fluviales relacionados.

Gráfico 4.2.6-163
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-164
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.4.7 Indicadores biológicos para ambientes acuáticos continentales

4.2.6.4.1.3.4.7.1 Índice EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera)

En la cuenca Chicama, el único río evaluado (HB-05), el río Chicama presentó un valor de EPT del 70%, indicando buena calidad de agua, lo cual sugiere condiciones ambientales favorables y bajos niveles de contaminación.

En la cuenca Jequetepeque, el río HB-07 tiene un valor de EPT de 30%, clasificándose como de calidad regular, lo que indica un entorno moderadamente impactado con presiones ambientales que afectan la fauna sensible.

La cuenca Marañón muestra una alta variabilidad en la calidad del agua según el tipo de cuerpo de agua. Las quebradas evaluadas (HB-14 y HB-15) presentan valores de EPT del 46% y 2%, respectivamente, con calidades regular y mala, lo que evidencia diferencias en el nivel de alteración ambiental. En los ríos, los valores oscilan desde muy mala calidad en HB-10, HB-11 y HB-12 (EPT $\leq 1\%$), asociada con fuertes impactos antrópicos, hasta muy buena calidad en HB-19 (EPT: 78%), lo que indica áreas bien conservadas. También se observan estaciones con calidades regular (HB-13, EPT: 40%; HB-18, EPT: 30%) y buena (HB-16, EPT: 62%; HB-17, EPT: 50%). La estación HB-20, con un EPT de 14%, muestra mala calidad.

En la cuenca Huallaga, las lagunas evaluadas (HB-SNC2 y HB-SNC3) presentan un EPT del 0%, reflejando mala calidad de agua, posiblemente debido a la acumulación de contaminantes y condiciones de baja oxigenación. Las quebradas muestran una amplia variabilidad, desde mala calidad en HB-24 (EPT: 0%) y HB-36 (EPT: 20%), hasta buena calidad en HB-34 (EPT: 74%). Estaciones como HB-23 y HB-35, con valores de EPT del 39% y 47%, se clasifican como de calidad regular. Los ríos de esta cuenca presentan un rango que va desde mala calidad (HB-21, HB-25, HB-26, HB-30 y HB-31, con EPT \leq

24%) hasta buena calidad (HB-27, HB-28, HB-33, HB-37 y HB-38, con EPT entre 54% y 64%). También hay estaciones de calidad regular como HB-22, HB-29 y HB-32, con valores de EPT entre 31% y 38%.

En general, las estaciones con EPT elevado (>60%) están asociadas con buena o muy buena calidad del agua, destacando estaciones como HB-05 (Chicama), HB-19 (Marañón) y HB-37 (Huallaga). Por otro lado, valores bajos de EPT (<20%) se correlacionan con mala calidad del agua, especialmente en varios ríos y quebradas de la cuenca Marañón y lagunas de la cuenca Huallaga. Se observa una mayor variabilidad en las quebradas, mientras que los ríos presentan un gradiente claro de calidad, con algunas estaciones gravemente impactadas y otras bien conservadas. Las lagunas en esta muestra reflejan condiciones degradadas.

Tabla 4.2.6-13
Índice de EPT% para todas las estaciones del área de estudio

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor EPT (%)	Calidad de agua
Chicama	Río	HB-05	70%	Buena
Jequetepeque	Río	HB-07	30%	Regular
Marañón	Quebrada	HB-14	46%	Regular
		HB-15	2%	Mala
	Río	HB-10	1%	Mala
		HB-11	1%	Mala
		HB-12	0%	Mala
		HB-13	40%	Regular
		HB-16	62%	Buena
		HB-17	50%	Buena
		HB-18	30%	Regular
		HB-19	78%	Muy buena
		HB-20	14%	Mala
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	0%	Mala
		HB-SNC3	0%	Mala
	Quebrada	HB-23	39%	Regular
		HB-24	0%	Mala
		HB-34	74%	Buena
		HB-35	47%	Regular
		HB-36	20%	Mala
	Río	HB-21	23%	Mala
		HB-22	32%	Regular
		HB-25	0%	Mala
		HB-26	24%	Mala
		HB-27	56%	Buena
		HB-28	61%	Buena
		HB-29	38%	Regular
		HB-30	0%	Mala
		HB-31	0%	Mala

		HB-32	31%	Regular
		HB-33	54%	Buena
		HB-37	64%	Buena
		HB-38	63%	Buena

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.1.3.4.7.2 Índice BMWP (Biotic Monitoring Working Party)

El índice BMWP es ampliamente utilizado para evaluar la calidad del agua en ecosistemas acuáticos a través del análisis de macroinvertebrados bentónicos. Este método se basa en la sensibilidad de las especies a la contaminación, proporcionando un puntaje que refleja el grado de perturbación ambiental. El análisis de las estaciones en las cuencas Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga muestra patrones claros que se alinean con lo reportado en la literatura.

Calidad del agua y biodiversidad

- **Baja calidad (puntajes críticos y muy críticos):**
 - Las estaciones con valores muy bajos (como HB-SNC2 y HB-17) indican aguas fuertemente contaminadas. Esto es consistente con estudios que destacan la relación directa entre la pérdida de macroinvertebrados sensibles y la acumulación de materia orgánica, nutrientes y metales pesados en ecosistemas acuáticos (Bonada et al., 2006).
 - Las estaciones críticas, como HB-30 y HB-31, reflejan el impacto de actividades humanas intensivas, como descargas de aguas residuales y escorrentía agrícola, que aumentan los niveles de contaminación (Rosenberg & Resh, 1993).
- **Calidad moderada (puntajes dudosos):**
 - Estaciones como HB-05 (51 puntos) y HB-29 (45 puntos) representan aguas moderadamente contaminadas, donde los macroinvertebrados tolerantes dominan las comunidades biológicas. Esta situación es típica en áreas con contaminación orgánica intermitente o controlada (Hawkes, 1997).
- **Buena calidad (puntajes aceptables o buenos):**
 - Estaciones como HB-26 (103 puntos) y HB-34 (86 puntos) reflejan aguas con una calidad aceptable a buena, donde los macroinvertebrados sensibles aún están presentes. Esto es característico de ecosistemas bien conservados o con bajos niveles de perturbación antropogénica (Barbour et al., 1999).

Impacto de los cuerpos de agua y actividades humanas

- **Lagunas**

Las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 presentan los puntajes más bajos, lo que puede atribuirse a la acumulación de contaminantes y procesos de eutrofización

en ambientes lenticos, como se describe en trabajos sobre calidad del agua en lagos y lagunas (Wetzel, 2001).

- **Ríos**

La mayor variabilidad en los puntajes de las estaciones fluviales refleja diferencias en las presiones ambientales, como cercanía a fuentes de contaminación y capacidad de autodepuración (Allan & Castillo, 2007).

- **Quebradas**

Estaciones como HB-34 destacan por su alta calidad, lo que podría deberse a su mayor heterogeneidad de hábitats y menor influencia de actividades humanas, características que favorecen la biodiversidad (Wallace et al., 1996).

Tabla 4.2.6-14
Índice de BMWP para todas las estaciones del área de estudio

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Puntaje obtenido	Calidad	Características
Chicama	Río	HB-05	51	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
Jequetepeque	Río	HB-07	23	Crítica	Aguas muy contaminadas
Marañón	Quebrada	HB-14	57	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-15	13	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
	Río	HB-10	31	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-11	31	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-12	15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-13	45	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-16	31	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-17	9	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-18	41	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-19	55	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-20	49	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	3	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-SNC3	9	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
	Quebrada	HB-23	37	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-24	14	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-34	86	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-35	39	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-36	26	Crítica	Aguas muy contaminadas
	Río	HB-21	42	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-22	81	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-25	24	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-26	103	Buena	Aguas muy limpias a limpias
		HB-27	83	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-28	87	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-29	45	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

		HB-30	22	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-31	23	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-32	48	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-33	46	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-37	56	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-38	42	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.1.3.5 Necton

La comunidad necton es un indicador importante de la salud del ecosistema acuático, su presencia o ausencia puede indicar problemas ambientales como la contaminación o alteración del hábitat. Además, son una fuente importante de alimento para las comunidades locales, y su pesca y comercio pueden tener un impacto económico significativo. Por último, los ríos costeros albergan una gran diversidad de especies endémicas y en peligro de extinción, por lo que es importante evaluar sus poblaciones para poder tomar medidas de conservación adecuadas. Dentro de los grupos representativos de esta comunidad se encuentran los peces, igual manera existen otras poblaciones que forman parte del necton, pero para esta evaluación, todos los ejemplares identificados, pertenecen a lo denominado “peces”.

4.2.6.4.1.3.5.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

4.2.6.4.1.3.5.1.1 Riqueza y abundancia

Según los resultados, en la cuenca Chicama no se logró coleccionar necton, pero se presume debido a su distribución geográfica conocida, pueda habitar *Lebiasina bimaculata*, que se encuentra en los ríos de la vertiente occidental de Ecuador y Perú (Gery, 1977; Glodek, 1978), con registros en las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Chillón y Cañete en Perú (Ortega et al., 2014).

En la estación HB-07, ubicada en el río Chilate, parte de la cuenca del río Jequetepeque, se registraron dos especies de peces: *Lebiasina bimaculata* y *Astroblepus* aff. *ardilai*. Estas especies representan órdenes diferentes de la ictiofauna continental, Characiformes y Siluriformes, respectivamente. *Lebiasina bimaculata*, perteneciente a la familia Lebiasinidae, es una especie de agua dulce que habita en corrientes de agua claras y bien oxigenadas, aunque es capaz de tolerar bajas concentraciones de oxígeno, lo que le permite adaptarse a remansos y ambientes de lenta circulación. Este pez, además de ser conocido por alcanzar longitudes de hasta 16 cm, desempeña un papel relevante en el control biológico de insectos acuáticos (Nugra et al., 2018).

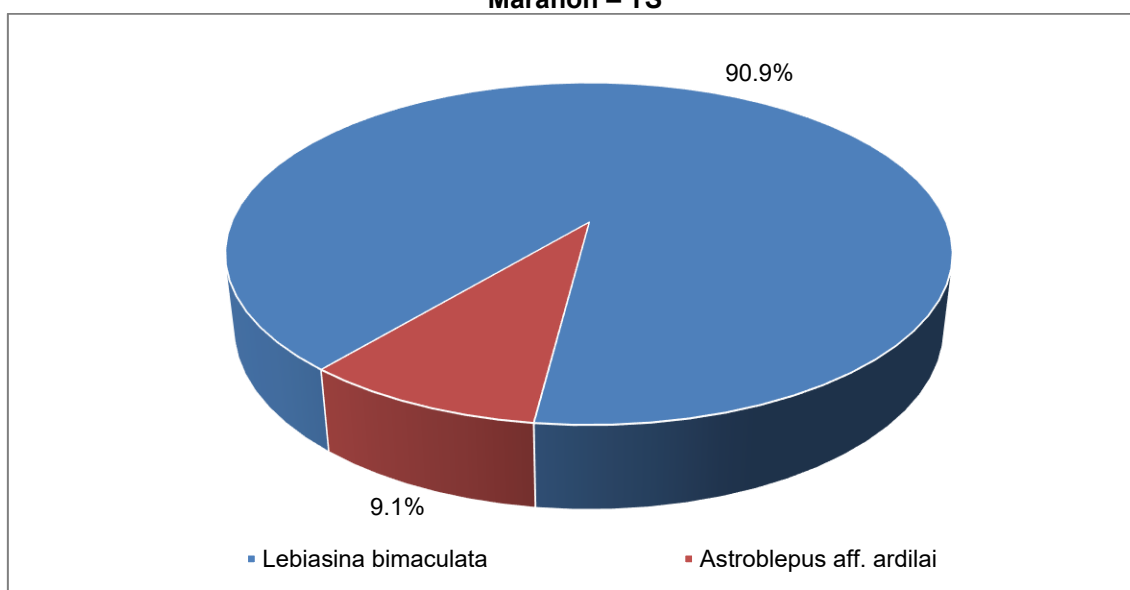
En términos de distribución geográfica, *L. bimaculata* se encuentra ampliamente distribuida en la vertiente del Pacífico peruano, incluyendo regiones de la cuenca del río Jequetepeque, donde ha sido documentada previamente (Ortega & Hidalgo, 2008). Por otro lado, *Astroblepus* aff. *ardilai*, perteneciente a la familia Astroblepididae, es parte de un género endémico de los Andes que incluye especies altamente adaptadas a ríos de alta pendiente con aguas frías y bien oxigenadas. Este género es reconocido por su capacidad de colonizar hábitats montañosos extremos, siendo considerado un bioindicador de ecosistemas fluviales saludables (Ardila, 2018). Aunque la identificación de esta especie en el río Chilate podría representar una extensión de su distribución

conocida, también es posible que pertenezca a una especie cercana aún no descrita formalmente. El género *Astroblepus* requiere estudios taxonómicos detallados, ya que muchas de sus especies permanecen subestimadas en términos de diversidad (Ortega & Hidalgo, 2008).

En términos de abundancia, se registraron 10 individuos de *L. bimaculata* y un solo individuo de *A. aff. ardilai*. Este patrón puede reflejar la capacidad de *L. bimaculata* para habitar una variedad más amplia de microhábitats dentro del río, mientras que la baja abundancia de *A. aff. ardilai* podría estar vinculada a condiciones específicas del hábitat o a impactos antropogénicos en la cuenca. Las amenazas comunes en esta región incluyen la contaminación, la fragmentación de hábitats y la extracción de agua, factores que podrían influir en la dinámica poblacional de estas especies (Nugra et al., 2018; Ardila, 2018).

La importancia ecológica de estas especies es significativa. *Lebiasina bimaculata* contribuye al control biológico de insectos, mientras que los peces del género *Astroblepus* son indicadores clave de la calidad del agua y la salud de los ecosistemas andinos (Ardila, 2018; Ortega & Hidalgo, 2008). Sin embargo, para desarrollar estrategias efectivas de conservación, es necesario realizar estudios adicionales, incluyendo el uso de métodos de ADN para confirmar la identidad taxonómica de *A. aff. ardilai* y evaluar su distribución y estado de conservación.

Gráfico 4.2.6-165
Composición de ambas especies colectadas en HB-07 (cuenca Jequetepeque) del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Lebiasina bimaculata tiene una destacada capacidad para sobrevivir en cuerpos de agua temporales, lo que le permite resistir hasta la temporada de lluvias en estos entornos (Jiménez-Prado et al., 2015). Esta característica explica su presencia en áreas que se secan durante la temporada seca, lo que sugiere que podría aparecer en estaciones de la cuenca Chicama (HB-01, HB-02, HB-03, HB-04 y HB-05), y Jequetepeque (HB-06 y HB-07), cuando estos cuerpos de agua se llenen durante la temporada húmeda.

4.2.6.4.1.3.5.2 Cuenca Marañón.

4.2.6.4.1.3.5.2.1 Riqueza y abundancia

En la cuenca del río Marañón, se identificaron tres especies de neoton en cuatro estaciones de monitoreo distribuidas entre ríos y una laguna: *Hemibrycon* aff. *huambonicus*, *Astroblepus* aff. *ardilai* y *Poecilia reticulata*. Este análisis refleja características particulares de los ecosistemas evaluados y plantea interrogantes sobre la interacción entre especies nativas y no nativas, así como los factores ambientales que determinan su distribución.

La presencia de *Hemibrycon* aff. *huambonicus* en el río Crisnejas destaca la importancia de este sistema fluvial como hábitat para especies endémicas. Esta especie de la familia Characidae, conocida por habitar ríos de montaña, se ve influenciada por factores como la calidad del agua, el flujo constante y la disponibilidad de hábitats estructurales como raíces y rocas sumergidas (Ortega et al., 2022; Albert & Reis, 2011). Su ausencia en otras estaciones evaluadas podría atribuirse a variaciones en las condiciones ambientales, como la temperatura y el contenido de oxígeno, que son factores limitantes para esta especie. Esto sugiere que el río Crisnejas podría estar desempeñando un papel crucial en la conservación de especies nativas dentro de la cuenca del Marañón.

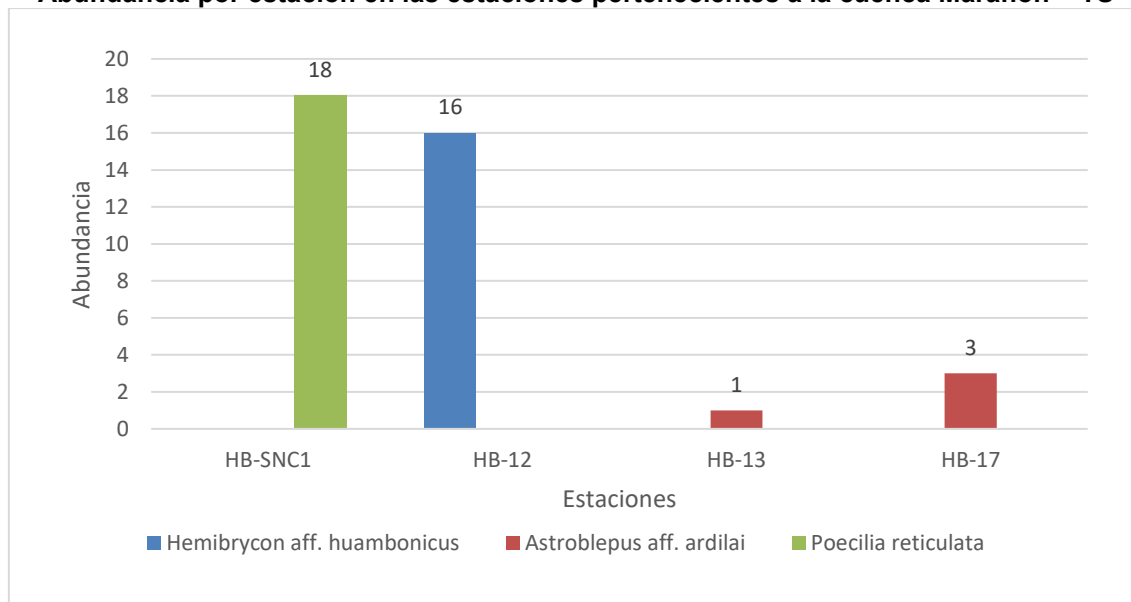
Por su parte, *Astroblepus* aff. *ardilai* fue registrado en los ríos Chusgón y Cajas, ambos caracterizados por corrientes rápidas y temperaturas más bajas debido a su altitud. La familia Astroblepidae, que incluye al género *Astroblepus*, se caracteriza por su sensibilidad a cambios en el oxígeno disuelto, siendo especialmente exigente en este parámetro. Estas especies habitan principalmente en ríos de alta montaña con flujos rápidos, donde las condiciones ambientales proporcionan niveles elevados de oxígeno. En particular, *Astroblepus* aff. *ardilai* fue encontrado en los ríos Chusgón y Cajas, que presentan estas características de hábitat. Su presencia indica la alta calidad del agua en estas estaciones, lo que sugiere que los ecosistemas locales mantienen condiciones adecuadas para la subsistencia de especies sensibles como esta (Maldonado-Ocampo et al., 2005; Ortega et al., 2022). Además, el género *Astroblepus* es considerado un indicador biológico importante, ya que su sensibilidad a la disminución del oxígeno lo hace vulnerable a la contaminación y la alteración de flujos naturales, como represamientos o desviaciones de agua. Esto resalta la necesidad de conservar estas áreas, especialmente frente a amenazas antrópicas como actividades mineras o la deforestación, que podrían alterar las condiciones hidrológicas esenciales para la supervivencia de estas especies (Jiménez-Prado et al., 2015; Reis et al., 2003). Su presencia sugiere que estas estaciones ofrecen un hábitat adecuado y bien conservado, lo que subraya la importancia de proteger estas áreas frente a posibles amenazas, como la contaminación y la alteración del flujo debido a actividades humanas.

En contraste, la detección de *Poecilia reticulata* exclusivamente en la laguna Suyucocha plantea preocupaciones sobre la introducción de especies exóticas en ecosistemas locales. Esta especie, ampliamente utilizada en acuarios y como controlador de plagas, es altamente adaptable y puede desplazar a especies nativas debido a la competencia por recursos y cambios en las dinámicas del ecosistema (Deacon et al., 2011). La

ausencia de especies nativas en la laguna Suyucocha podría indicar un impacto negativo de esta introducción, afectando la biodiversidad local. Además, la presencia de *P. reticulata* en este cuerpo de agua subraya la necesidad de evaluar los impactos ecológicos a largo plazo, ya que esta especie podría expandirse hacia otros sistemas interconectados.

Los resultados también reflejan la interacción entre las características ambientales y las necesidades biológicas de las especies. Por ejemplo, los sistemas fluviales analizados muestran diferencias marcadas en cuanto a velocidad del flujo, sustratos y calidad del agua, factores que determinan la distribución y abundancia de las especies presentes (Ortega et al., 2022; Reis et al., 2003). Estas diferencias destacan la necesidad de un enfoque integrado de manejo y conservación, considerando tanto la diversidad biológica como las amenazas antrópicas que enfrentan los ecosistemas acuáticos de la cuenca del Marañón.

Gráfico 4.2.6-166
Abundancia por estación en las estaciones pertenecientes a la cuenca Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.5.3 Cuenca Huallaga

El análisis de la ictiofauna en cuerpos de agua de la cuenca del Huallaga, que abarca ríos y lagunas, refleja una alta diversidad de peces de agua dulce, muchos de ellos con roles ecológicos, económicos y sociales clave. La distribución y abundancia de las especies registradas en las estaciones evidencian la riqueza biológica de esta cuenca y resaltan la importancia de su conservación frente a las crecientes presiones antropogénicas.

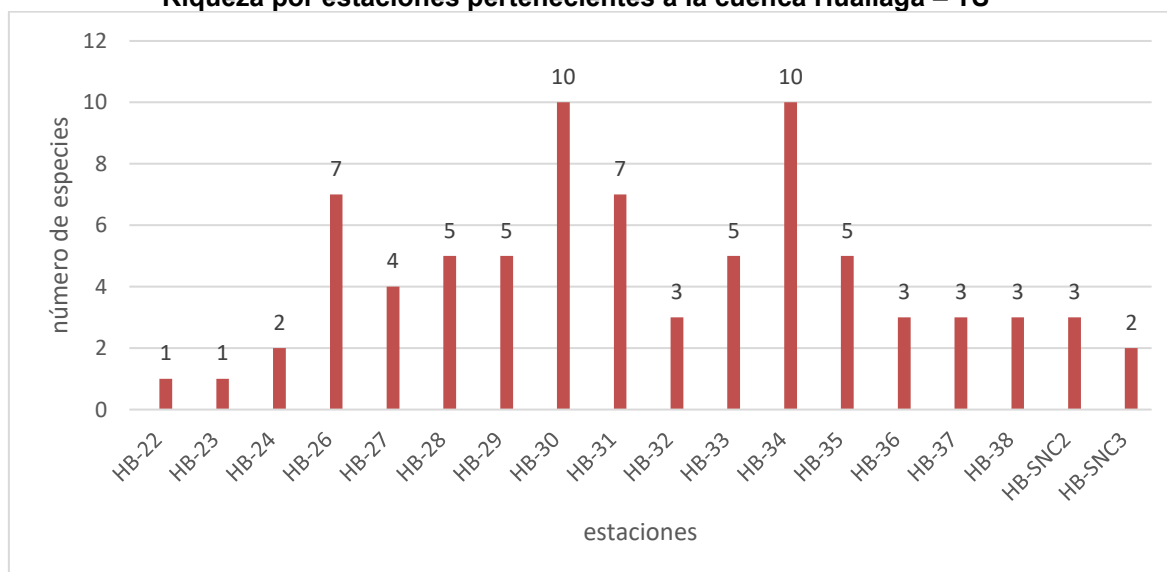
4.2.6.4.1.3.5.3.1 Riqueza y abundancia

La ictiofauna de la cuenca del Huallaga está dominada por los órdenes **Characiformes**, **Siluriformes** y **Cichliformes**, que incluyen familias ampliamente distribuidas como **Characidae**, **Loricariidae** y **Cichlidae**. Dentro de estas familias, especies como *Astyanax maximus* se destacan por su alta abundancia en estaciones como el río Frijol (HB-26), con 70 individuos registrados (Gráfico Este género, ampliamente distribuido en Sudamérica, es conocido por su adaptabilidad a diversos tipos de hábitats acuáticos, desde aguas rápidas hasta lagunas tranquilas (Reis et al., 2016). Ver Gráfico 4-167

En las lagunas Mística (HB-SNC2) y de los Milagros (HB-SNC3), especies como *Cichlasoma amazonarum* presentaron alta abundancia, con hasta 46 individuos en la laguna de los Milagros. Estas lagunas proporcionan un ambiente adecuado para especies que requieren hábitats más estables, menor turbulencia y abundante materia orgánica, características comunes de los cíclidos (Winemiller et al., 2008).

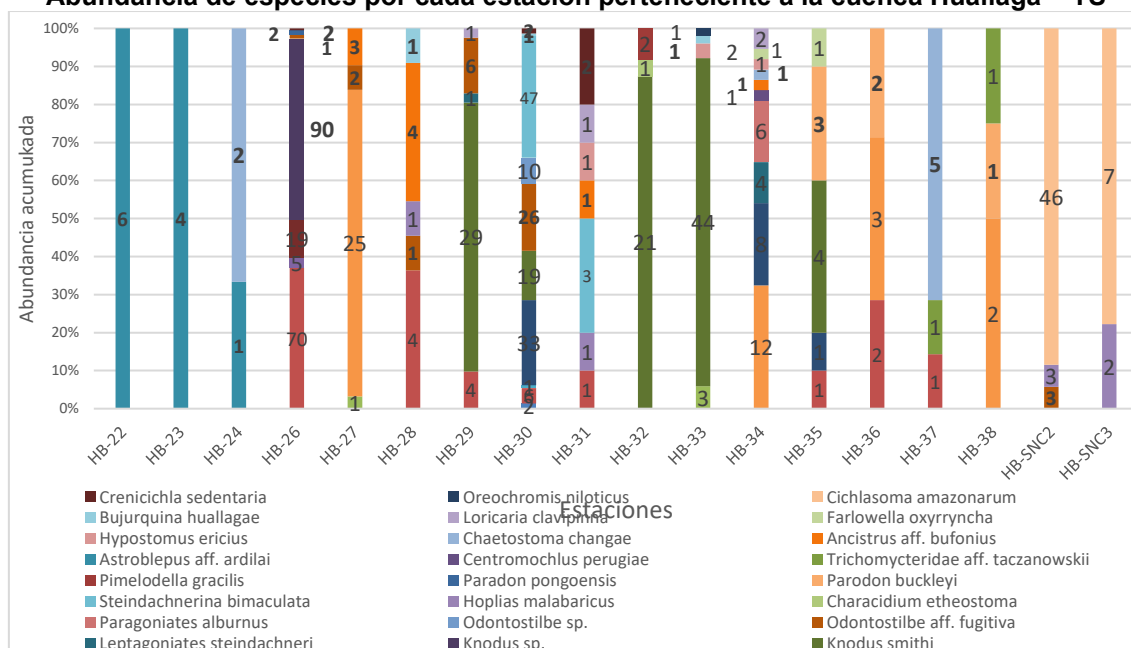
En los ríos de corriente moderada a rápida, como el Pucayacu (HB-31) y el Sangapilla (HB-33), se destaca la presencia de *Knodus smithi*, con hasta 44 individuos en el río Sangapilla. Este patrón refleja su preferencia por hábitats con alta disponibilidad de oxígeno y condiciones hidrológicas dinámicas, típicas de los ecosistemas amazónicos (Albert & Reis, 2011).

Gráfico 4.2.6-167
Riqueza por estaciones pertenecientes a la cuenca Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-168
Abundancia de especies por cada estación perteneciente a la cuenca Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Entre las especies con usos destacados para las comunidades locales se encuentra *Hoplias malabaricus* (fasaco), que es una fuente fundamental de alimento debido a su carne de alta calidad. Este pez es capturado mediante pesca artesanal en diversos ríos de la cuenca y es valorado por su capacidad de adaptarse a ambientes alterados, como aquellos con bajos niveles de oxígeno o altos índices de turbidez (Lowe-McConnell, 1987).

Otra especie relevante es *Cichlasoma amazonarum*, que es utilizada como recurso alimenticio en las comunidades rurales de la cuenca. Su adaptabilidad a lagunas y cuerpos de agua eutrofizados lo hace una opción viable para la pesca de subsistencia. Asimismo, *Oreochromis niloticus* (tilapia), una especie introducida registrada en el río Huallaga (HB-37), es una importante fuente de proteína y es ampliamente cultivada en sistemas de acuicultura en la región. Sin embargo, su presencia plantea desafíos ecológicos debido a la posible competencia con especies nativas y la alteración de cadenas tróficas (FAO, 2019).

Además de su valor alimenticio, especies como los loricáridos (*Ancistrus aff. bufonius* y *Chaetostoma changae*) tienen un rol funcional clave en el ecosistema, ya que actúan como detritívoros, ayudando en la limpieza de los fondos y el reciclaje de materia orgánica, lo que mejora la calidad del agua (Goulding et al., 2003).

Es preocupante que algunas especies de la cuenca del Huallaga se encuentren en algún grado de amenaza. Por ejemplo, *Astroblepus aff. ardilai*, registrada en varias quebradas, pertenece a un género altamente vulnerable debido a su preferencia por aguas frías y oxigenadas, típicas de ambientes montañosos, los cuales están siendo afectados por el cambio climático y la deforestación (Ortega et al., 2012).

Asimismo, *Hoplias malabaricus* y otras especies predatoras enfrentan presiones significativas debido a la sobrepesca y la degradación de sus hábitats. Por su parte,

Bujurquina huallagae, endémica de la región del Huallaga, es considerada de interés especial debido a su distribución restringida y su dependencia de hábitats específicos, como pequeños arroyos y lagunas. La fragmentación de estos ecosistemas podría amenazar su supervivencia a largo plazo (Rodríguez & Bussing, 2012).

El impacto de especies introducidas, como *Oreochromis niloticus*, en las comunidades nativas es un desafío adicional. Se han reportado casos de desplazamiento competitivo y alteración de las cadenas tróficas en otras regiones amazónicas, lo que resalta la necesidad de monitorear su expansión y controlar su manejo en acuicultura (FAO, 2019).

La cuenca del Huallaga alberga una rica diversidad de especies de peces de agua dulce, muchas de las cuales tienen roles ecológicos y socioeconómicos fundamentales. Sin embargo, las crecientes presiones ambientales y las actividades humanas, como la deforestación, la minería y la introducción de especies exóticas, representan amenazas significativas para la biodiversidad acuática de la región. Es crucial fortalecer los esfuerzos de conservación, que incluyan estrategias de manejo sostenible, la protección de hábitats clave y la promoción de prácticas de pesca responsable. Además, se recomienda realizar estudios continuos para monitorear el estado de las especies y evaluar los impactos de las actividades humanas sobre estos ecosistemas.

4.2.6.4.1.3.5.4 Diversidad alfa

El análisis de los datos recopilados sobre la diversidad ictiofaunística en las estaciones de las cuencas Jequetepeque, Marañón y Huallaga revela patrones interesantes de riqueza, abundancia y diversidad alfa. A continuación, se presentan los puntos clave del análisis:

4.2.6.4.1.3.5.4.1 Comparación entre cuencas

- **Jequetepeque (HB-07):**
 - Presenta baja riqueza (2 especies) y una abundancia moderada (11 individuos).
 - Los índices de Shannon-Wiener (0.3501) y Margalef (0.417) reflejan una diversidad baja, posiblemente debido a la limitada heterogeneidad ambiental o presión ambiental.
 - La equidad de Pielou (0.5051) indica una distribución moderadamente desigual entre las especies.
- **Marañón:**
 - Las estaciones en esta cuenca muestran consistentemente una riqueza muy baja (1 especie en todas las estaciones), con variaciones en la abundancia.
 - Por ejemplo, HB-SNC1 (laguna) tiene una abundancia relativamente alta (18 individuos), mientras que HB-13 (río) tiene solo 1 individuo.
 - La falta de índices de diversidad sugiere una homogeneidad marcada, con poca complejidad ecológica.
- **Huallaga:**
 - Es la cuenca más diversa tanto en riqueza como en abundancia.
 - Estaciones como HB-34 y HB-30 destacan con una alta riqueza (10 especies) y abundancia considerable (37 y 147 individuos, respectivamente).
 - Sin embargo, estaciones como HB-23 (quebrada) y HB-22 (río) tienen baja riqueza (1 especie) y abundancia limitada (4 y 6 individuos,

respectivamente), lo que refleja una variabilidad significativa entre los cuerpos de agua.

4.2.6.4.1.3.5.4.2 Diversidad alfa y patrones de equidad

- **Estaciones con alta diversidad:**
 - HB-34 (quebrada) y HB-31 (río) muestran los valores más altos de Shannon-Wiener (1.999 y 2.134, respectivamente), indicando una alta complejidad ecológica y una distribución más equitativa de las especies.
 - Estos resultados están respaldados por índices de Margalef altos (2.492 y 2.606) y una equidad cercana al equilibrio (0.8682 y 1.097).
- **Estaciones con baja diversidad:**
 - En las estaciones del Maraón (ej., HB-13, HB-17), la riqueza y la abundancia son extremadamente bajas, y los índices de diversidad no están reportados, probablemente debido a la dominancia de una sola especie.
 - En Huallaga, estaciones como HB-33 y HB-SNC2 tienen baja equidad de Pielou (0.3818 y 0.4158), indicando que una o dos especies dominan considerablemente la comunidad.
- **Estaciones con equilibrio:**
 - Estaciones como HB-28 (río) y HB-35 (quebrada) tienen valores de equidad de Pielou cercanos a 1 (0.9764 y 1.006, respectivamente), reflejando una distribución casi igualitaria entre las especies presentes.

4.2.6.4.1.3.5.4.3 Diferencias entre tipos de cuerpos de agua

- **Ríos:**
 - Tienen la mayor variabilidad en riqueza y abundancia. Estaciones como HB-30 y HB-31 destacan con alta riqueza (10 y 7 especies) y abundancia significativa.
 - Sin embargo, estaciones como HB-22 y HB-27 muestran baja diversidad, posiblemente debido a limitaciones ambientales o presiones antrópicas.
- **Quebradas:**
 - Presentan riqueza moderada a alta. Por ejemplo, HB-34 y HB-35 tienen entre 5 y 10 especies, con índices de diversidad altos.
 - Las quebradas parecen ofrecer microhábitats más heterogéneos, favoreciendo una mayor diversidad.
- **Lagunas:**
 - Las lagunas muestran una diversidad variable. Por ejemplo, HB-SNC2 tiene 3 especies y una alta abundancia (52 individuos), mientras que HB-SNC3 tiene solo 2 especies y 9 individuos.
 - Los índices de diversidad y equidad son más bajos en comparación con los ríos y quebradas, posiblemente debido a la dominancia de unas pocas especies adaptadas a ambientes lenticos.

4.2.6.4.1.3.5.4.4 Patrones generales

- La cuenca del Huallaga destaca como la más rica y diversa, especialmente en sus estaciones fluviales y de quebradas.
- La cuenca del Maraón tiene una biodiversidad limitada, probablemente debido a condiciones ambientales más homogéneas y menor complejidad de hábitats.

- Los índices de equidad reflejan una variabilidad considerable entre estaciones, desde distribuciones muy equitativas (HB-31) hasta aquellas dominadas por una sola especie (HB-33, HB-SNC2).

Tabla 4.2.6-15
Diversidad alfa para todas las estaciones del área de estudio – TS

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Jequetepeque	Río	HB-07	2	11	0.35	0.42	0.51
Marañón	Laguna	HB-SNC1	1	18	-	-	-
	Río	HB-12	1	16	-	-	-
		HB-13	1	1	-	-	-
		HB-17	1	3	-	-	-
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	3	52	0.46	0.51	0.42
		HB-SNC3	2	9	0.59	0.46	0.84
	Quebrada	HB-23	1	4	-	-	-
		HB-24	2	3	0.80	0.91	1.16
		HB-34	10	37	2.00	2.49	0.87
		HB-35	5	10	1.62	1.74	1.01
		HB-36	3	7	1.22	1.03	1.11
	Río	HB-22	1	6	-	-	-
		HB-26	7	189	1.19	1.15	0.61
		HB-27	4	31	0.74	0.87	0.53
		HB-28	5	11	1.57	1.67	0.98
		HB-29	5	41	0.98	1.08	0.61
		HB-30	10	147	1.80	1.80	0.78
		HB-31	7	10	2.13	2.61	1.10
		HB-32	3	24	0.50	0.63	0.45
		HB-33	5	51	0.61	1.02	0.38
		HB-37	3	7	0.94	1.03	0.85
		HB-38	3	4	1.29	1.44	1.17

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.5.5 Diversidad beta

4.2.6.4.1.3.5.5.1 Cuenca Marañón

Respecto al dendrograma basado en el índice de Jaccard

- Las estaciones *HB-13* y *HB-17* se agrupan con una alta similitud (cercana a 1.0), indicando que comparten la mayoría de las especies presentes.
- Por otro lado, *HB-SNC1* y *HB-12* muestran una baja similitud con el resto de las estaciones (similitud cercana a 0.0), sugiriendo comunidades de peces más diferenciadas.

- La mayor distancia entre *HB-SNC1* y las demás estaciones puede reflejar diferencias ambientales significativas entre los cuerpos de agua (como lagunas frente a ríos) o una menor conectividad ecológica (Peres-Neto et al., 2006).

Respecto al dendrograma basado en el índice de Sorensen

- Al igual que en el índice de Jaccard, las estaciones *HB-13* y *HB-17* muestran una alta similitud, reafirmando su proximidad ecológica.
- Sin embargo, el índice de Sorensen tiende a destacar similitudes ligeramente más altas en todas las combinaciones, lo que puede interpretarse como una mayor sensibilidad a especies que están presentes en más de una estación, pero en baja abundancia.
- *HB-SNC1* continúa destacándose como la estación más diferenciada, lo que sugiere condiciones ambientales únicas que estructuran una comunidad de peces distinta.

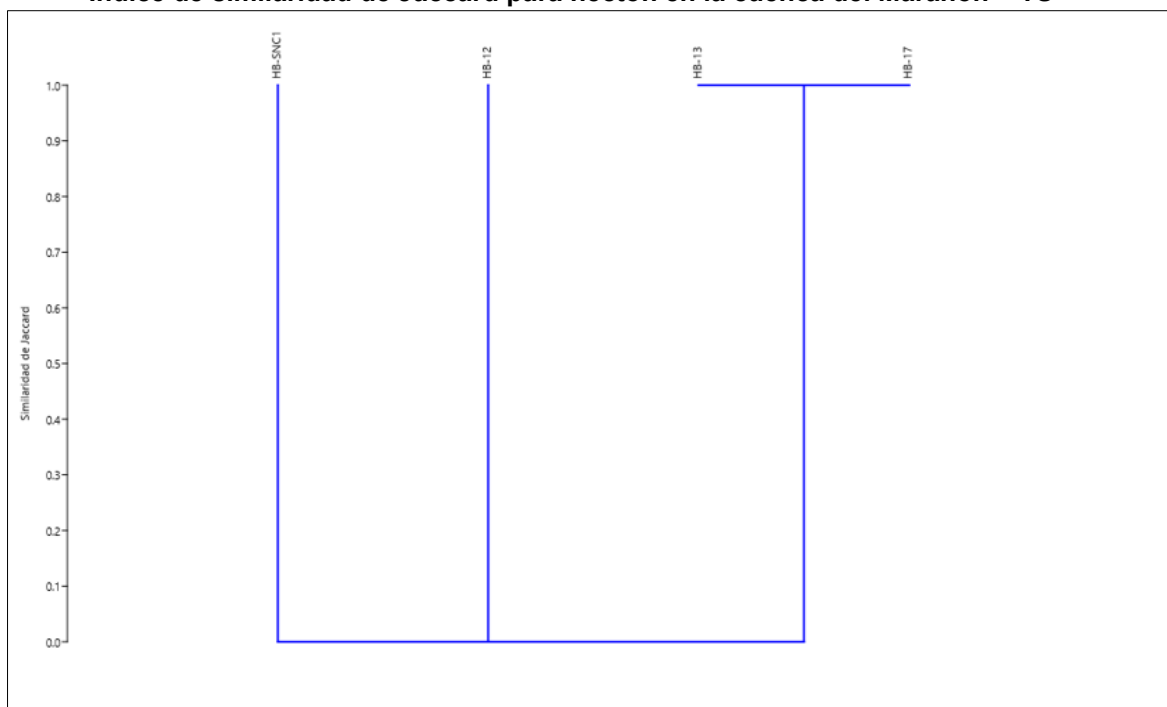
Comparación entre Jaccard y Sorensen

- Ambos índices muestran patrones similares en términos de agrupamiento de estaciones, con *HB-13* y *HB-17* siendo las más similares y *HB-SNC1* la más diferenciada.
- El índice de Sorensen, al dar mayor peso a las especies compartidas, sugiere una conectividad algo mayor entre las estaciones en comparación con el índice de Jaccard. Esto podría indicar que especies raras están desempeñando un rol clave en la conexión de estas comunidades (Chao et al., 2005).

Relación con las características ambientales

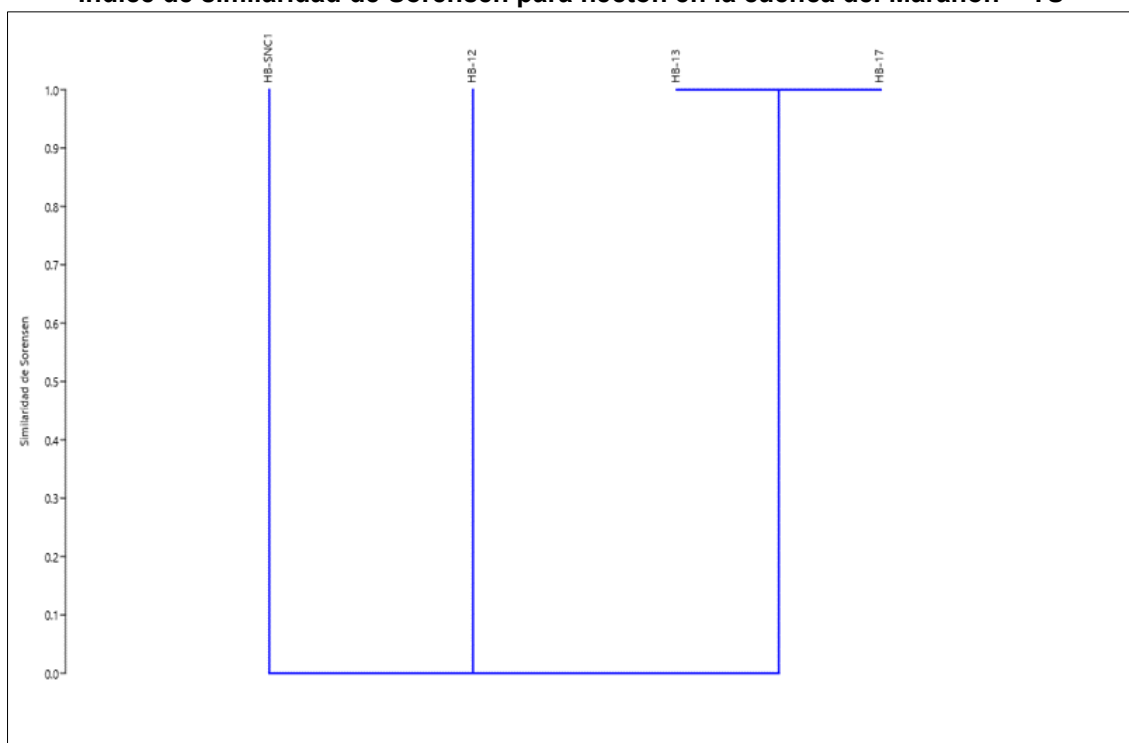
- **HB-SNC1:** Su baja similitud con las otras estaciones puede deberse a su naturaleza como laguna, lo que la distingue ecológica y estructuralmente de los ríos y quebradas.
- **HB-13 y HB-17:** Su similitud elevada podría reflejar características ambientales homogéneas, como flujo, temperatura, y disponibilidad de recursos.
- **HB-12:** Su baja similitud con otras estaciones podría estar asociada a impactos ambientales o a una menor diversidad específica, como sugiere el análisis previo de calidad del agua en esta cuenca.

Gráfico 4.2.6-169
Índice de similitud de Jaccard para necton en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-170
Índice de similitud de Sorensen para necton en la cuenca del Marañón – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.3.5.5.2 Cuenca Huallaga

Respecto al dendrograma basado en el índice de Jaccard

- **Agrupamientos principales:** Las estaciones HB-26 y HB-29 muestran una alta similitud (cercana a 0.9), lo que sugiere que comparten la mayoría de sus especies. Esto puede reflejar condiciones ambientales similares, como flujo y calidad del agua.
- Estaciones como HB-22 y HB-23 tienen una similitud extremadamente baja con el resto, indicando que estas áreas tienen una composición de especies muy diferenciada. Esto puede deberse a factores específicos como el tipo de cuerpo de agua o el nivel de perturbación ambiental (Magurran, 2004).
- **Patrones generales:** Las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) se agrupan juntas, reflejando una composición específica propia de ambientes lenticos, mientras que estaciones fluviales como HB-26 y HB-29 muestran una composición más homogénea.

Respecto al dendrograma basado en el índice de Sorensen

- **Similitudes observadas:** Al igual que con Jaccard, las estaciones HB-26 y HB-29 presentan la mayor similitud. Sin embargo, Sorensen destaca relaciones más fuertes entre otras estaciones, debido a su sensibilidad a especies compartidas en menor abundancia.
- Las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 continúan mostrando una alta similitud, reafirmando que los ambientes lenticos tienen una composición diferenciada pero relativamente homogénea dentro de este tipo de hábitat.
- Las estaciones HB-22 y HB-23, aunque siguen siendo las más diferenciadas, muestran una ligera mayor conexión con otras estaciones en comparación con los resultados de Jaccard, posiblemente debido a la influencia de especies raras en su comunidad.

Comparación entre Jaccard y Sorensen

- Ambos índices destacan los mismos patrones generales de agrupamiento, aunque el índice de Sorensen tiende a mostrar mayor similitud general entre estaciones debido a su ponderación de especies compartidas.
- Las estaciones fluviales y lenticas se agrupan claramente, reflejando diferencias marcadas en las comunidades de peces entre estos tipos de hábitat.
- Estaciones como HB-34 y HB-30, que aparecen en agrupamientos más cercanos a otras fluviales, probablemente compartan especies clave que son comunes en ambientes de corriente moderada.

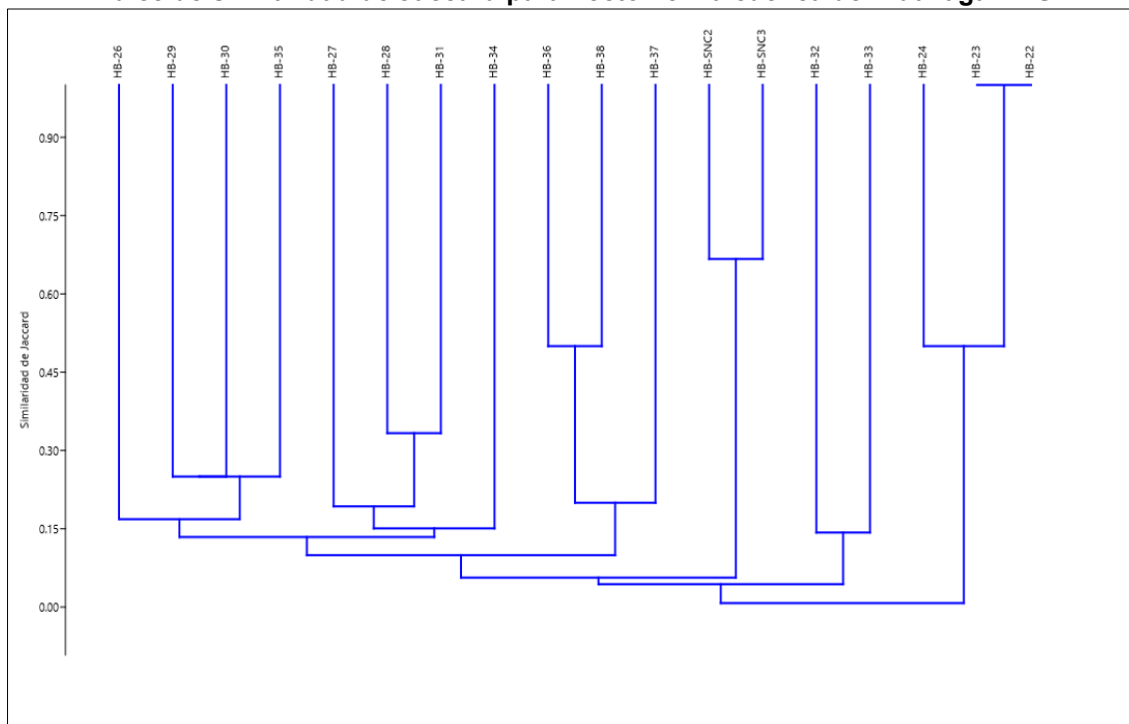
Relación con las características ambientales

- **Estaciones lenticas (HB-SNC2 y HB-SNC3):** Las similitudes altas entre estas estaciones reflejan características ambientales compartidas, como aguas estancadas, menor oxigenación y mayor sedimentación, que estructuran comunidades biológicas únicas (Wetzel, 2001).
- **Estaciones diferenciadas (HB-22 y HB-23):** La diferenciación de estas estaciones podría deberse a condiciones extremas de calidad del agua o hábitats específicos que limitan la colonización por parte de especies presentes en otras estaciones.

- **Agrupamientos homogéneos:** Estaciones como HB-26, HB-29 y HB-28 comparten condiciones ambientales y probablemente un intercambio genético más activo entre las comunidades, reflejando conectividad hidrológica y ecológica (Allan & Castillo, 2007).

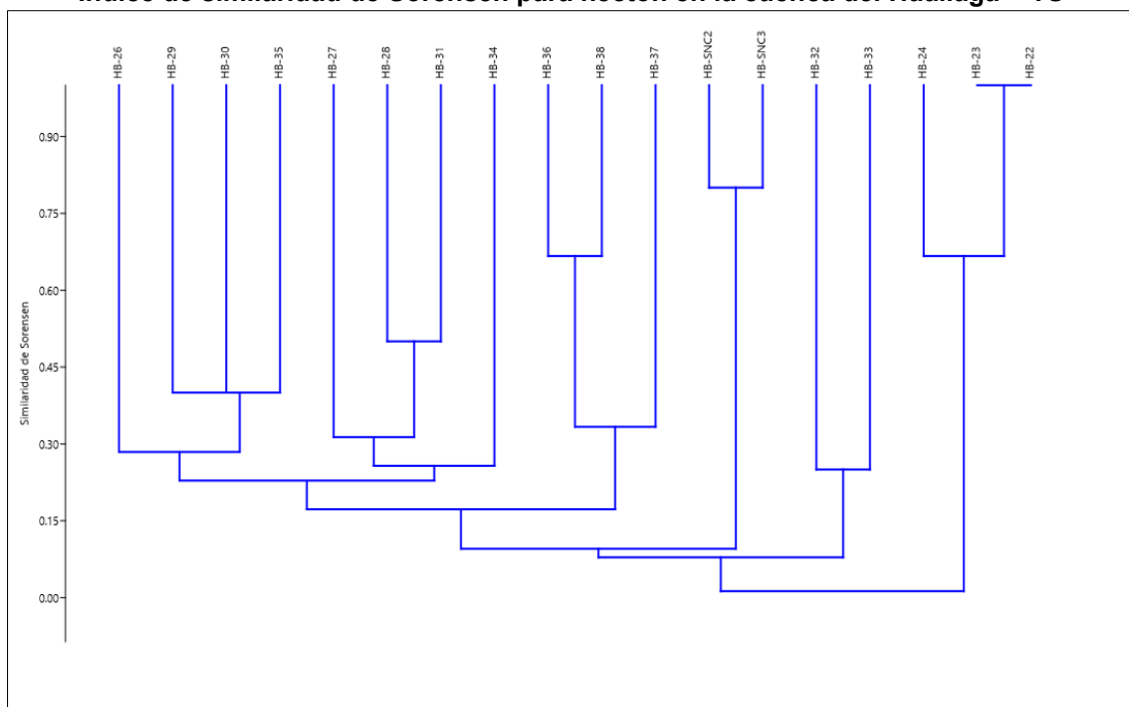
Gráfico 4.2.6-171

Índice de similitud de Jaccard para necton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-172
Índice de similitud de Sorensen para necton en la cuenca del Huallaga – TS



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.1.4 Protocolo SVAP

El **Protocolo Visual de Evaluación de Arroyos (SVAP)** evalúa las características del hábitat de los cuerpos de agua, proporcionando una valoración cualitativa y cuantitativa sobre la calidad ambiental en distintas estaciones. A continuación, se presenta un análisis detallado de los datos suministrados:

4.2.6.4.1.4.1 Puntajes generales y calidad ambiental

- Estaciones con flujo intermitente (sin flujo de agua):**

Varias estaciones (ej., HB-01 a HB-08) están categorizadas como "sin flujo de agua", lo que implica una ausencia de datos aplicables para los parámetros SVAP. Esto refleja la falta de conectividad hidrológica o sequías estacionales, situaciones que afectan directamente los servicios ecosistémicos y la biodiversidad acuática (Allan & Castillo, 2007).

Estas estaciones no pueden ser evaluadas de manera estándar y requieren métodos alternativos para monitorear su funcionalidad durante las épocas de sequía.

- Estaciones con calidad excelente:**

Las estaciones **HB-10 (9.67)**, **HB-18 (9.78)** y **HB-26 (9.67)** destacan con los puntajes más altos, indicando hábitats en excelentes condiciones.

Estas estaciones presentan valores máximos en parámetros como **"zona ribereña" (10)**, **"estabilidad de laderas" (10)** y **"presencia de hábitats apropiados para**

macroinvertebrados" (10), lo que sugiere un bajo impacto humano y una alta funcionalidad ecológica.

- **Estaciones con calidad buena:**

Varias estaciones (ej., HB-19, HB-25, HB-28, HB-29, HB-33) obtuvieron puntajes entre 7.5 y 8.8, reflejando hábitats en condiciones favorables pero con ciertos problemas menores.

Los parámetros menos favorables suelen ser "**presencia de basura**" y "**barreras para el movimiento de peces**", lo que podría estar relacionado con actividades humanas como residuos sólidos y alteraciones en la conectividad del flujo (Magurran, 2004).

- **Estaciones con calidad regular:**

Estaciones como **HB-30 (6.33)** y **HB-31 (6.89)** presentan condiciones moderadamente afectadas. Las puntuaciones bajas en "**enriquecimiento por nutrientes**" y "**presencia de basura**" sugieren problemas asociados a contaminación y eutrofización (Hawkes, 1997).

- **Estaciones con calidad pobre:**

HB-13 (4.78) es la estación más degradada dentro del análisis, con problemas evidentes en "**barreras para el movimiento de peces**" y "**zona ribereña**", lo que indica alteraciones significativas del hábitat que limitan la funcionalidad ecológica.

4.2.6.4.1.4.2 Parámetros clave del SVAP

- **Condición del canal:**

Puntajes altos (10) en estaciones como HB-18, HB-26 y HB-19 reflejan canales bien definidos y estables, mientras que estaciones como HB-13 tienen un puntaje bajo (3), indicando erosión o alteración significativa.

- **Zona ribereña:**

Estaciones con calidad excelente presentan una vegetación ribereña densa y continua (puntajes de 10), esencial para la estabilidad del hábitat y la regulación de temperaturas (Barbour et al., 1999).

- **Presencia de basura y nutrientes:**

Este parámetro es el más bajo en múltiples estaciones con calidad regular o pobre. La presencia de nutrientes en exceso puede ser indicativa de fuentes puntuales de contaminación, como aguas residuales o escorrentía agrícola (Rosenberg & Resh, 1993).

- **Barreras para el movimiento de peces:**

Estaciones como HB-13 y HB-31 muestran puntajes bajos, lo que sugiere obstrucciones en la conectividad, como presas o modificaciones en el curso del río, limitando el movimiento de las especies y reduciendo la biodiversidad.

4.2.6.4.1.4.3 Comparación entre estaciones

- **Estaciones en mejores condiciones:**

HB-18 y HB-26 son ejemplos de hábitats bien conservados, con alta estabilidad de laderas, flujo constante y ausencia de barreras. Esto las convierte en puntos clave para esfuerzos de conservación.

- **Estaciones degradadas:**

HB-13 y HB-30 muestran los impactos acumulativos de actividades humanas, como la deforestación y el vertido de desechos. La recuperación de estas áreas requeriría medidas como la reforestación ribereña y la restauración del flujo natural (Wetzel, 2001).

4.2.6.4.1.4.4 Análisis regional y patrones

- **Cuenca del Huallaga:**

La mayoría de las estaciones presentan una calidad buena a excelente, destacándose HB-18 y HB-26 como modelos de conservación.

Los problemas más comunes incluyen la presencia de basura y barreras para peces, que afectan la conectividad y la biodiversidad.

- **Cuenca del Marañón:**

Las estaciones en esta región tienen una mayor variabilidad en la calidad del hábitat, con algunas estaciones en excelente condición (HB-10), mientras que otras, como HB-13, muestran condiciones críticas debido a alteraciones humanas.

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Tabla 4.2.6-16
Valoración de la puntuación del protocolo SVAP de la calidad del hábitat

Estaciones	Características evaluadas de calidad del hábitat Protocolo SVAP									SVAP	Calidad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
HB-01	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-02	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-03	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-04	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-05	10	5	7	10	10	10	10	10	10	9.11	Excelente
HB-06	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-07	10	5	7	10	10	10	10	10	10	9.11	Excelente
HB-08	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-09	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua	Sin flujo de agua
HB-10	3	5	7	3	3	1	10	3	3	4.22	Pobre
HB-11	10	8	7	7	7	7	10	7	7	7.78	Bueno
HB-12	3	5	3	3	1	3	5	7	7	4.11	Pobre
HB-13	7	7	7	10	7	10	8	7	7	7.78	Bueno
HB-14	7	8	7	7	3	7	8	7	7	6.78	Regular
HB-15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.00	Excelente
HB-16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.00	Excelente
HB-17	10	10	10	10	7	10	10	10	10	9.67	Excelente

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-18	3	3	3	1	3	3	5	7	7	3.89	Pobre
HB-19	10	8	10	10	10	10	10	10	10	9.78	Excelente
HB-20	10	8	10	7	7	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-21	10	5	3	7	3	3	8	7	7	5.89	Pobre
HB-22	10	8	10	7	7	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-23	10	8	10	7	7	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-24	7	7	7	10	7	10	8	7	7	7.78	Bueno
HB-25	10	8	7	7	3	3	5	7	7	6.33	Regular
HB-26	10	10	10	10	7	10	10	10	10	9.67	Excelente
HB-27	10	8	7	7	7	7	10	7	7	7.78	Bueno
HB-28	10	8	7	7	7	7	10	7	7	7.78	Bueno
HB-29	7	7	7	10	7	10	8	7	7	7.78	Bueno
HB-30	3	3	3	3	3	3	8	10	7	4.78	Pobre
HB-31	10	7	3	3	7	7	8	10	7	6.89	Regular
HB-32	7	7	7	10	7	10	8	7	7	7.78	Bueno
HB-33	10	8	7	7	7	7	10	7	7	7.78	Bueno
HB-34	7	7	7	7	7	7	10	7	7	7.33	Bueno
HB-35	7	7	7	10	7	10	8	7	7	7.78	Bueno
HB-36	10	8	7	7	7	7	5	7	7	7.22	Bueno

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-37	10	8	10	7	7	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-38	10	8	10	7	7	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-SNC1	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
HB-SNC2	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
HB-SNC3	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Características:						5. Presencia de basura					
1. Condición del canal						6. Enriquecimiento por nutrientes					
2. Zona ribereña						7. Barreras para el movimiento de peces					
3. Estabilidad de laderas						8. Hábitat apropiados para peces					
4. Apariencia del agua						9. Hábitat apropiados para macroinvertebrados					

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2 Temporada húmeda

4.2.6.4.2.1 Descripción biofísica de los cuerpos de agua

- **Estación HB-01:**

La estación no fue evaluada debido a la falta de accesibilidad.

- **Estación HB-02:**

La estación no presenta flujo de agua. Esta condición impide la recopilación de datos relevantes sobre la calidad del agua y los organismos acuáticos, lo que limita la evaluación de la estación durante este periodo también.

- **Quebrada Mónica**
- **Coordenadas:** 17 M 718864 (E), 9135371 (N)
- **Altitud:** 542 m
- **Fecha:** 23/01/2025
- **Hora:** 10:00

- **Estación HB-03:**

La estación no presenta flujo de agua, lo que impide su evaluación en condiciones de flujo activo. Esta falta de agua se observa en ambas temporadas evaluadas.

- **Quebrada Pampa Hermosa**
- **Coordenadas:** 17 M 726830 (E), 9150111 (N)
- **Altitud:** 813 m
- **Fecha:** 23/01/2025
- **Hora:** 12:00

- **Estación HB-04:**

La estación no presenta flujo de agua, lo que impide su evaluación en condiciones de flujo activo en este periodo.

- **Río Quirripango**
- **Coordenadas:** 17 M 728388 (E), 9152264 (N)
- **Altitud:** 920 m
- **Fecha:** 23/01/2025
- **Hora:** 11:15

- **Estación HB-05:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal característica de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 791 msnm. El punto de muestreo presenta una orilla

pedregosa, aguas turbias con profundidad máxima de 0.4 metros y corriente moderada. El sustrato predominante incluye piedra, grava y arena. El mesohabitat presente es remanso. No se registraron macrófitas.

- **Río Chicama**
- **Coordenadas:** 18 L 738390 (E), 9160521 (N)
- **Altitud:** 791 m
- **Fecha:** 23/01/2025
- **Hora:** 09:45

● **Estación HB-06:**

La unidad evaluada tiene cobertura vegetal correspondiente a agricultura costera y andina, con altitud máxima de 535 msnm. El punto de muestreo presenta agua transparente con velocidad de corriente moderada y una profundidad en la orilla de 0,6 m. La composición del sustrato estuvo conformada por rocas, piedra, grava y arena. Los mesohabitats más frecuentes son caídas y remanso. No se registraron macrófitas.

- **Río Contumazá**
- **Coordenadas:** 18 L 744174 (E), 9185548 (N)
- **Altitud:** 535 m
- **Fecha:** 22/01/2025
- **Hora:** 16:00

● **Estación HB-07:**

La unidad evaluada presenta cobertura vegetal correspondiente a Bosque seco de montaña, con altitud de 1374 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas con ciertos tramos de erosión, de aguas claras con profundidad máxima de 1.2 metros y corriente moderada. El sustrato está compuesto por Piedras, canto rodado, grava y arena. Los mesohabitats más frecuentes son remansos y corridas. No se registraron macrófitas.

- **Río Chilete**
- **Coordenadas:** 17 M 760760 (E), 9195968 (N)
- **Altitud:** 1374 m
- **Fecha:** 22/01/2025
- **Hora:** 11:40

● **Estación HB-08:**

La estación no presenta flujo de agua.

- **Quebrada De La Encañada**
- **Coordenadas:** 18 L 779778 (E), 9200066 (N)

- **Altitud:**2871 m
- **Fecha:**19/01/2025
- **Hora:**10:10

● **Estación HB-09:**

La estación no presenta flujo de agua.

- **QuebradaCorgasmayo**
- **Coordenadas:**17 M 782717 (E), 9199752 (N)
- **Altitud:**2756 m
- **Fecha:**19/01/2025
- **Hora:**09:35

● **Estación HB-10:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a bofedal, alcanzando una altitud máxima de 2584 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas con vegetación, agua verdosa, profundidad promedio de 0.2 metros y corriente moderada. El sustrato dominante está formado por Piedra, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, rápidos y pozas. Se observa proliferación de materia orgánica y restos inorgánicos en el cuerpo de agua, acompañada de un olor desagradable que indica un estado de conservación aparentemente malo. Se registra actividad agrícola y ganadera en las cercanías. No se registraron macrófitas.

- **Río Crisnejas**
- **Coordenadas:**17 M 786550 (E), 9201009 (N)
- **Altitud:**2584 m
- **Fecha:**10/08/2024
- **Hora:**15:00

● **Estación HB-11:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal característica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 2884 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orilla moderadamente estable, agua levemente turbia, profundidad promedio de 0.75 metros y corriente moderada. El sustrato dominante es piedra, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, rápidos, pozas y remansos. Se observa actividad ganadera y agrícola en la zona y se encuentran ligera cantidad de desechos de origen urbano. No se registraron macrófitas.

- **Río Chuchun**
- **Coordenadas:**17 M 795859 (E), 9208188 (N)
- **Altitud:**2884 m

- **Fecha:**19/01/2025
- **Hora:**09:50

● **Estación HB-12:**

La unidad evaluada tiene una cobertura vegetal típica de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 1919 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua levemente turbia, profundidad máxima de 1.5 metros y corriente moderada. El sustrato dominante incluye piedras, cantorodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, rápidos, remansos y pozas. Se encontró gran cantidad de basura de origen urbano en las orillas del cuerpo de agua. No se registraron macrófitas.

- **Río Crisnejas**
- **Coordenadas:**17 M 822930 (E), 9174147 (N)
- **Altitud:**1919 m
- **Fecha:**18/01/2025
- **Hora:**09:00

● **Estación HB-13:**

La unidad evaluada se encuentra en una zona de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2442 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas (en ambas márgenes), amplias y se encuentra erosionada en ciertas partes; de aguas claras con gran turbidez con profundidad máxima de 0.9 metros y corriente rápida. El sustrato dominante está formado por piedras, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, rápidos, remansos y pozas. No se registraron macrófitas.

- **Río Chusgón**
- **Coordenadas:**18L 179912 (E), 9133399 (N)
- **Altitud:**2442 m
- **Fecha:**14/01/2024
- **Hora:**10:50

● **Estación HB-14:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 3707 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas (en ambas márgenes), de aguas claras contrabsparenciatotal, profundidad máxima de 1.1 metros y corriente lenta. El sustrato dominante es piedra, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats presentes son corridas, remansos, rápidos, caídas y pozas. No se registraron macrófitas.

- **Quebrada Racmash**

- **Coordenadas:** 18 L 191596 (E), 9118828 (N)
- **Altitud:** 3707 m
- **Fecha:** 16/01/2025
- **Hora:** 13:50

● **Estación HB-15:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2689 msnm. El punto de muestreo está caracterizado por orillas pedregosas (en ambas márgenes), agua clara con ligera turbidez, profundidad máxima de 1.1 metros y corriente rápida. El sustrato dominante es piedras, canto rodado y grava. Los mesohábitats más frecuentes son caídas, rápidos, corridas y pozas. No se registraron macrófitas.

- **Quebrada Pijobamba (afluente del río Marañón por la margen izquierda)**
- **Coordenadas:** 18 L 195826 (E), 9114247 (N)
- **Altitud:** 2689 m
- **Fecha:** 17/01/2025
- **Hora:** 10:00

● **Estación HB-16:**

La estación de muestreo no fue evaluada por la inaccesibilidad debido a un deslizamiento de rocas y tierra en la zona.

- **Río Marañón**
- **Coordenadas:** 18 L 207945 (E), 9109761 (N)
- **Altitud:** 1644 m
- **Fecha:** 17/01/2025
- **Hora:** 09:35

● **Estación HB-17:**

La unidad evaluada se ubica en áreas de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 2454 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas, de aguas claras de color aparente azul verdoso, profundidad promedio de 0.7 metros y corriente rápida. El sustrato predominante incluye boulders, canto rodado, grava y arena. Los mesohábitats más frecuentes son corridas, rápidos y remansos. Se detectó desechos de origen urbano y animal en las orillas del cuerpo de agua. No se registraron macrófitas.

- **Río Cajas**
- **Coordenadas:** 18 L 225540 (E), 9086370 (N)
- **Altitud:** 2454 m
- **Fecha:** 12/01/2025
- **Hora:** 09:40

● **Estación HB-18:**

La unidad evaluada se encuentra en un área de matorral arbustivo, con una altitud promedio de 3812 msnm. El punto de muestreo está definido por una orilla pedregosa, agua de tonalidad muy turbia, profundidad promedio de 1.0 metro y corriente alta. El sustrato dominante es canto rodado, grava y limo. Los mesohábitats más comunes son remansos y rápidos. No se registraron macrófitas.

- **Río Challas**
- **Coordenadas:** 18 L 234993 (E), 9072754 (N)
- **Altitud:** 3812 m
- **Fecha:** 11/01/2025
- **Hora:** 16:30

● **Estación HB-19:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de matorral arbustivo de la región, con una altitud promedio de 3694 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas, agua clara con ligera turbidez y profundidad promedio de 0.9 metros y corriente rápida torrenciosa. El sustrato dominante es compuesto por piedras, canto rodado y grava. Los mesohábitats más frecuentes son rápidos, remanso y caídas. No se registraron macrófitas.

- **Río Anchic**
- **Coordenadas:** 18 L 250257 (E), 9062749 (N)
- **Altitud:** 3694 m
- **Fecha:** 11/01/2025
- **Hora:** 12:00

● **Estación HB-20:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal característica de áreas agrícolas costeras y andinas, con una altitud promedio de 2732 msnm. El punto de muestreo se distingue por una orilla pedregosa, agua turbia, una profundidad promedio de 0.8 metros y corriente rápida. El sustrato dominante está compuesto por piedra, grava y sustrato blando. Los mesohábitats predominantes son rápidos y pozas. No se registraron macrófitas.

- **Río S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 253935 (E), 9056350 (N)
- **Altitud:** 2732 m
- **Fecha:** 11/01/2025
- **Hora:** 10:20

● **Estación HB-21:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal de tipo bofedal, situada a una altitud máxima de 3,543 msnm. El punto de muestreo tiene aguas claras con turbidez con corriente moderada y profundidad de 0.7 m en la orilla. Se destaca la presencia de vegetación ribereña compuesta principalmente por pasto. El sustrato se compone de roca (25%), piedra (40%), grava (20%) y sustrato blando (15%). Los mesohábitats están distribuidos en pozas (20%) y rápidos (80%). No se registraron macrófitas.

- **Río Chonas**
- **Coordenadas:** 18 L 277224 (E) 9039485 (N)
- **Altitud:** 3543 m
- **Fecha:** 10/01/2025
- **Hora:** 15:30

● **Estación HB-22:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 2,316 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por aguas claras con turbidez y velocidad de corriente alta, la profundidad en la orilla es de 0.5 m. Destaca la presencia de vegetación ribereña y una orilla pedregosa. El sustrato está compuesto por roca (20%), piedra (30%), grava (20%) y arena (30%). En cuanto a los mesohábitats, se distribuyen en rápidos (70%), pozas (20%) y remansos (10%). No se registraron macrófitas.

- **Río S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 287957 (E) 9042320 (N)
- **Altitud:** 2316 m
- **Fecha:** 10/01/2025
- **Hora:** 13:35

● **Estación HB-23:**

La unidad evaluada corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 2,128 msnm. El punto de muestreo presenta orilla pedregosa y estrecha, de aguas con profundidad en la orilla de 0.8 m y 1.5 m en su máxima profundidad. En la orilla se encuentra vegetación ribereña. El sustrato está compuesto principalmente por piedra (35%), roca (25%), canto rodado (20%), grava (15%) y arena (5%). Los mesohábitats incluyen rápidos (30%), pozas (25%), corridas (20%), caídas de agua (15%) y remansos (10%). Se observó algunos desechos de origen urbano a las riberas del cuerpo de agua. No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 291171 (E) 9042993 (N)
- **Altitud:** 2128 m
- **Fecha:** 10/01/2025
- **Hora:** 15:30

● **Estación HB-24:**

La unidad evaluada muestra cobertura vegetal de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 1660 msnm. El punto de muestreo presenta aguas claras con poco grado de turbidez, con una orilla pedregosa y una velocidad de corriente moderada. La profundidad promedio es de 0.9 m, alcanzando 1.2 m en la parte más profunda. El sustrato está compuesto por canto rodado (35%), piedra (30%), grava (20%) y arena (15%). Los mesohábitats están distribuidos en corridas (45%), rápidos (20%), remansos (20%), caídas (10%) y pozas (5%). No se registraron macrófitas. Ligera presencia de desechos orgánicos de origen animal.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 306538 (E) 9045527 (N)
- **Altitud:** 1660 m
- **Fecha:** 10/01/2025
- **Hora:** 12:20

● **Estación HB-25:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal propia de áreas de no bosque amazónico, con una altitud máxima de 763 msnm. El punto de muestreo presenta aguas claras con turbidez y corriente de alta velocidad, agua cristalina, y una profundidad máxima de 1.8 m. Además, se destaca la presencia de vegetación ribereña y una orilla rocosa, lo que contribuye a la heterogeneidad del hábitat. La composición del sustrato está formada por roca (40%), piedra (20%), grava (15%) y arena (25%). En cuanto a los mesohábitats está conformado únicamente por rápidos (100%). No se registraron macrófitas.

- **Río Chontayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 332057 (E) 9053606 (N)
- **Altitud:** 763 m
- **Fecha:** 09/01/2025
- **Hora:** 11:30

● **Estación HB-26:**

Esta estación se consideró como inaccesible debido a las condiciones de lluvias intensas y la activación de una quebrada que arrasó el puente que daba acceso a la otra orilla que dirigía hacia el río a evaluar. Las lluvias continuaron y se consideró riesgoso cruzar por posibilidad de incremento del cauce de la quebrada y la imposibilidad de retorno.

- **Río Frijol**
- **Coordenadas:** 18 L 346449 (E) 9057246 (N)
- **Altitud:** 574 m
- **Fecha:** 09/01/2025

- **Hora:**10:00

- **Estación HB-27:**

La unidad evaluada pertenece a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 564 msnm. El punto de muestreo presenta aguas turbias con una velocidad de corriente moderada y presencia de vegetación ribereña. La profundidad máxima de 0.9 m de profundidad. El sustrato este compuesto por canto rodado (40%), arena (30%), grava (15%) y piedra (15%). Los mesohábitats se distribuyen en pozas (30%), rápidos (25%), corridas (20%) y remansos (25%). Se detectó únicamente desechos de origen animal a orillas del cuerpo de agua. No se registraron macrófitas.

- **Río**Canan
- **Coordenadas:**18 L 350295 (E) 9054210 (N)
- **Altitud:**564 m
- **Fecha:**09/01/2025
- **Hora:**14:40

- **Estación HB-28:**

Esta unidad presenta una cobertura vegetal de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 548 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas, agua turbia, una profundidad promedio de 1.4 m y velocidad de corriente de corriente alta. El sustrato está compuesto por piedra (35%), arena (40%), grava (15%) y roca (10%). Los mesohábitats se distribuyen en caídas (40%), pozas (15%) y remansos (45%). No se registraron macrófitas.

- **Río**Huánuco
- **Coordenadas:**18 L 356801 (E) 9042970 (N)
- **Altitud:**548 m
- **Fecha:**08/01/2025
- **Hora:**15:10

- **Estación HB-29:**

Esta unidad presenta cobertura vegetal que corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 521 msnm. El punto de muestreo presenta vegetación ribereña muy frondosa con orilla muy estrecha, el agua es clara con alta turbidez, velocidad de corriente lenta y una profundidad de orilla de 0.9 m. La composición del sustrato esta conformado por piedra (40%), canto rodado (35%), grava (15%) y arena (10%). Los mesohábitats se distribuyen en rápidos (30%), remansos (25%), pozas (25%) y corridas (20%). No se registraron macrófitas.

- **Río**Huallaga
- **Coordenadas:**18 L 361547 (E) 9042446 (N)

- **Altitud:** 521 m
- **Fecha:** 08/01/2025
- **Hora:** 13:10

● **Estación HB-30:**

La unidad evaluada corresponde a Áreas de No Bosque Amazónico ubicada a una altitud máxima de 552.7 msnm. El punto de muestreo presenta vegetación ribereña en las orillas, de agua clara transparente y profundidad promedio es de 1.1 m. El sustrato está conformado por canto rodado (45%), piedra (30%), grava (15%) y arena (10%). Los mesohábitats se distribuyen en corridas (45%), remansos (25%), rápidos (15%) y pozas (15%). No se observa basura en las orillas. No se registraron macrófitas.

- **Río Aspuzana**
- **Coordenadas:** 18 L 371665 (E) 9033566 (N)
- **Altitud:** 552 m
- **Fecha:** 07/01/2025
- **Hora:** 13:45.

● **Estación HB-31:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal característica de Áreas de No Bosque Amazónico, con una altitud máxima de 565 msnm. Esta estación presenta orilla estrecha conformada por áreas pedregosas y arenosas, aguas claras ligeramente turbia, velocidad de corriente moderada, profundidad en la orilla de 1.2 m y profundidad máxima de hasta 2.1 m. El sustrato está conformado por piedra (40%), canto rodado (35%), grava (15%) y arena (10%). Los mesohábitats se distribuyen en corridas (35%), rápidos (25%), pozas (25%), remansos (15%). No se registraron macrófitas.

- **Río Pucayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 375370 (E) 9031919 (N)
- **Altitud:** 565 m
- **Fecha:** 07/01/2025
- **Hora:** 10:50

● **Estación HB-32:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 561 msnm. La estación de muestreo se caracteriza por una orilla pedregosa, con una velocidad de corriente moderada. La profundidad en la orilla es de 0.35 m y una profundidad máxima de 1.4 m. El sustrato está compuesto por piedra (40%), grava (30%), arena (20%) y roca (10%). Los mesohábitats se distribuyen en remansos (40%), rápidos (40%) y pozas (20%). No se registraron macrófitas.

- **Río Aucayacu**
- **Coordenadas:** 18 L 380333 (E) 9015220 (N)
- **Altitud:** 561 m
- **Fecha:** 07/01/2025
- **Hora:** 11:45

● **Estación HB-33:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal correspondiente a áreas de no bosque amazónico, a una altitud máxima de 569 msnm. El punto de muestreo presenta agua con alta turbidez y la corriente es lenta, la profundidad promedio es 1.8 m. El sustrato está compuesto por arena (40%), piedra (20%), grava (25%) y roca (15%). El mesohábitat estaba compuesto totalmente por remansos. No se registraron macrófitas.

- **Río Sangapilla**
- **Coordenadas:** 18 L 390712 (E) 8988826 (N)
- **Altitud:** 569 m
- **Fecha:** 07/01/2025
- **Hora:** 14:05

● **Estación HB-34:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal de Áreas de No Bosque Amazónico, con una altitud de 546 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por una orilla pedregosa, agua clara totalmente transparente, una profundidad promedio de 0.7 m. La composición del sustrato es canto rodado (60%), grava (20%), arena (10%) y piedra (10%). Los mesohábitats se distribuyen en corridas (45%), pozas (20%), remansos (20%) y rápidos (15%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 386365 (E) 8996250 (N)
- **Altitud:** 546 m
- **Fecha:** 06/01/2025
- **Hora:** 15:30

● **Estación HB-35:**

La unidad evaluada corresponde a un área de Áreas de No Bosque Amazónico, situada a una altitud máxima de 519 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por una orilla pedregosa, agua clara y ligeramente turbia, velocidad de corriente baja y profundidad promedio de 0.8 metros. Sin presencia de basura en las orillas. La composición del sustrato es: canto rodado (40%), piedra (20%), grava (20%), arena (10%) y roca (10%). Los mesohábitats se distribuyen en remansos (35%), corridas (35%), rápidos (15%) y pozas (15%). No se registraron macrófitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 390566 (E) 8986852 (N)
- **Altitud:** 519 m
- **Fecha:** 06/01/2025
- **Hora:** 11:10

● **Estación HB-36:**

La unidad evaluada corresponde a un área de Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud máxima de 545 msnm. El punto de muestreo presenta orillas pedregosas, agua turbia, con profundidad aproximada de 1.2m en la orilla. El sustrato está compuesto por grava (30%), arena (20%), roca (30%) y piedra (20%). Los mesohábitats están distribuidos entre rápidos (20%), caídas (30%), pozas (30%) y remansos (20%). No se registraron macrofitas.

- **Quebrada S/N**
- **Coordenadas:** 18 L 394006 (E), 8959804 (N)
- **Altitud:** 545 m
- **Fecha:** 05/01/2025
- **Hora:** 13:50

● **Estación HB-37:**

La unidad evaluada se localiza en un área de bosque de montaña, a una altitud de hasta 550 msnm. El punto de muestreo tiene orillas pedregosas, agua turbia, velocidad de corriente moderada. El sustrato está compuesto por piedra (50%), roca (10%), grava (10%) y arena (30%). Los mesohábitats presentan remansos (70%) y rápidos (30%). Se detectó la presencia de basura en la orilla y en los alrededores. No se registraron macrofitas.

- **Río Huallaga**
- **Coordenadas:** 18 L 393583 (E), 8954114 (N)
- **Altitud:** 550 m
- **Fecha:** 05/01/2025
- **Hora:** 12:15

● **Estación HB-38:**

La unidad evaluada se encuentra en un área con vegetación correspondiente a las Áreas de No Bosque Amazónico, a una altitud que no supera los 959 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por una orilla pedregosa, agua clara pero ligeramente turbia, una velocidad de corriente alta y profundidad promedio de 1.2 m. La composición del sustrato es: arena (10%), grava (20%), canto rodado (20%), piedra (25%), rocas (20%) y roca madre (5%). En cuanto a los mesohábitats, estos están conformados por rápidos (35%), remansos (15%), caídas (10%), pozas (20%) y corridas (20%). Ligera presencia de desechos de origen urbano en los márgenes de

la orilla. El punto de evaluación fue a 100 m aguas arriba por temas de accesibilidad hacia la orilla del río. No se registraron macrófitas.

- **Río Chinchao**
- **Coordenadas:** 18 L 389241(E), 8944580(N)
- **Altitud:** 959m
- **Fecha:** 05/01/2025
- **Hora:** 13:30

● **Estación HB-39:**

La unidad evaluada presenta una cobertura vegetal típica de áreas agrícolas costeras y andinas, a una altitud inferior a los 1800 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por orillas pedregosas, aguamuy turbia, profundidad promedio de 2.1 metros y alta velocidad de corriente. Se observó un considerable crecimiento de perfitos en las rocas. El sustrato predominante está compuesto por canto rodado (35%), roca (20%), grava (20%) y arena (15%). Los mesohábitats, se distribuyen en corridas (10%), pozas (20%), remansos (25%) y rápidos (40%). Además, se detectó una gran cantidad de basura en la orilla y el agua presentaba un olor desagradable, lo que sugiere un cierto grado de contaminación en el área. No se registraron macrófitas. El punto de evaluación fue a 300 metros aguas arriba por temas de accesibilidad y crecida del río.

- **Río Huallaga**
- **Coordenadas:** 18 L 379571(E), 8913007(N)
- **Altitud:** 1800 m
- **Fecha:** 05/01/2025
- **Hora:** 09:35

● **Estación HB-SNC1:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna, con una cobertura vegetal característica de totoral y una altitud promedio de 2,993 msnm. El punto de muestreo se distingue por la abundancia de vegetación ribereña, con agua de tonalidad incolora, velocidad de corriente nula, profundidad máxima de 1.3 m y profundidad de la orilla es de 0.4 m. El sustrato predominante consiste en materia vegetal natural de la laguna, junto con limo y arcilla. Se observa que la estación de evaluación podría estar impactada por las actividades recreativas y turísticas cercanas a la orilla, así como por la presencia de viviendas en las proximidades. No se registraron macrófitas.

- **Laguna Suyucocha**
- **Coordenadas:** 17 M 790119(E) 9204251(N)
- **Altitud:** 3093m
- **Fecha:** 18/01/2025
- **Hora:** 11:20

- **Estación HB-SNC2:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna (cuerpo de agua léntico), ubicada a una altitud máxima de 692.1 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por aguas negras, orillas con vegetación de pasto y un aumento del caudal. La laguna tiene una finalidad recreativa, y el sustrato predominante es fangoso. La profundidad en la orilla es de 1.3 m. No se registraron macrófitas.

- **Laguna Milagros**
- **Coordenadas:** 18 L 390063 (E), 8990064 (N)
- **Altitud:** 692.1 m
- **Fecha:** 06/01/2025
- **Hora:** 10:55

- **Estación HB-SNC3:**

La unidad evaluada corresponde a una laguna (cuerpo de agua léntico), ubicada a una altitud máxima de 701.3 msnm. El punto de muestreo se caracteriza por agua turbia con vegetación ribereña en las orillas, y el sustrato es predominantemente fangoso. La profundidad en la orilla es de 1.6 m. Se observan embarcaciones en las orillas, ya que es un lugar recreativo y turístico. No se registraron macrófitas.

- **Laguna Mistica**
- **Coordenadas:** 18 L 390712 (E), 8988826 (N)
- **Altitud:** 701.3 m
- **Fecha:** 06/01/2025
- **Hora:** 13:25

1.1.1.1.1 Caracterización físico-química

4.2.6.4.2.2 Caracterización físico – química

4.2.6.4.2.2.1 Temperatura

La temperatura de los ríos muestra alta variabilidad porque están influenciadas por aportes de diferentes fuentes y variaciones altitudinales (Gomez et al., 2014). En cambio, los lagos presentan temperaturas más altas y estables, debido a su capacidad de almacenamiento constante de calor (Farías, 2020). Por último, las quebradas tienden a tener temperaturas más bajas asociadas a su ubicación altitudinal y menor exposición solar (Maidana & Seeligmann, 2015). Este análisis es clave para comprender las condiciones ambientales en cada cuenca y cuerpo de agua. En esta temporada húmeda, los valores registrados de temperatura en las estaciones de evaluación permitieron identificar patrones específicos por cuenca, altitud y tipo de cuerpo de agua.

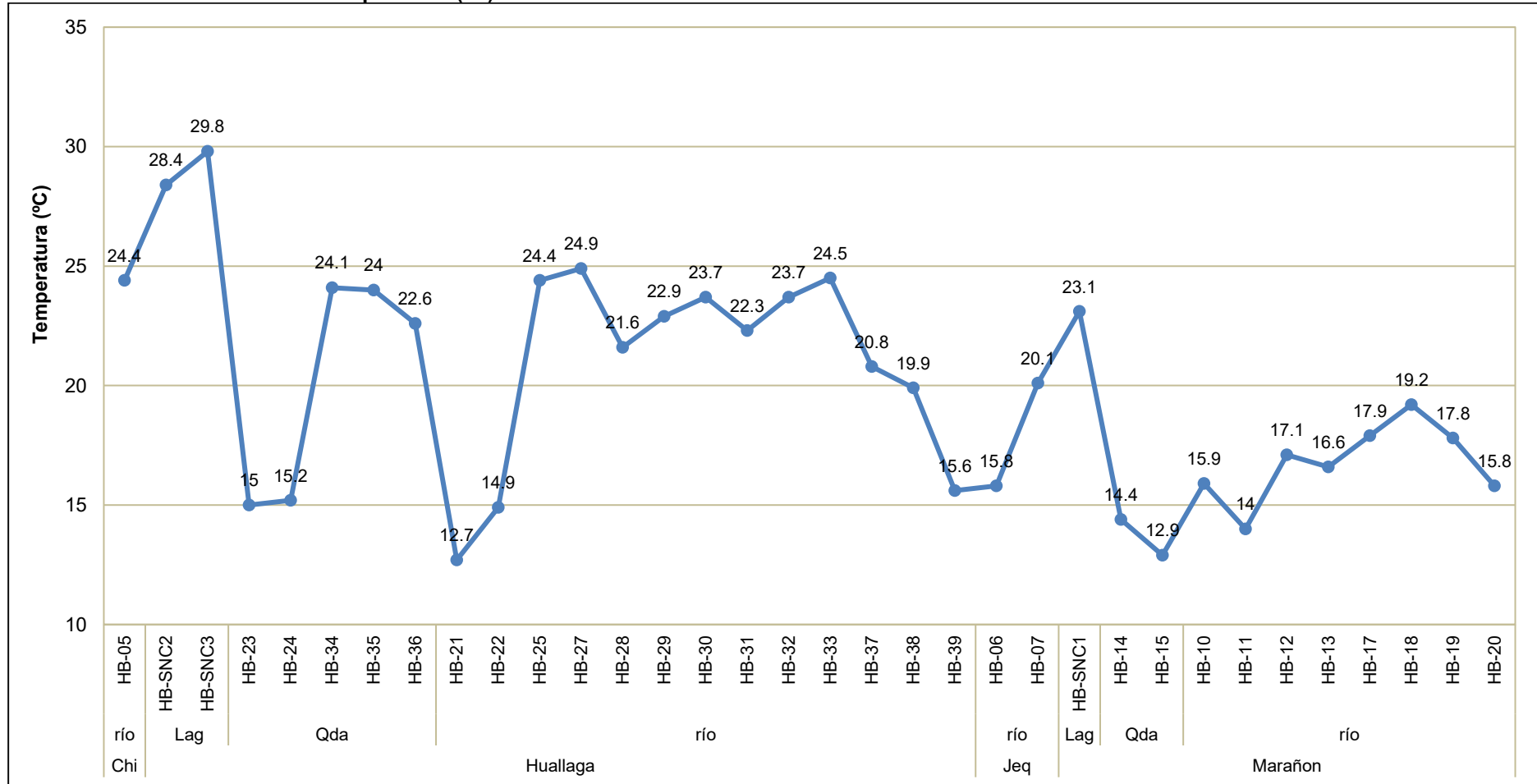
La cuenca de Chicama (HB-05) presenta temperatura relativamente alta en su estación inicial, con 24.4°C en HB-05 y la cuenca Jequetepeque presenta temperatura

menores con 15.8°C en HB-06 y 15.5°C en HB-07, lo cual, podría estar relacionado con las características climáticas locales y con la mayor altitud de estas últimas. (Boyd, 2015).

En la cuenca del Huallaga, los ríos (HB-21 a HB-39) presentaron mayor variabilidad térmica, teniendo el menor valor de temperatura de 12.7°C en HB-21 y el mayor valor de temperatura de 24.9°C en HB-27, los aportes de diferentes fuentes y variaciones altitudinales a estos cuerpos de agua influyeron en la variabilidad térmica (Gomez et al., 2014). Las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) registraron las temperaturas más altas y estables de la temporada con un máximo de 29.8°C en HB-SNC3 y 28.4°C en HB-SNC2, lo que es consistente con su capacidad para almacenar calor (Farías, 2020). Por su parte, las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35 y HB-36) tienen temperaturas con un mínimo de 15.0°C (HB-23) y 15.2°C (HB-24).

En la cuenca del Marañón, los ríos presentan temperaturas que oscilan entre 14.0°C (HB-11) y 19.2°C (HB-18), observándose una variabilidad moderada. Las quebradas HB-14 y HB-15 muestran temperaturas bajas de 14.4°C y 12.9°C , respectivamente. En esta cuenca, la mayor altitud sería un factor de influencia para la variación térmica, que es relativamente menor a la cuenca del Huallaga (Lencina et al., 2023).

Gráfico 4.2.6-173
Temperatura (°C) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Lag: Laguna, Jeq: Jequetepeque y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.2.2 pH

En esta temporada, los valores de pH registrados en las estaciones de evaluación (HB-05 a HB-39) muestran que la mayoría se encuentra dentro del rango permitido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, en el cual se establece un rango de 6.5 a 9 para el pH (MINAM, 2017).

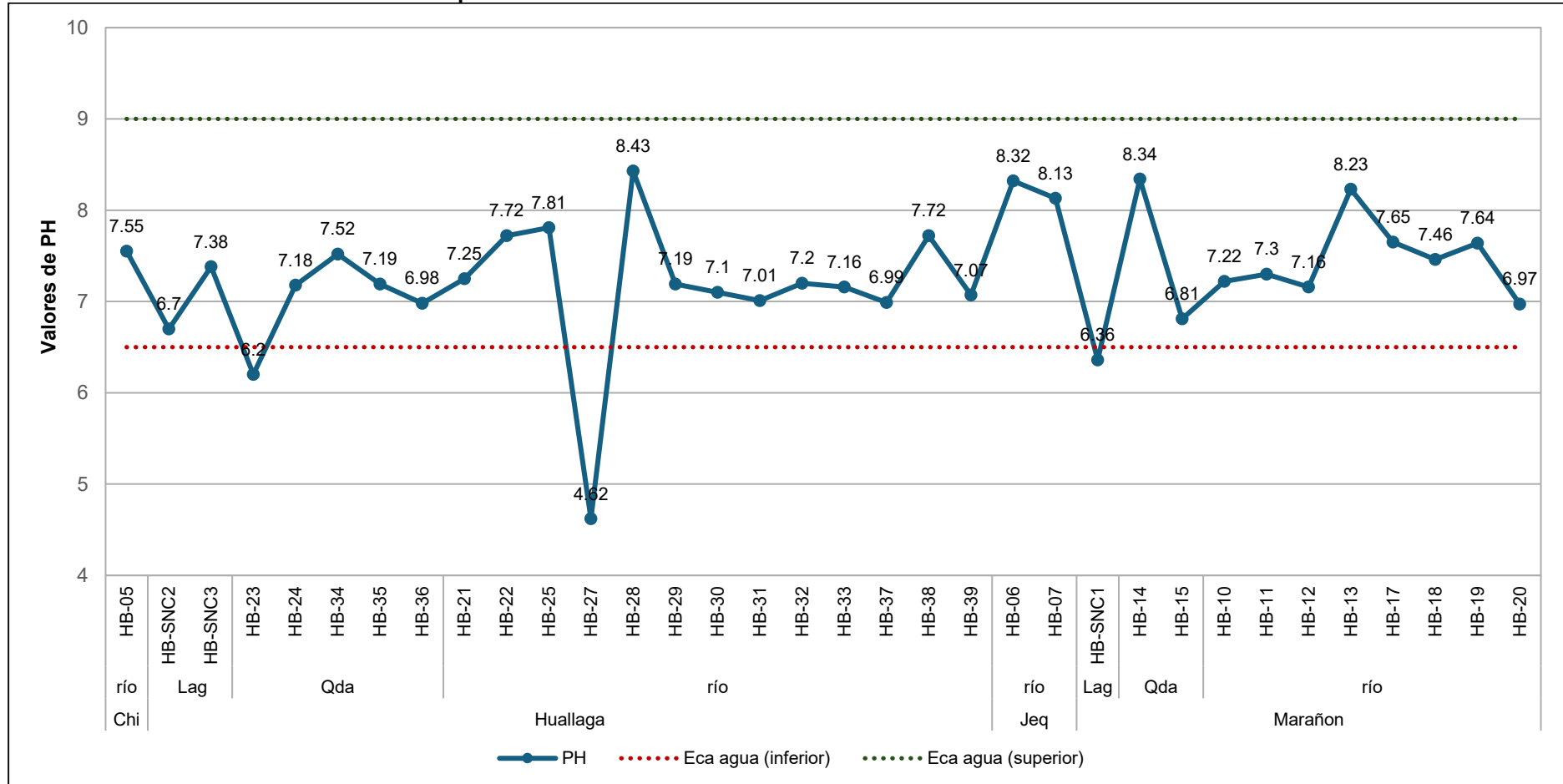
En la cuenca de Chicama y Jequetepeque (HB-05 a HB-07), los valores de pH varían entre 7.55 y 8.13, reflejando condiciones ligeramente alcalinas y de buena calidad, encontrándose dentro del rango permitido.

En la cuenca del Huallaga, los ríos (HB-21 a HB-39) muestran mayor variabilidad en el pH, con valores que oscilan entre 4.62 (HB-27) y 8.43 (HB-28). En HB-27, el pH se encuentra por debajo del límite inferior de los ECA, indicando un episodio puntual de aumento de acidez, la presencia de desechos de origen animal a orillas del cuerpo de agua podría estar influenciando en la acidificación del cuerpo de agua (Kraus et al., 2011). Los lagos (HB-SNC2 y HB-SNC3) tienen valores de 6.7 y 7.38, completamente dentro de los límites, lo que indica un buen estado de calidad del agua. Por su parte, las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35 y HB-36) presentan valores entre 6.2 (HB-23) y 7.52 (HB-34), el menor valor de pH de HB-23 nos indica que se encuentra ligeramente por debajo del límite inferior de los ECA.

Finalmente, en la cuenca del Marañón, los ríos (HB-10 a HB-20) presentan valores entre 6.97 (HB-10) y 8.23 (HB-11), indicando valores ligeramente alcalinos y condiciones favorables para la calidad del agua. Las quebradas HB-15 y HB-14 tienen valores de 6.81 y 8.34, respectivamente, reflejando características típicas de aguas neutras a ligeramente alcalinas, también dentro de los límites permitidos. La laguna HB-SNC1 mostró un valor de pH de 6.36, ligeramente por debajo del límite inferior de los ECA.

En general, la mayoría de las estaciones monitoreadas se encontraron dentro de los límites establecidos por los ECA, excepto HB-23, HB-27 y HB-SNC1 que se encontraron por debajo del límite inferior de los ECA, los cuales deberían ser monitoreados para prevenir alteraciones significativas en la calidad del agua.

Gráfico 4.2.6-174
Valores de pH de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.2.3 Oxígeno disuelto (mg/L)

El gráfico muestra los valores de oxígeno disuelto (OD) registrados en las estaciones de monitoreo (HB-05 a HB-39) en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, que establecen un mínimo de 5 mg/L. (MINAM, 2017).

En la cuenca Chicama y Jequetepeque, las estaciones HB-05 a HB-07 presentaron valores de OD que varían entre 5.9 mg/L y 8.13 mg/L, encontrándose dentro del rango permitido por los ECA. Esto refleja buenas condiciones de oxigenación y calidad del agua en estas zonas.

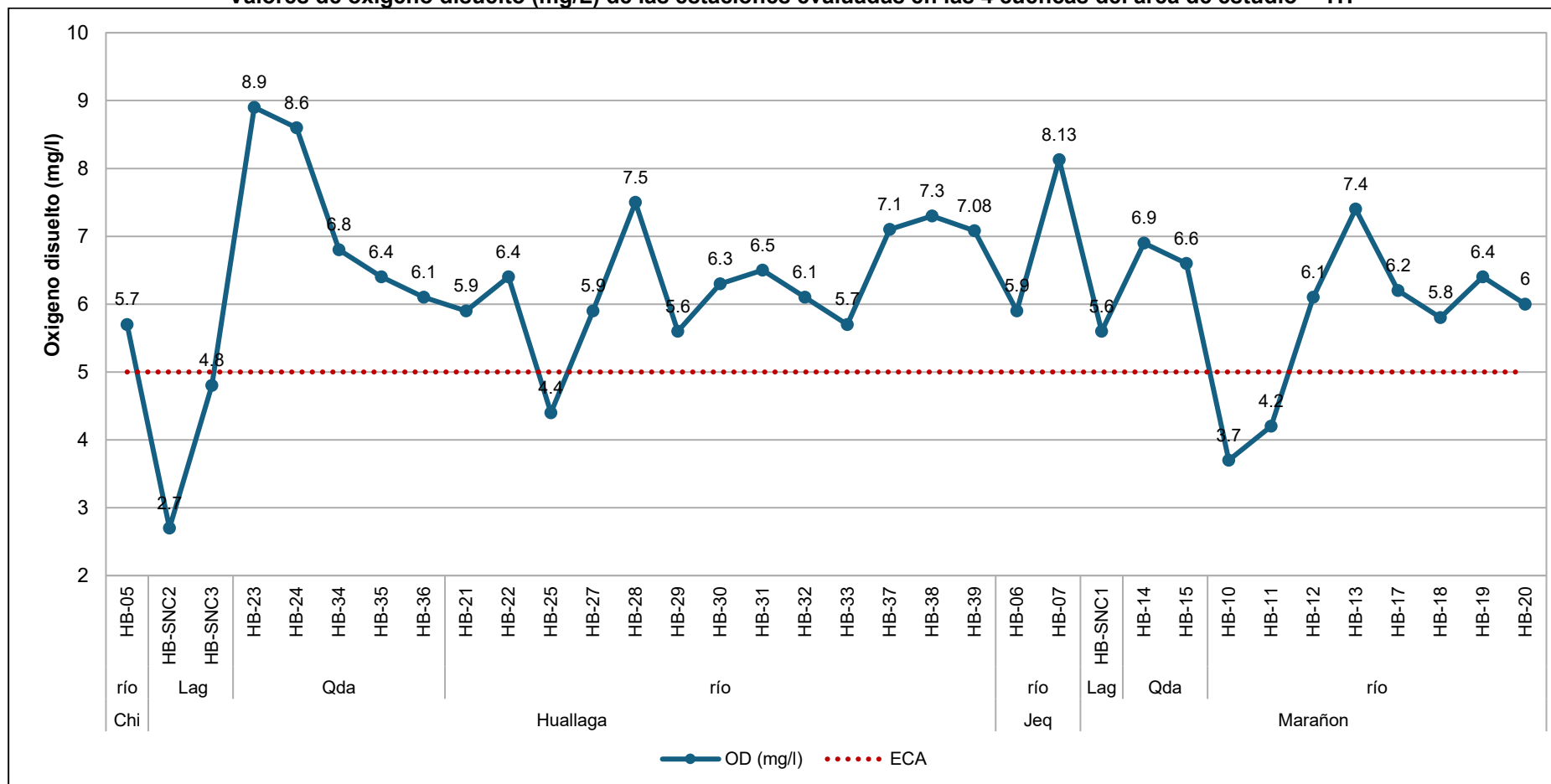
En la cuenca del Huallaga, se observa una amplia variabilidad en los valores de OD. En los ríos (HB-21 a HB-39), desde un mínimo de 4.4 mg/L en HB-25 hasta un máximo de 7.5 mg/L en HB-28. En HB-25, el OD cae por debajo del límite mínimo establecido, lo que podría indicar estrés ambiental debido a contaminación orgánica o alta carga biológica, mientras que en HB-28, el valor elevado podría asociarse a turbulencia o procesos naturales que aumentan la oxigenación, no obstante, la mayoría de las estaciones cumplen con el ECA establecido. En las quebradas de esta cuenca, los valores registrados oscilaron de 6.1 mg/L a 8.9 mg/L, encontrándose dentro del rango del ECA. Las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 en la presente cuenca, presentaron valores críticos, registrándose 2.7 mg/L y 4.8 mg/L respectivamente, significando que se encuentran por debajo del ECA, posiblemente debido a procesos de alta carga orgánica.

En la cuenca del Marañón, los valores registrados en los ríos (HB-10 a HB-20) oscilan entre 3.7 mg/L a 7.4 mg/L. Las estaciones HB-14 y HB-15 presentaron valores por debajo del ECA, registrándose 3.7 mg/L y 4.2 mg/L, respectivamente. El resto de las estaciones HB-12 a HB-20 se encuentran por encima del límite mínimo de los ECA. Esto refleja condiciones adecuadas para la calidad del agua. En las quebradas de esta cuenca (HB-14 y HB-15), los valores se encuentran dentro del rango permitido, con 6.6 mg/L y 6.9 mg/L respectivamente, evidenciando condiciones favorables para las comunidades biológicas.

En general, la mayoría de las estaciones presentan valores de oxígeno disuelto dentro de los límites de los ECA, indicando una calidad de agua adecuada para el desarrollo biológico. Sin embargo, las estaciones HB-SNC2, HB-SNC3, HB-10 y HB-11 muestran valores críticos.

Gráfico 4.2.6-175

Valores de oxígeno disuelto (mg/L) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.2.4 Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

El gráfico muestra los valores de conductividad eléctrica (CE) registrados en las estaciones de monitoreo (HB-05 a HB-39) en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua en la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, que establecen un límite por debajo de $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, 2017).

En la cuenca Chicama, el valor de CE en HB-05 es de $408 \mu\text{S}/\text{cm}$ y en la cuenca Jequetepeque (HB-06 y HB-07), los valores de CE registrados son de $251 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $266 \mu\text{S}/\text{cm}$, los cuales están dentro del estándar permitido. (Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Chicama: Aguas superficiales / Aguas subterráneas, 2019).

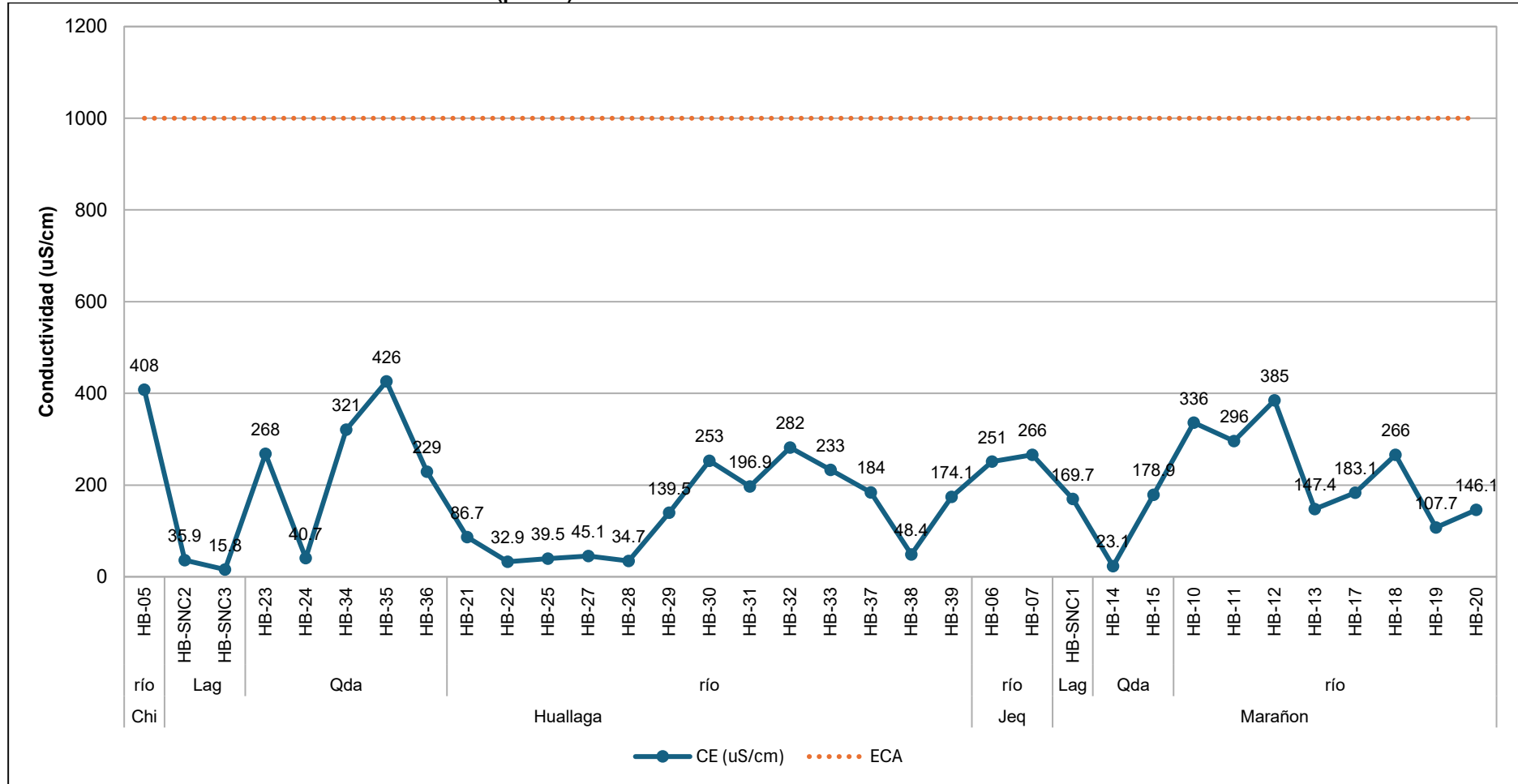
En la cuenca Huallaga, los valores de CE también se mantienen dentro del estándar. En las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3), los valores de conductividad son $35.9 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $15.8 \mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. En las quebradas (HB-23, HB-24, HB-34, HB-35, HB-36), los valores oscilan entre $40.7 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $426 \mu\text{S}/\text{cm}$, todos dentro del límite permitido. En los ríos (HB-21 a HB-39), los valores de conductividad varían entre $32.9 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $282 \mu\text{S}/\text{cm}$, todos muy por debajo de $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$, indicando que el agua en estos ríos también cumple con los estándares de calidad (Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM, 2021).

En la cuenca Marañón, los valores de conductividad en los distintos cuerpos de agua son todos inferiores a $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$. En la laguna (HB-SNC1), la CE es de $169.7 \mu\text{S}/\text{cm}$, en las quebradas (HB-14 y HB-15) varía entre $23.1 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $178.9 \mu\text{S}/\text{cm}$, y en el río los valores oscilan entre $107.7 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $385 \mu\text{S}/\text{cm}$. Todos estos valores están dentro del límite (Ingeniería y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos y energéticos de la región La Libertad, 2014).

En resumen, los valores de conductividad en todas las cuencas y tipos de cuerpos de agua analizados están por debajo del límite de $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$, lo que refleja una calidad del agua adecuada y sin riesgos inmediatos de mineralización excesiva en las estaciones muestreadas (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, 2017).

Gráfico 4.2.6-176

Valores de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de las estaciones evaluadas en las 4 cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeque: Jequetepeque, Lag: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3 Comunidades hidrobiológicas

En el área de estudio se identificaron 04 principales comunidades hidrobiológicas.

4.2.6.4.2.3.1 Fitoplancton

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

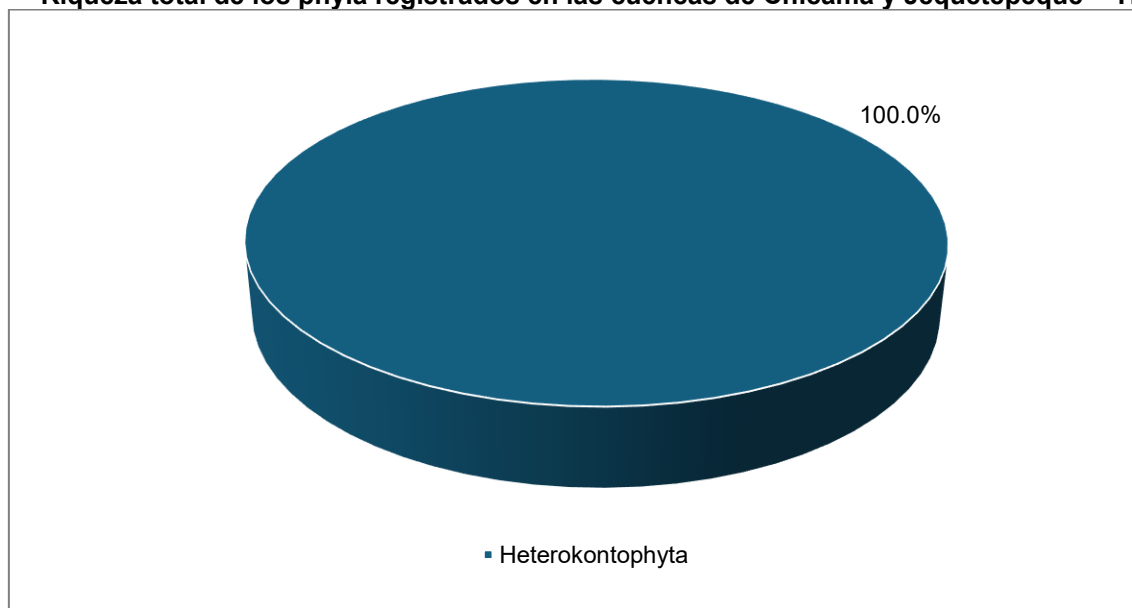
4.2.6.4.2.3.1.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, las estaciones HB-06 y HB-07 tuvieron agua disponible.

4.2.6.4.2.3.1.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas Chicama y Jequetepeque se registraron un total de 12 especies, pertenecientes a siete (07) familias, seis (06) órdenes, una (01) clase y una (01) phyla. En este contexto, todas las especies registradas pertenecieron a la Phyla Heterokontophyta. Esto refleja la alta representatividad de Heterokontophyta en cuerpos de agua similares a nivel nacional (López & Altamirano, 2011).

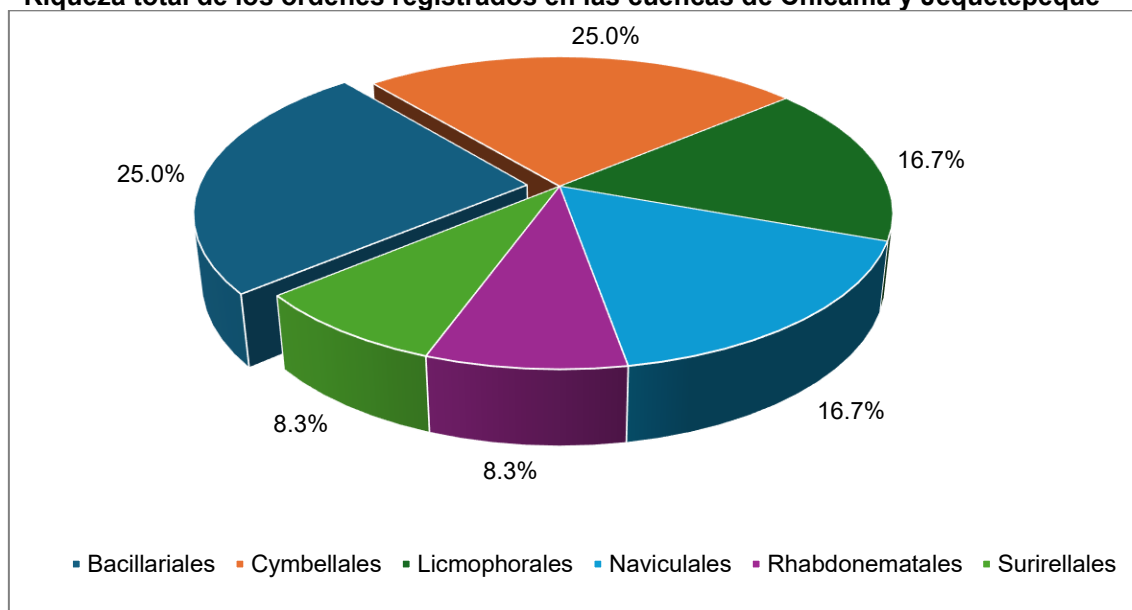
Gráfico 4.2.6-177
Riqueza total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, se destaca que, según los órdenes registrados en las cuencas Chicama y Jequetepeque, los órdenes Bacillariales y Cymbellales presentaron la mayor riqueza con un total de tres (03) especies (25.0%) cada uno. Por otro lado, se observó una menor riqueza en los órdenes Rhabdonematales y Surirellales con una (01) especie cada una (8.3%), y otros órdenes como Licmophorales y Naviculales con dos (02) especies cada una (16.7%). Este patrón es consistente con lo encontrado en estudios sobre biodiversidad en lagunas altoandinas, donde Heterokontophyta también predominó significativamente (Calizaya-Anco & Yucra, 2018).

Gráfico 4.2.6-178
Riqueza total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

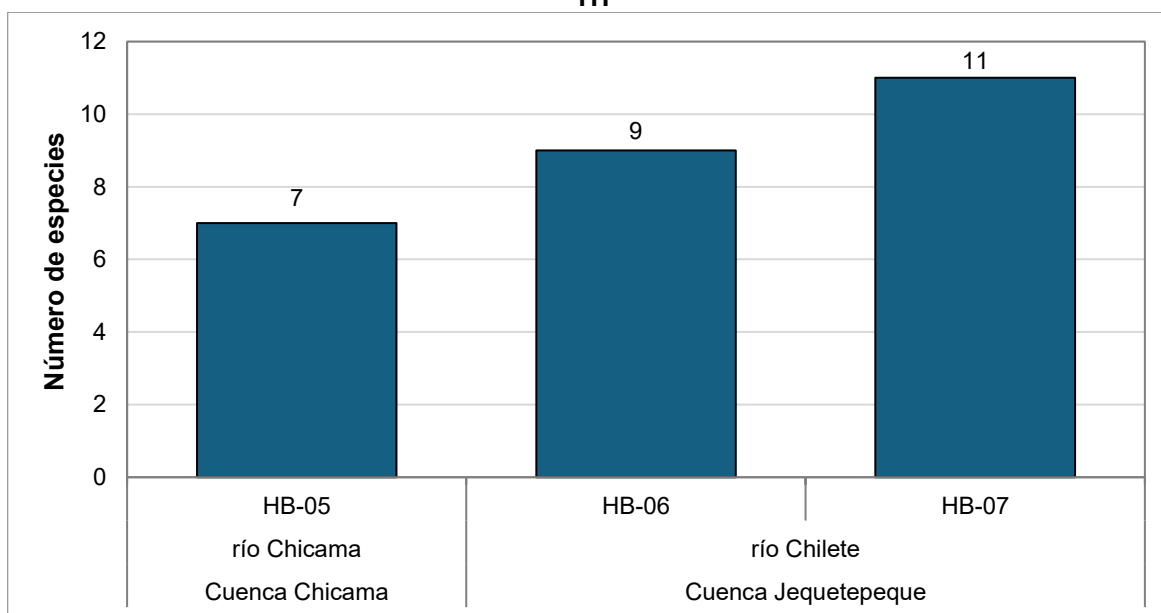


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Además, a nivel de estaciones estudiadas, las estaciones HB-06 y HB-07, ubicadas en el río Chilete en la cuenca del río Jequetepeque, presentaron la mayor riqueza con 09 y 11 especies registradas, respectivamente. En contraste, la estación HB-05, situada en el río Chicama dentro de la cuenca homónima, registró únicamente siete (07) especies. Esto sugiere que la disponibilidad de agua y las características hidrológicas influyen directamente en la riqueza específica, como se ha evidenciado en otras cuencas peruanas (López & Altamirano, 2011).

Gráfico 4.2.6-179

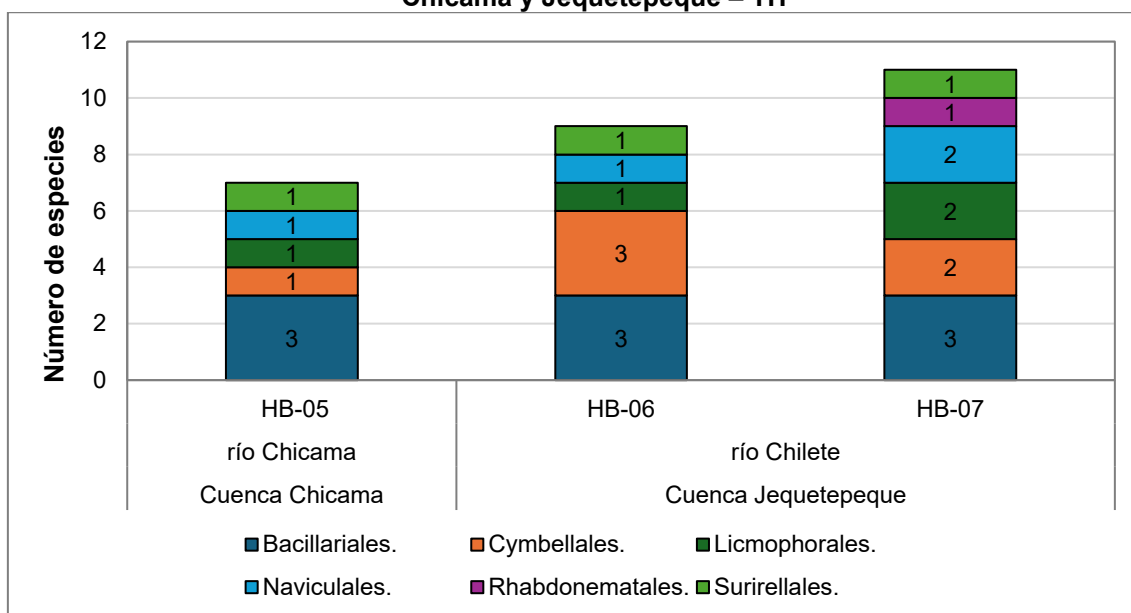
Riqueza total según las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por último, al analizar los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas del río Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-05 (cuenca de Chicama), el orden Bacillariales presentó la mayor riqueza con tres (03) especies. Este patrón también se observó en las estaciones HB-06 y HB-07 (cuenca de Jequetepeque), donde Bacillariales registró la misma riqueza, asimismo, en estas estaciones el orden Cymbellales también registro tres (03) especies. El orden Surirellales registró una (01) especie en cada una de las estaciones. Este resultado es consistente con la predominancia de estos órdenes del phylum Heterokontophyta en ecosistemas acuáticos de la región occidental del Perú (López & Altamirano, 2011).

Gráfico 4.2.6-180
Riqueza total de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

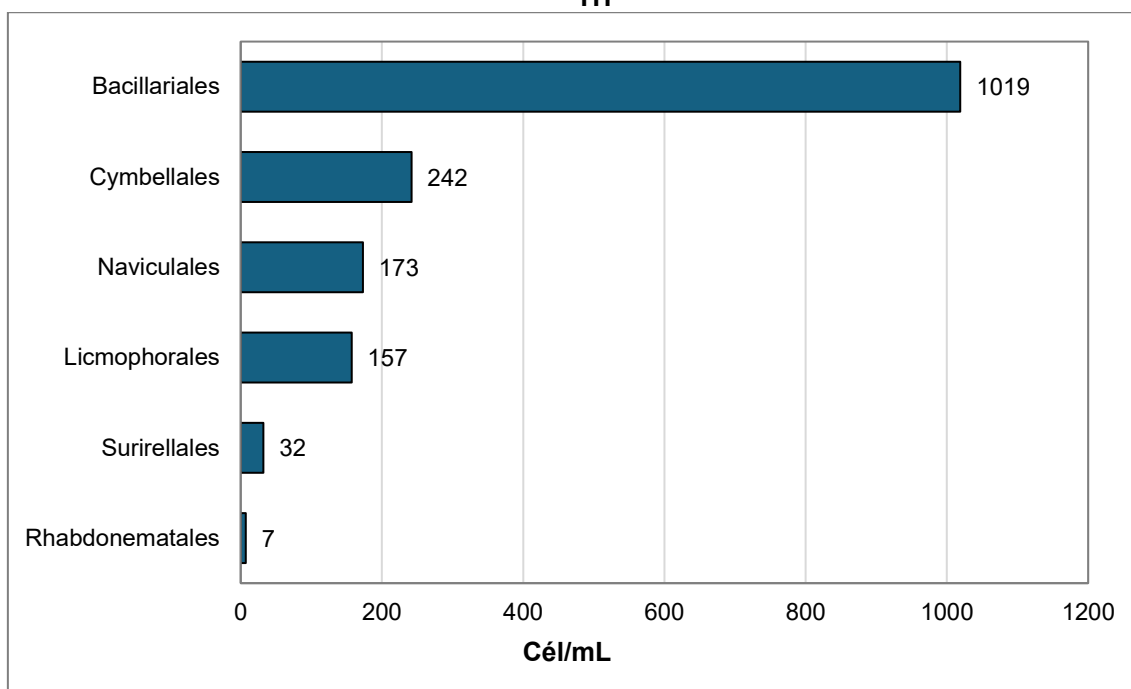
4.2.6.4.2.3.1.1.2 Abundancia

En el área de estudio, correspondiente a las cuencas de Chicama y Jequetepeque, se registró una abundancia total de 1630 cél/mL. Cabe destacar que toda la abundancia pertenece al phylum Heterokontophyta. La predominancia de este phylum coincide con estudios realizados previamente en cuencas similares, debido a su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales (Santillán-Aredo & Guerrero-Padilla, 2018).

En cuanto a los órdenes registrados, se observó que el orden Bacillariales fue el más abundante, con 1019 cél/mL (62.5%), seguido por Cymbellales con 242 cél/mL (14.9%), Naviculales con 173 cél/mL (10.6%), Lismophorales con 157 cél/mL (9.6%), Surirellales con 32 cél/mL (1.96%) y Rhabdonematales con 7 cél/mL (0.8%). Este patrón de predominancia del orden Bacillariales se debe a su alta adaptabilidad a ambientes lóticos, su tolerancia a bajos niveles de nutrientes y su capacidad para responder a cambios en la calidad del agua, factores que favorecen su desarrollo sobre otros grupos fitoplanctónicos (Carrillo y Solari, 2009).

Gráfico 4.2.6-181

Abundancia total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

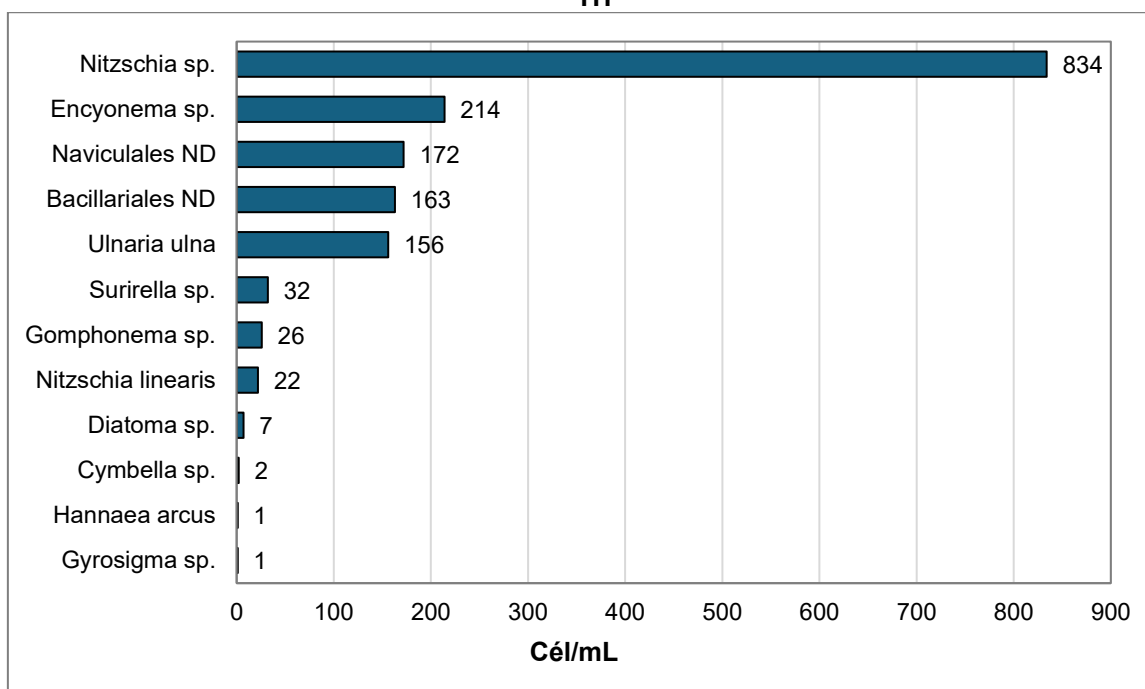


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Respecto a las especies, la especie *Nitzschia* sp. presentó la mayor abundancia, con 834 cél/mL, seguido por *Encyonema* sp. con 214 cél/mL, *Naviculales ND* con 172 cél/mL, *Bacillariales ND* con 163 cél/mL y *Ulnaria ulna* con 156 cél/mL. Las demás especies registraron abundancias inferiores a 32 cél/mL. La alta abundancia de *Nitzschia* sp. y otras especies de Bacillariales puede atribuirse a su adaptabilidad a ambientes lóticos y su tolerancia a variaciones en la calidad del agua (Yucra y Tapia, 2008).

Gráfico 4.2.6-182

Abundancia total de las especies registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

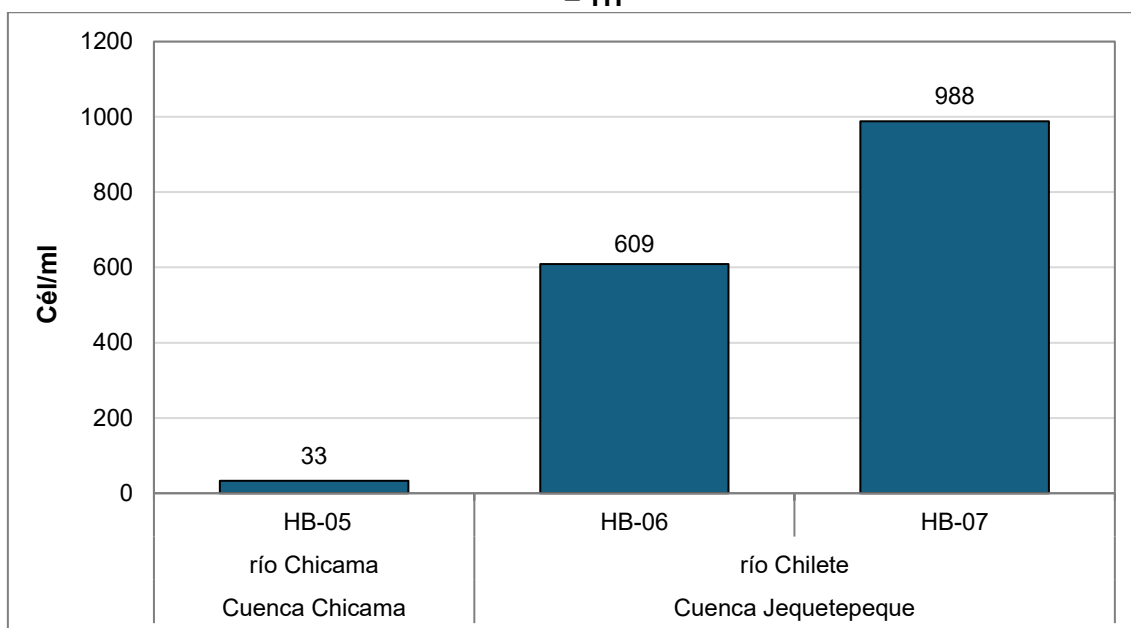


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de estaciones, es importante resaltar que la estación **HB-07**, ubicada en el río Chilete de la cuenca Jequetepeque, registró la mayor abundancia con 988 cél/mL. En cambio, la estación **HB-05**, situada en el río Chicama de la cuenca del mismo nombre, presentó menor abundancia con 33 cél/mL. Estas diferencias pueden explicarse, en parte, por variaciones en las características locales como el caudal y la concentración de sólidos suspendidos, factores que han sido señalados como determinantes en la distribución del fitoplancton en estudios previos (Chávez & Zapata, 2016).

Gráfico 4.2.6-183

Abundancia total de las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



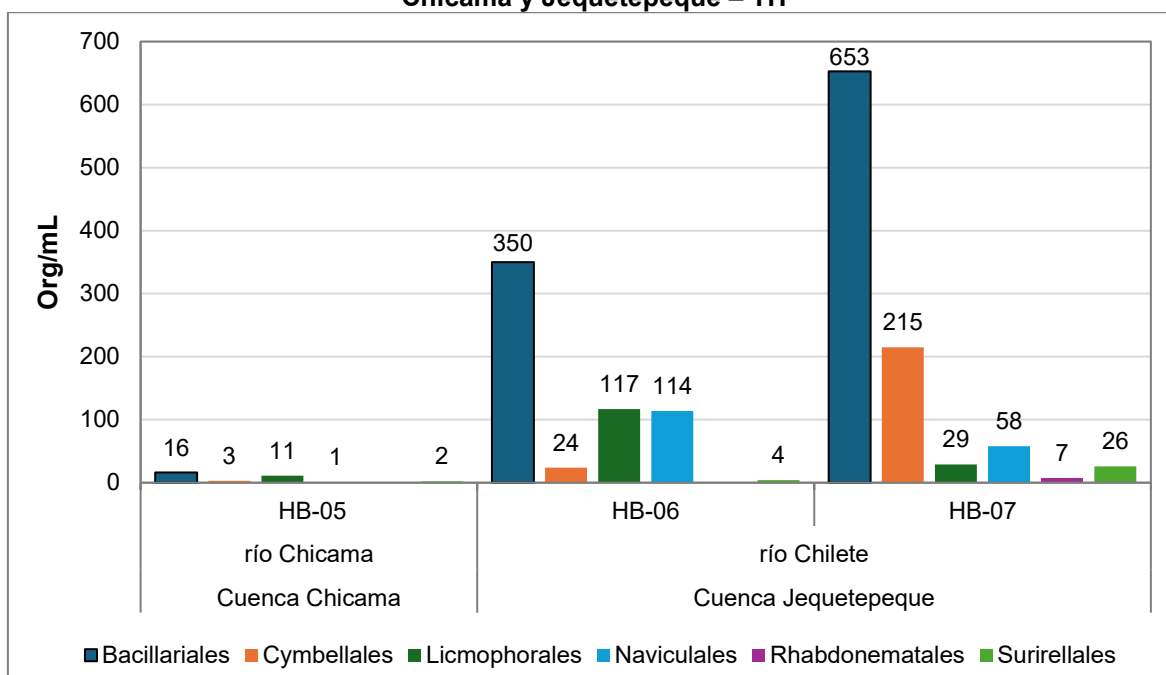
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Finalmente, al analizar las abundancias de los phyla por estación, se observó que el orden Bacillariales registró la mayor abundancia en las tres (03) estaciones con 16 cél/m en HB-05, 350 cél/ml en HB-06 y 653 cél/mL en HB-07. Los órdenes Naviculaes y Surirellales registraron menor abundancia en las tres estaciones con 1 cél/ml y 2 cél/ml en HB-05, 114 cél/ml y 4 cél/ml en HB-06, 58 cél/ml y 26 cél/ml en HB-07, respectivamente. (Gráfico 4-12).

Estos resultados, según Rodríguez y Montalván (2018), refuerzan el predominio de las diatomeas en ecosistemas peruanos, las cuales son indicadores clave de calidad de agua.

Gráfico 4.2.6-184

Abundancia total de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.2 Cuenca Marañón

4.2.6.4.2.3.1.2.1 Riqueza

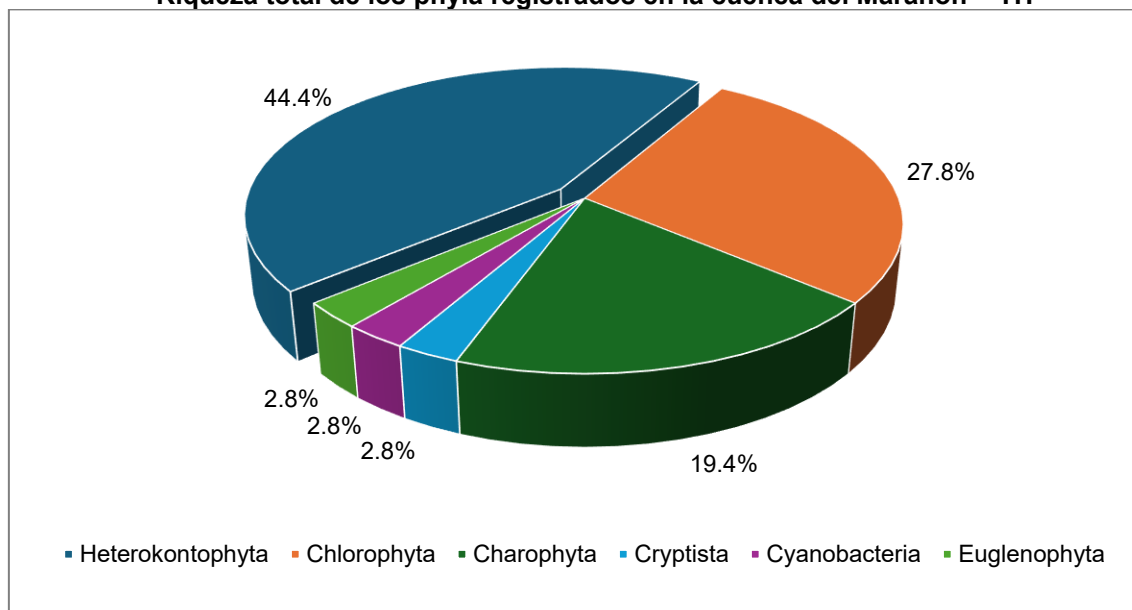
En el área de estudio de la cuenca del Marañón se registraron un total de 36 especies de fitoplancton, distribuidas en 25 familias, 20 órdenes, ocho (08) clases y seis (06) phyla.

El phylum dominante fue Heterokontophyta, con 16 especies (44.4%). Vilchez (2018) resalta que en ecosistemas amazónicos este phylum suele tender a dominar, seguido por Chlorophyta, con 10 especies (27.8%), y Charophyta, con 7 especies (19.4%).

Por otra parte, los phyla Cyanobacteriota, Cryptista y Euglenophyta registraron una especie (2.8%) cada uno, representando a grupos menos diversos en este tipo de hábitats

(Marañón et al., 2012; Roncal-Rabanal y Flores del Pino, 2023). Este tipo de resultado es representativo en cuerpos de agua de regiones tropicales (López et al., 2021).

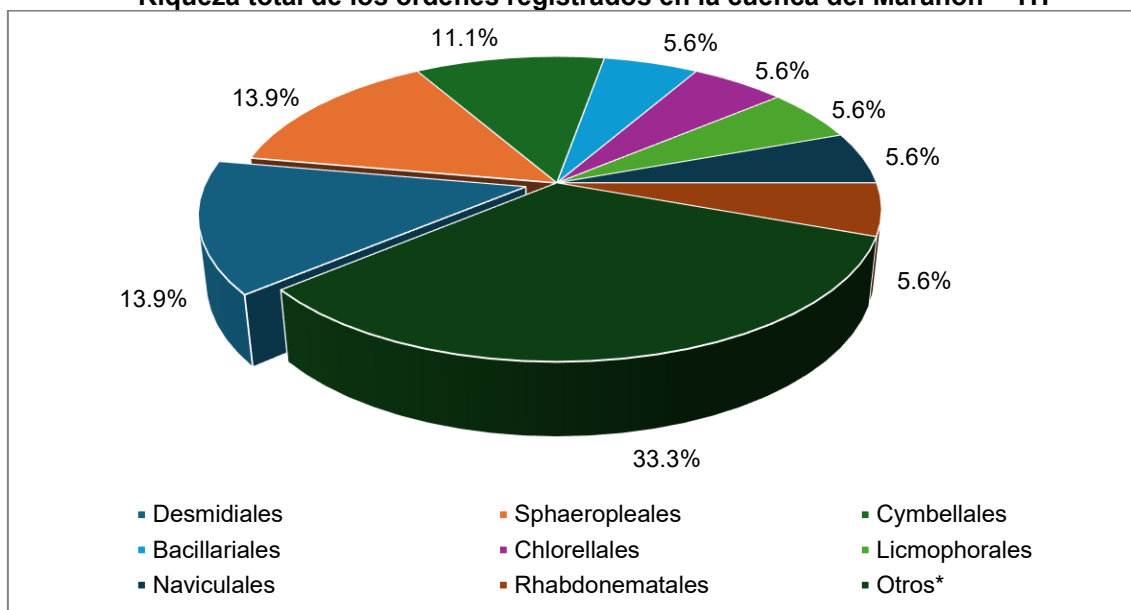
Gráfico 4.2.6-185
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En lo que respecta a los órdenes, se observó una mayor riqueza en Sphaeropleales (Chlorophyta) y Desmidiáles (Charophyta) con 5 especies (13.9%), seguido por el orden Cymbellales (Heterokontophyta) con 4 especies (11.1%). Este hallazgo es consistente con lo descrito por Gutiérrez-Capacho et al. (2019) y Gómez et al. (2020), quienes destacan a estos órdenes como dominante en sistemas tropicales debido a su capacidad de adaptarse a distintos gradientes ambientales. No obstante, órdenes como Licmophorales y Rhabdonematales presentaron solo 2 especies (5.6%) cada uno, según Miteco (2013) son órdenes menos comunes. Además, 12 órdenes registraron una única especie y fueron agrupados bajo la categoría de "Otros".

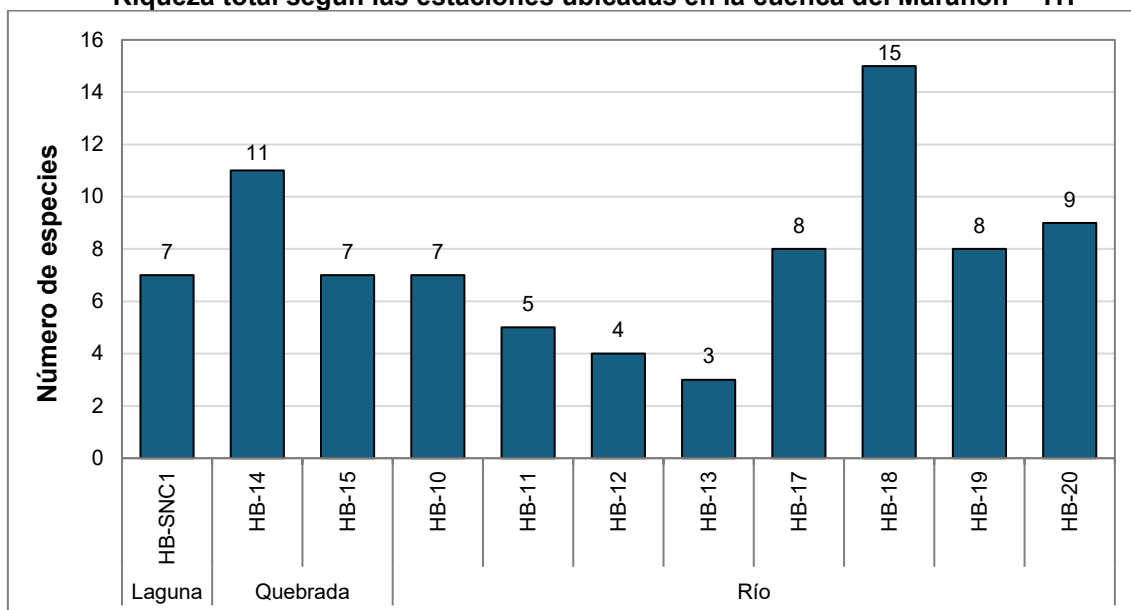
Gráfico 4.2.6-186
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Por otro lado, al analizar la riqueza de especies en las estaciones de muestreo, se observó que los puntos ubicados en el río presentaron: la mayor riqueza en la estación HB-18 con 18 especies. En contraste, las estaciones HB-11, HB-12 y HB-13 registraron las menores riquezas con 5, 4 y 3 especies, respectivamente, lo cual, según Roncal-Rabanal y Flores del Pino (2023), podría atribuirse a factores como la variabilidad del flujo de agua, disponibilidad de luz y nutrientes. Además, Gutiérrez-Capacho et al. (2019) señalan que las estaciones en cuerpos de agua con mayor flujo, como ríos tienden a albergar una diversidad intermedia. Las estaciones ubicadas en la laguna y quebrada presentaron 7 y 11 especies.

Gráfico 4.2.6-187
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH

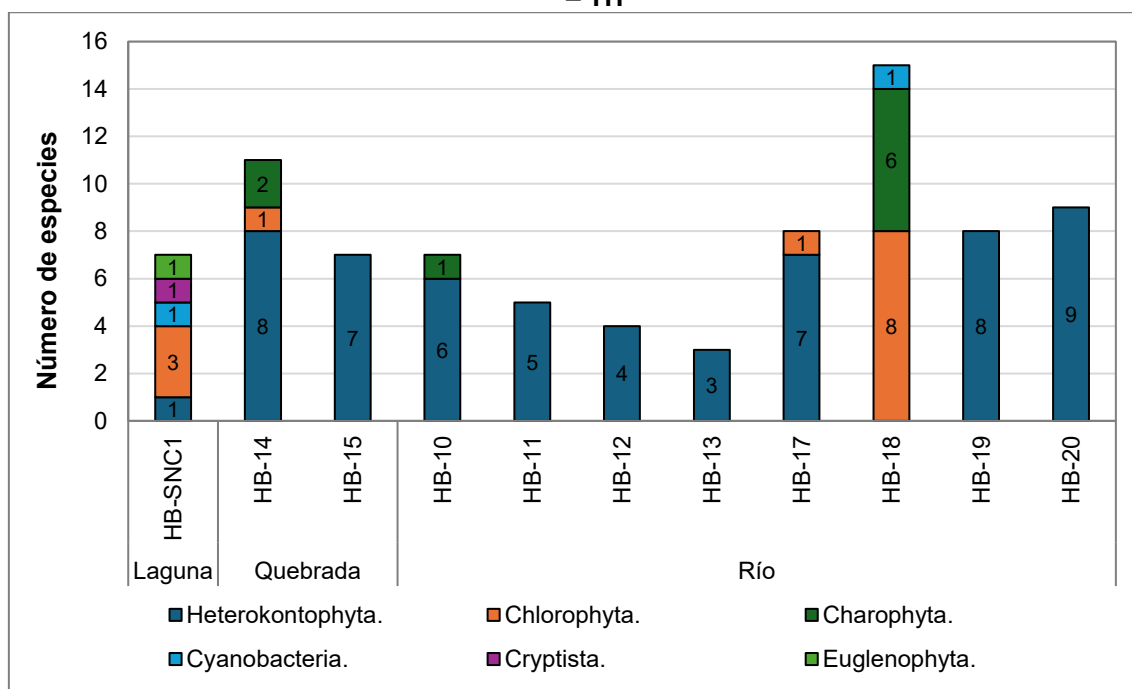


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto al análisis por las phylas registradas en las estaciones: Heterokontophyta fue el de mayor riqueza, registrándose en casi todas las estaciones de la cuenca Marañón, a excepción de HB-18 que no registro esta phyla. Siendo su registro mayor con 9 especies en la estación HB-20. López et al. (2021) refleja la alta adaptabilidad de este grupo a distintos tipos de hábitats acuáticos. Por otro lado, en las estaciones HB-SNC1 (laguna) y HB-18 (río), el phylum Chlorophyta destacó con 3 y 8 especies, respectivamente. Asimismo, el phylum Cyanobacteria se registró en estas dos estaciones, según Ramírez (1982), este grupo se caracteriza por su capacidad de tolerar condiciones extremas. Sin embargo, las phylas Cryptista y Euglenophyta mostraron una distribución limitada, puesto que se registró sólo en la estación HB-SNC1, adaptándose a ambientes ricos en nutrientes orgánicos, lo que concuerda con las observaciones de Miteco (2013) en sistemas similares.

Gráfico 4.2.6-188

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH

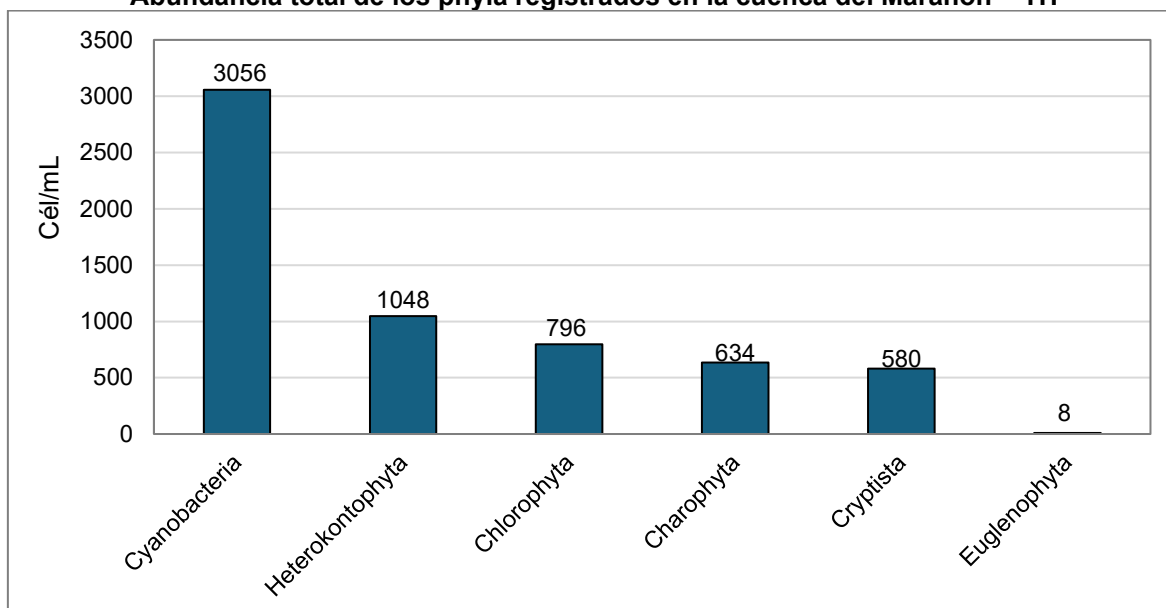


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.2.2 Abundancia

La cuenca del Marañón registró una abundancia total de 6122 cél/mL reflejando la alta productividad primaria de la región influenciada probablemente por factores climáticos y geográficos particulares de la cuenca (Roncal-Rabanal & Flores del Pino, 2023). El phylum Cyanobacteriota fue el más dominante con 3056 cél/mL (49.9%), seguido de Heterokontophyta con 1048 cél/mL (17.1%) y Chlorophyta con 796 cél/mL (13.0%). Estos resultados coinciden con investigaciones previas que han documentado el predominio de Heterokontophyta en ecosistemas tropicales debido a su capacidad para adaptarse a variaciones en luz y nutrientes (Marañón et al., 2018; Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016). Por otro lado, los phyla con menor abundancia fueron Charophyta con 634 cél/mL (10.4%), Cryptista con 580 cél/mL y Euglenophyta con 08 cél/mL (0.1%). La baja representación de estos grupos puede estar relacionada con condiciones específicas como la turbidez del agua o la limitada disponibilidad de nutrientes específicos (Calvo-Trujillo et al., 2018).

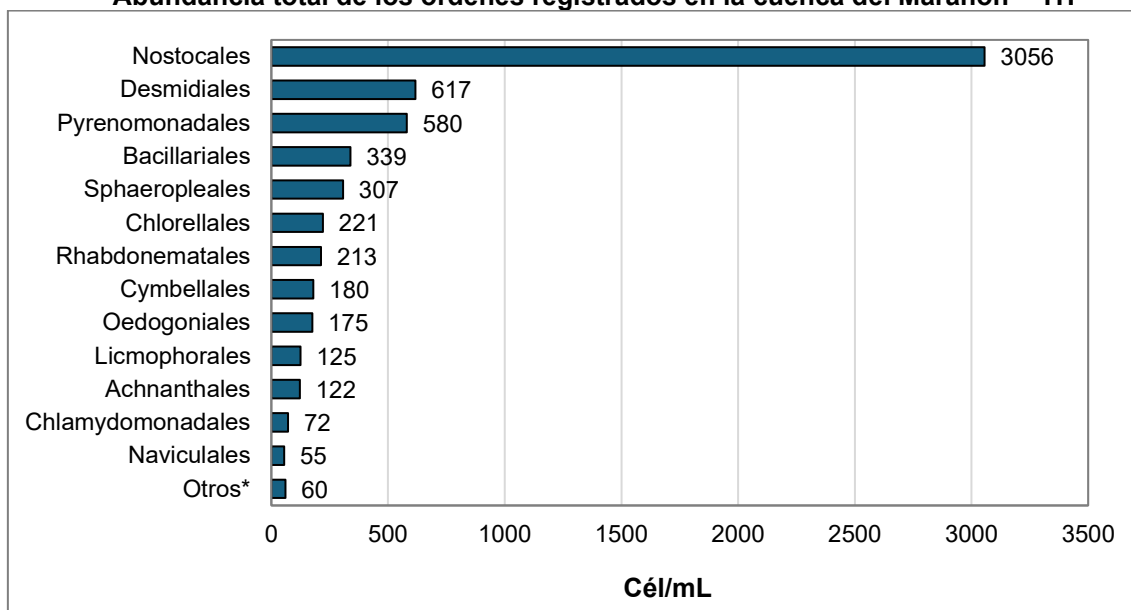
Gráfico 4.2.6-189
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una predominancia significativa del orden Nostocales con 3056 cél/mL (49.9%), seguido por Desmidiáles con 617 cél/mL (10.1%) y Bacillariales con 339 cél/mL (9.5%). Estos grupos han sido reconocidos como indicadores de calidad del agua en estudios similares, ya que suelen prosperar en ambientes con características fisicoquímicas favorables (Navarro, 2023; Roncal-Rabanal & Flores del Pino, 2023). Otros órdenes presentaron una abundancia que varió entre 307 cél/mL (para Sphaeropleales) y 55 cél/mL (para Naviculales). Los órdenes con menor abundancia, aquellos que presentaron valores inferiores a 50 cél/mL, fueron agrupados bajo la categoría de "Otros". Este patrón de distribución sugiere una comunidad fitoplanctónica estructurada, posiblemente influenciada por variaciones estacionales y antropogénicas (Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016).

Gráfico 4.2.6-190
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TH

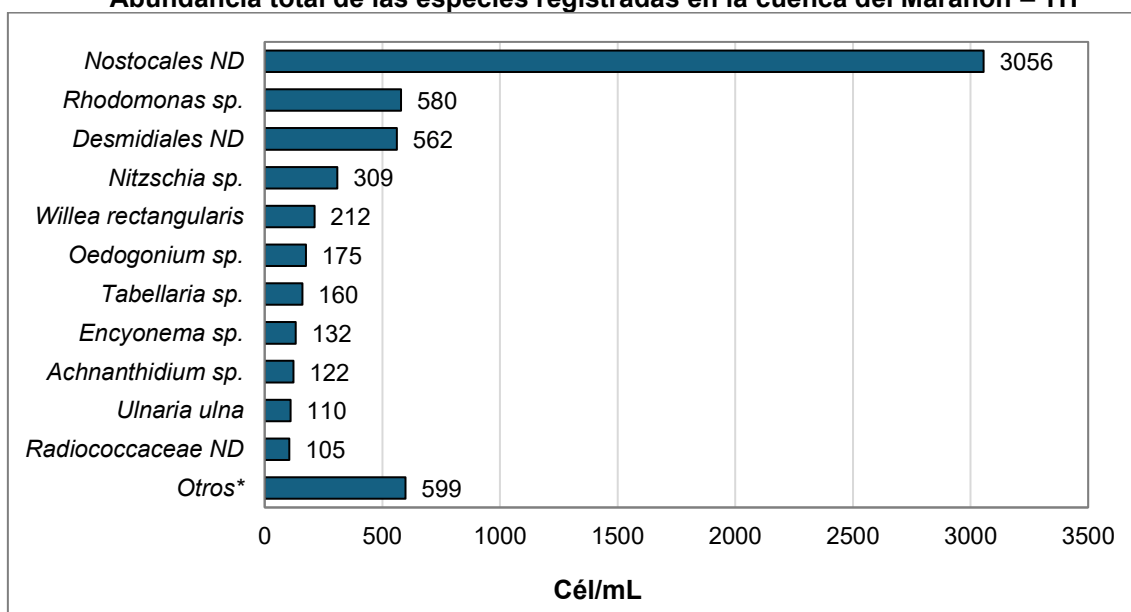


Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 50 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las especies, el morfotipo Nostocales ND registró la mayor abundancia con 3056 células/mL, seguido por Rhodomonas sp. con 580 células/mL y Desmidiaceae ND con 562 células/mL. Este dominio de Nostocales ND concuerda con estudios que destacan su capacidad para adaptarse a ambientes con alta turbidez y disponibilidad de nutrientes (Calvo-Trujillo et al., 2018; Navarro, 2023). Por otro lado, Radiococcaceae ND presentó la menor abundancia, con solo 105 células/mL. Las especies con abundancias inferiores a 100 células/mL fueron clasificadas en la categoría "Otros".

Gráfico 4.2.6-191
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Marañón – TH

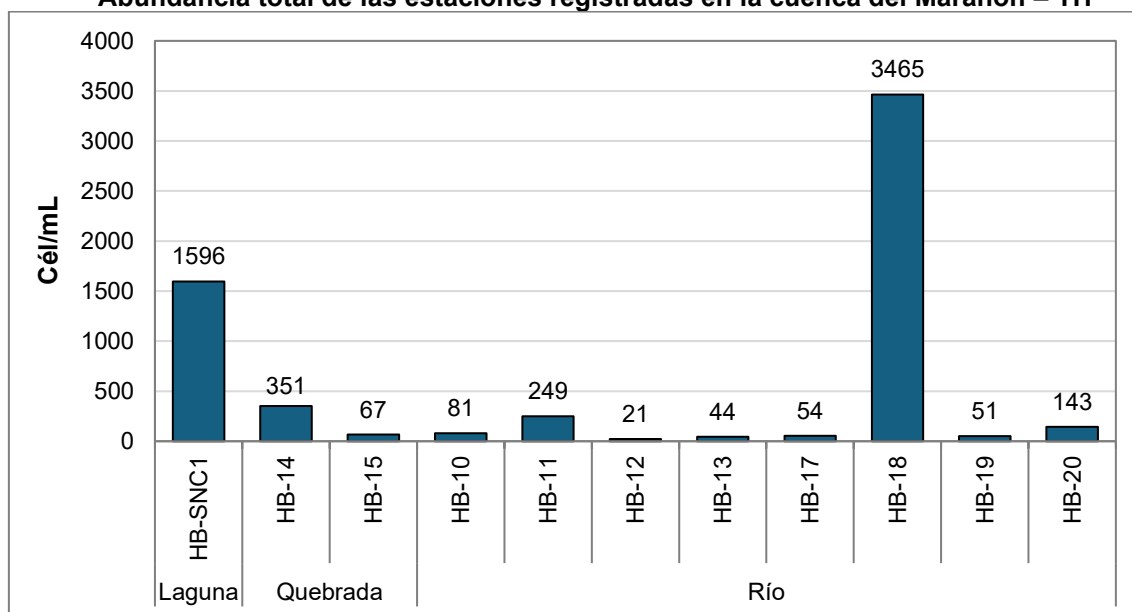


Otros*: Especies que presentaron una abundancia inferior a 100 células/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas de la cuenca del Marañón, se observó que la estación HB-18 (río) presentó la mayor abundancia con 3465 cél/mL, seguida por HB-SNC1 (laguna) con 1596 cél/mL. En contraste, las estaciones HB-12 (río) y HB-13 (río) registraron las menores abundancias, con 21 cél/mL y 44 cél/mL, respectivamente. Este patrón espacial podría estar relacionado con diferencias en el flujo hídrico, carga de nutrientes y presencia de sólidos suspendidos, factores que suelen afectar la composición del fitoplancton (Marañón et al., 2018; Arteaga Sogamoso & Perdomo Trujillo, 2016).

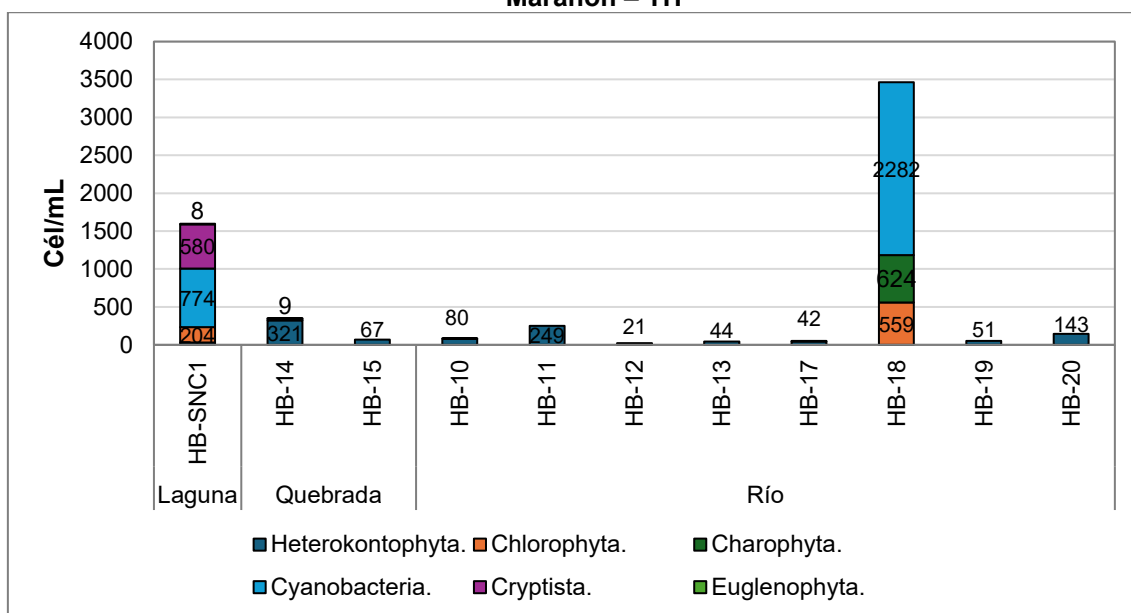
Gráfico 4.2.6-192
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados, el phylum Heterokontophyta predominó en casi todas las estaciones, con la excepción de HB-SNC1 y HB-18. La abundancia de este phylum osciló entre 21 cél/mL (HB-16) y 321 cél/mL (HB-11). Por otro lado, el phylum Cyanobacteria fue el segundo en términos de abundancia, destacándose sólo en las estaciones HB-SNC1 con 774 cél/mL y HB-18 con 2282 cél/mL. (Gráfico 4-21). La presencia destacada de Cyanobacteriota podría estar asociada a condiciones específicas como la temperatura y la disponibilidad de luz, características que favorecen el desarrollo de cianobacterias en ambientes acuáticos (Marañón et al., 2018; Navarro, 2023). Las demás phyla registraron abundancias muy bajas.

Gráfico 4.2.6-193
Abundancia total de los phylaregistrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañón – TH



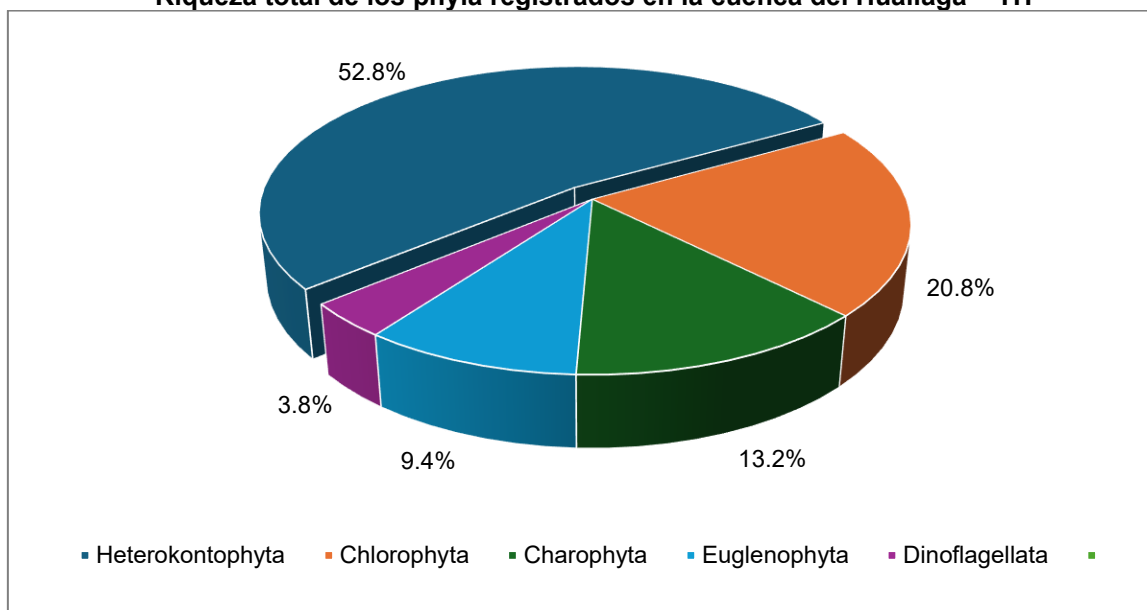
Otros*: Agrupados los phyla con menores abundancia como Cryptista, Euglenophyta y Dinoflagellata
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.2.3.1.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.2.3.1.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga, se registró un total de 53 especies de fitoplancton, distribuidas en 29 familias, 23 órdenes, 10 clases y 5 phyla. El phylum con mayor riqueza fue Heterokontophyta con 28 especies (52.8%), Según Tapia-Ugaz y Yucra-Pedregal (2018) este patrón se repite en estos tipos de cuerpo de agua, seguido del phylum Chlorophyta con 11 especies (20.8%). Por otro lado, Charophyta presento 7 especies (13.2%) y Euglenophyta presento 5 especies (9.4%), mientras que Dinoflagellata solo 2 especies (3.8%).

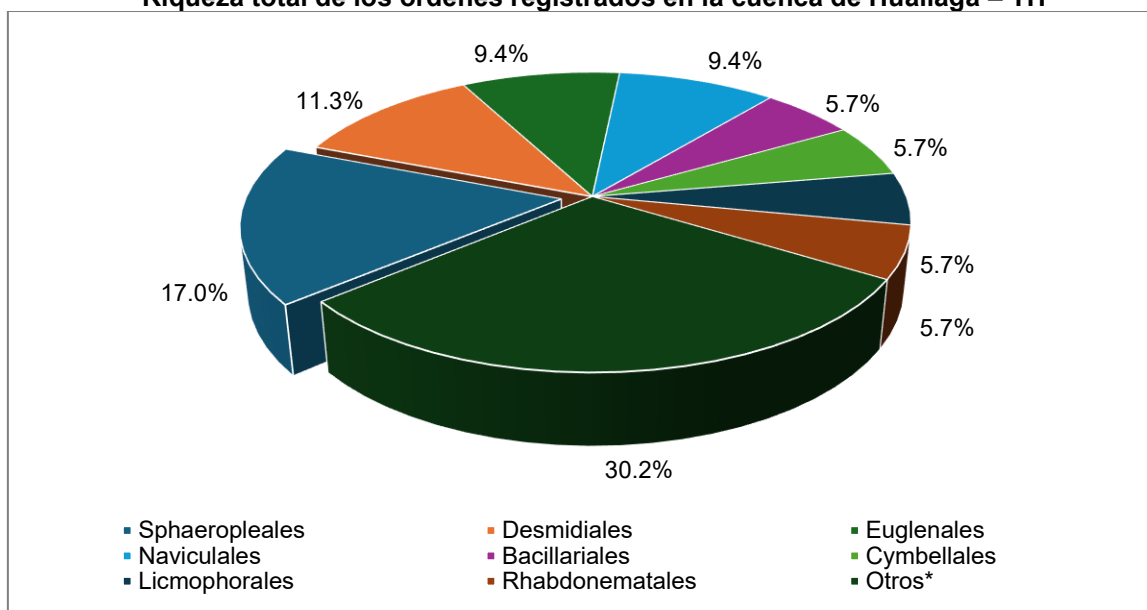
Gráfico 4.2.6-194
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Asimismo, a nivel de órdenes se destaca por mayor riqueza Sphaeropleales (Chlorophyta) con 09 especies (17.0%), seguido de Desmidiáles (Charophyta) con 6 especies (11.3%). Además, Euglenales (Euglenophyta) y Naviculales (Heterokontophyta) registraron 5 especies cada uno (9.4%). Sin embargo, los órdenes con menor riqueza incluyeron Bacillares, Cymbellales, Licmophorales y Rhabdonematales (Heterokontophyta), que presentaron solo 3 especies cada uno (5.7%), el resto de órdenes registrados presentaron sólo 01 especie, siendo agrupados en otros*. (Ortega, et al., 2007).

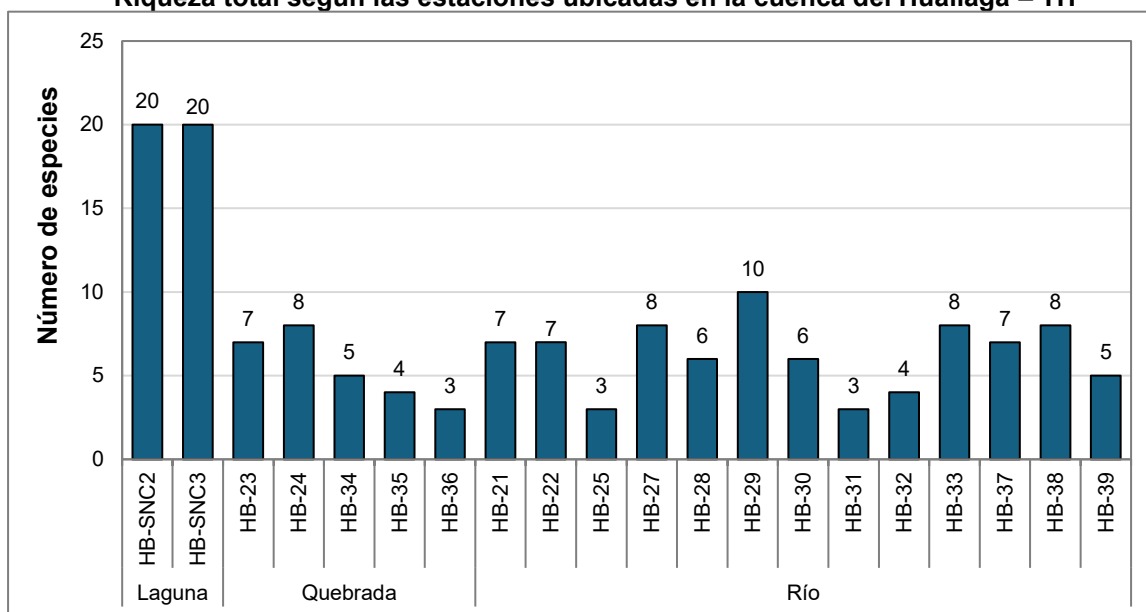
Gráfico 4.2.6-195
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca de Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las estaciones de muestreo, se observó que las estaciones ubicadas en las lagunas HB-SNC3 y HB-SNC2, presentaron la mayor riqueza con 20 especies cada una. De acuerdo con Tapia-Ugaz y Yucra-Pedregal (2018), las lagunas tienden a albergar comunidades de fitoplancton más diversas debido a la estabilidad de las condiciones ambientales en comparación con los cuerpos de agua con mayor flujo. Seguida por la estación HB-29 correspondiente a río registró 10 especies, mientras que HB-36 (quebrada) HB-25 y HB-31 (río) presentaron las menores riquezas con 3 especies cada una.

Gráfico 4.2.6-196
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH

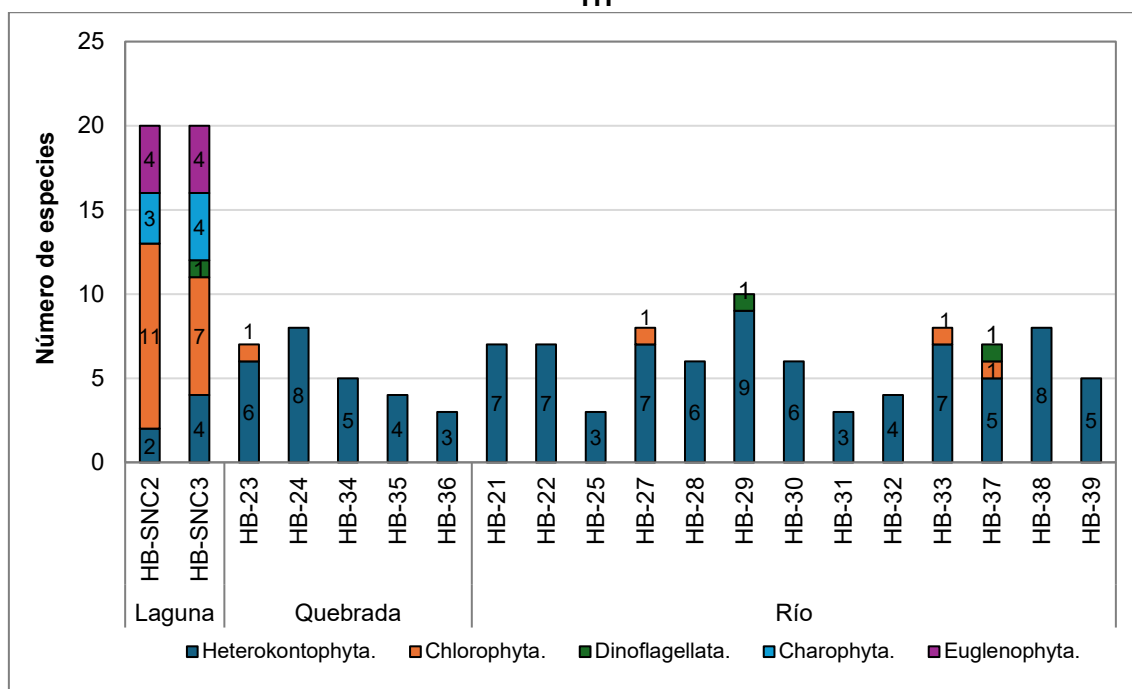


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En términos de riqueza por phyla en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se encontró que Heterokontophyta se registró en todas las estaciones, predominando en casi todas; a excepción de HN-SNC2 y HB-SNC3; con valores que oscilaron entre 3 especies (HB-25, HB-31 y HB-36) y 9 especies (HB-29). El phylum Chlorophyta estuvo presente en 6 estaciones, destacando en las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 con 11 y 7 especies, respectivamente, según Ortega et al. (2007), este patrón se repite en cuerpos de aguas en condiciones normales. Finalmente, Charophyta y Euglenophyta aparecieron en las estaciones de las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3. (Tapia-Ugaz & Yucra-Pedregal, 2018).

Gráfico 4.2.6-197

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH

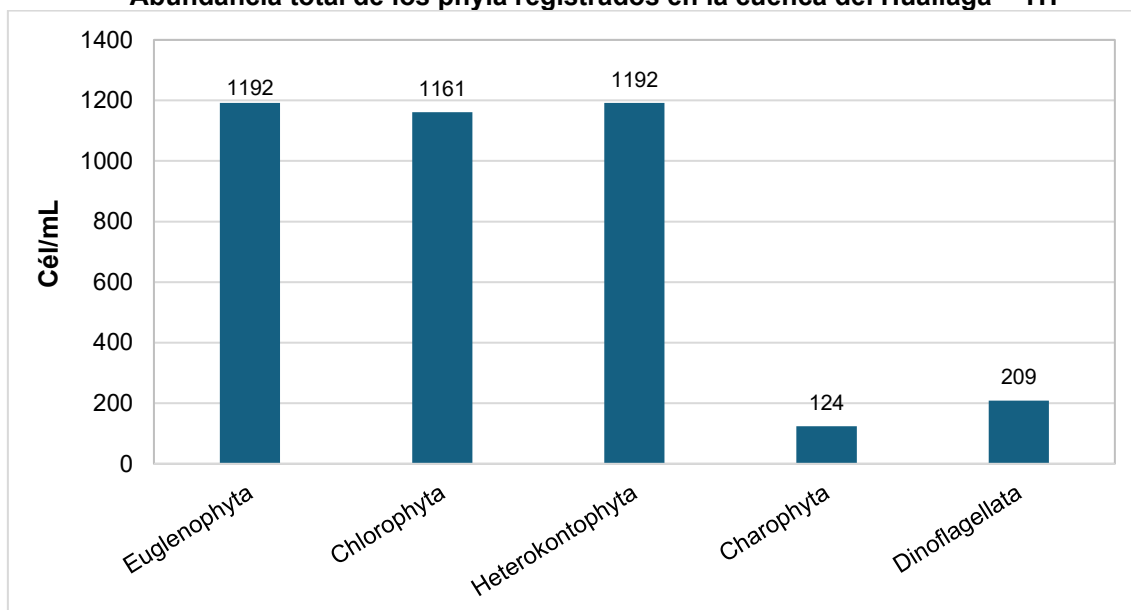


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 3877 cél/mL. Los phylum con mayor abundancia fueron Euglenophyta y Heterokontophyta con 1192 cél/mL (30.7%) cada uno, seguido de Chlorophyta con 1161 cél/mL (29.9%). Estos datos son consistentes con estudios previos que señalan que la dominancia de Euglenophyta puede indicar eutrofización y alta carga orgánica, mientras que la prevalencia de Chlorophyta y Heterokontophyta sugiere condiciones más saludables (Perez y Ramirez, 2015). Por otro lado, los phyla con menores abundancias fueron Charophyta con 124 cél/mL (3.2%) y Dinoflagellata con 209 cél/mL (5.4%). La baja presencia de Charophyta podría deberse a su sensibilidad a la contaminación y que prefieren ambientes con baja carga de nutrientes, en el caso de Dinoflagellata, este grupo también ha sido documentada en investigaciones sobre comunidades fitoplanctónicas en cuerpos de agua dulce (Pérez & Gómez, 2021; Tapia-Ugaz & Yucra-Pedroza, 2018).

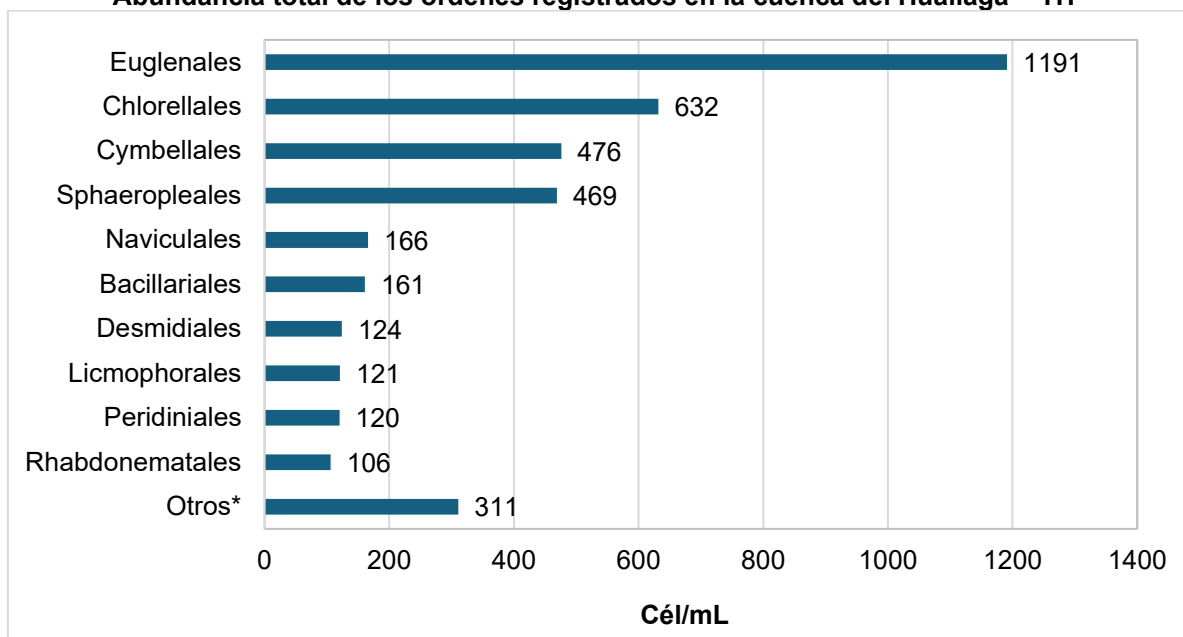
Gráfico 4.2.6-198
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una mayor presencia de Euglenales con 1191 cél/mL (30.7%), seguido Chlorellales con 632 cél/mL (16.3%), Cymbellales con 476 cél/mL (12.3%) y Sphaeropleales con 469 cél/mL (12.1%). Los Euglenales suelen prosperar en ambientes con alta carga orgánica y condiciones eutróficas, y los Chlorellales indica adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Pérez & Ramírez, 2015). Los demás órdenes presentaron abundancias que oscilaron 166 cél/mL (Naviculales) y 106 cél/mL (Rhabdonematales). Los órdenes con menores abundancias, es decir, aquellos con menos de 100 cél/mL, se agruparon en la categoría "Otros".

Gráfico 4.2.6-199
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TH

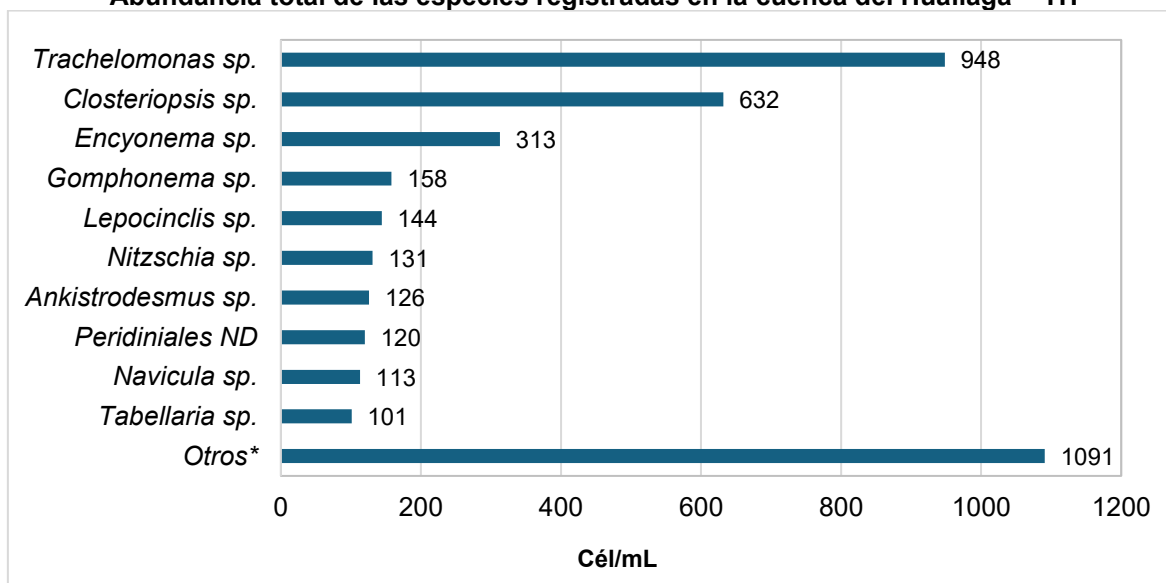


Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 100cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de especies registradas en la cuenca, la especie *Trachelomonas sp.* registro la mayor abundancia con 948 cél/mL, seguido de *Closteriopsis* con 632 cél/mL. La abundancia de *Trachelomonas sp.* en estos cuerpos de agua podría estar influenciado por la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica; y su capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales (Rodríguez & Fernández, 2020). En contraste, la especie de menor abundancia fue *Tabellaria sp.* con 54 cél/mL, y las especies con menores abundancias, es decir, aquellos con menos de 100 cél/mL, se agruparon en la categoría "Otros".

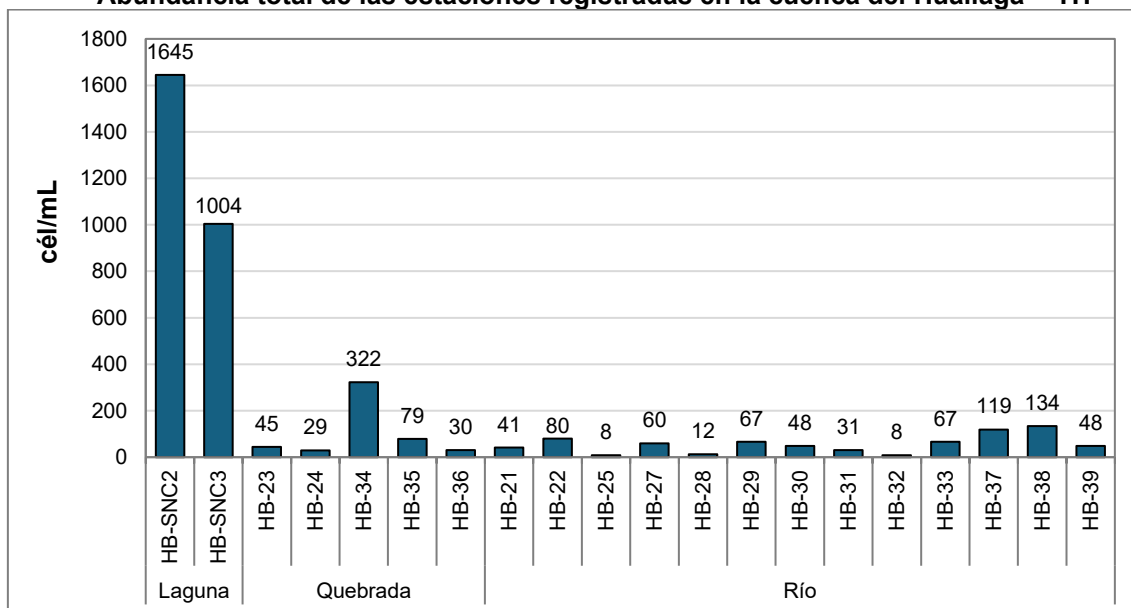
Gráfico 4.2.6-200
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Huallaga – TH



Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 302cél/mL.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En la cuenca del Huallaga, las estaciones ubicadas en las lagunas, como HB-SNC2 y HB-SNC3, mostraron las mayores abundancias con 1645cél/mL y 1004cél/mL, respectivamente. Por otro lado, las estaciones con menores abundancias fueron HB-25 y HB-32 con 8cél/mL cada uno. Estas variaciones en la distribución espacial del fitoplancton pueden estar influenciadas por factores ambientales locales, como la disponibilidad de nutrientes y las condiciones hidrológicas (Cartajena Alcántara, Carmona Jiménez, & Perona Úrizar, 2020).

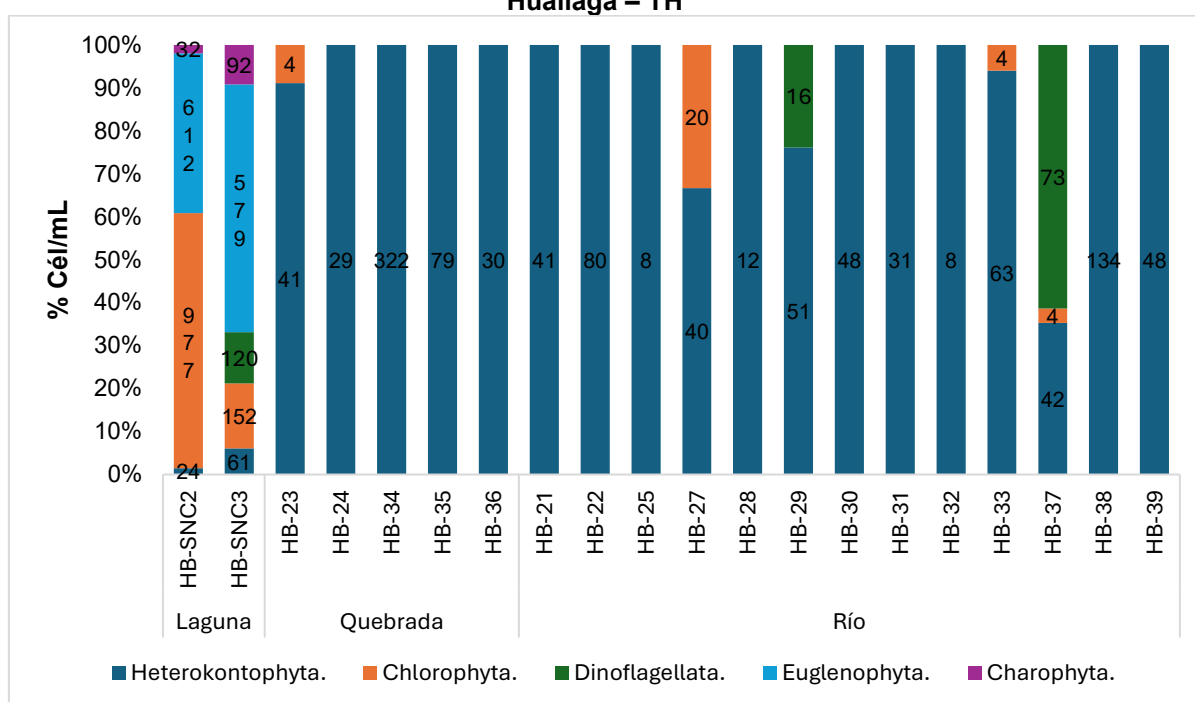
Gráfico 4.2.6-201
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó que, aunque Euglenophyta estuvo presente en varias estaciones, alcanzó abundancias altas en las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 con 612cél/mL y 579cél/mL. Esto alteró significativamente los valores generales, dificultando la representación de los phyla con bajas abundancias en el gráfico. Por otro lado, Heterokontophyta estuvo presente en todas las estaciones, con abundancias que oscilaron entre 8cél/mL (HB-25) y 322cél/mL (HB-34). Chlorophyta destacó principalmente en HB-SNC2 con 977cél/mL y en HB-SNC3 con 152cél/mL. Laphyla Dinoflagellata tuvo representación significativa en la estación HB-37 con 73cél/mL, estaphylas suelen prosperar en ambientes ricos en nutrientes (Alonso-Rodriguez, 2004).

Gráfico 4.2.6-202
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.4 Cuencas totales

4.2.6.4.2.3.1.4.1 Riqueza

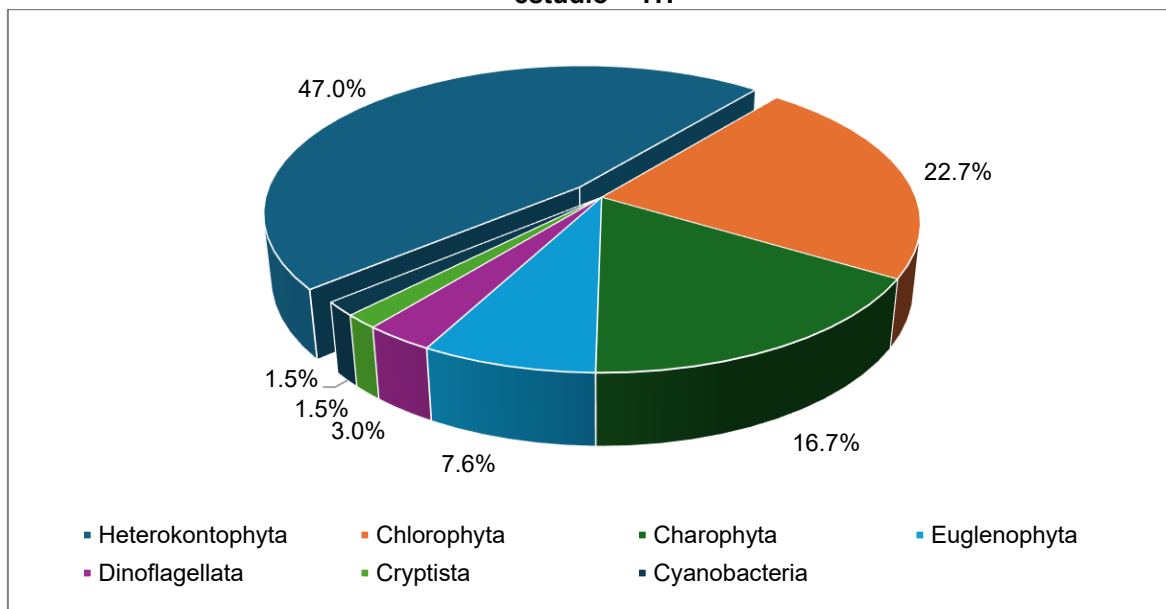
En el área de estudio, ubicada en las cuencas de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga, se registró un total de 66 especies de fitoplancton, distribuidas en 37 familias, 29 órdenes, 13 clases y 7 phyla. El phylum con mayor riqueza fue Heterokontophyta, con 31 especies (47,0 %), seguido de Chlorophyta con 15 especies (22,7 %) y Charophyta con 11 especies (16,7 %). Con menor riqueza se encontraron Euglenophyta con 5 especies (7,6 %), Dinoflagellata con 2 especies (3,0 %), y Cryptista y Cyanobacteria, con 1 especie cada uno (1,5 %).

Estos resultados son consistentes con estudios previos que han documentado una alta diversidad de fitoplancton en cuerpos de agua peruanos, destacando la predominancia de

Bacillariophyta y Chlorophyta en diversas lagunas altoandinas (Cáceres García, 2024; De León & Chalar, 2003).

Gráfico 4.2.6-203

Riqueza total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TH

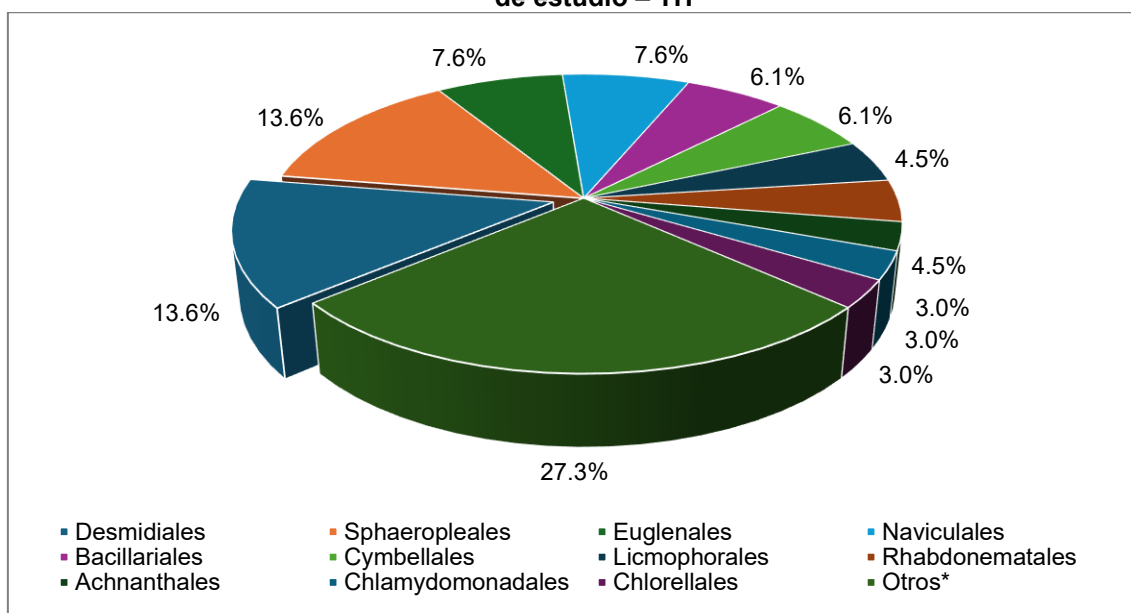


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a los órdenes registrados, Sphaeropleales y Desmidiaceae presentaron la mayor riqueza con 9 especies cada uno (13.6%), seguido de Euglenales y Naviculales con 5 especies cada uno (7.6%), Cymbellales y Bacillariales con 4 especies cada uno (6.1%) y tanto Licmophorales como Rhabdonematales con 3 especies cada uno (4.5%). Por el contrario, los órdenes con menor riqueza fueron agrupados en “otros” presentando 1 especie cada uno. Este patrón de distribución es similar al observado en otros estudios, donde Sphaeropleales y Desmidiaceae suelen ser dominantes en ambientes acuáticos de la región (Martínez, Contreras, & Vila, 2003; Talling & Lemoalle, 1998).

Gráfico 4.2.6-204

Riqueza total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



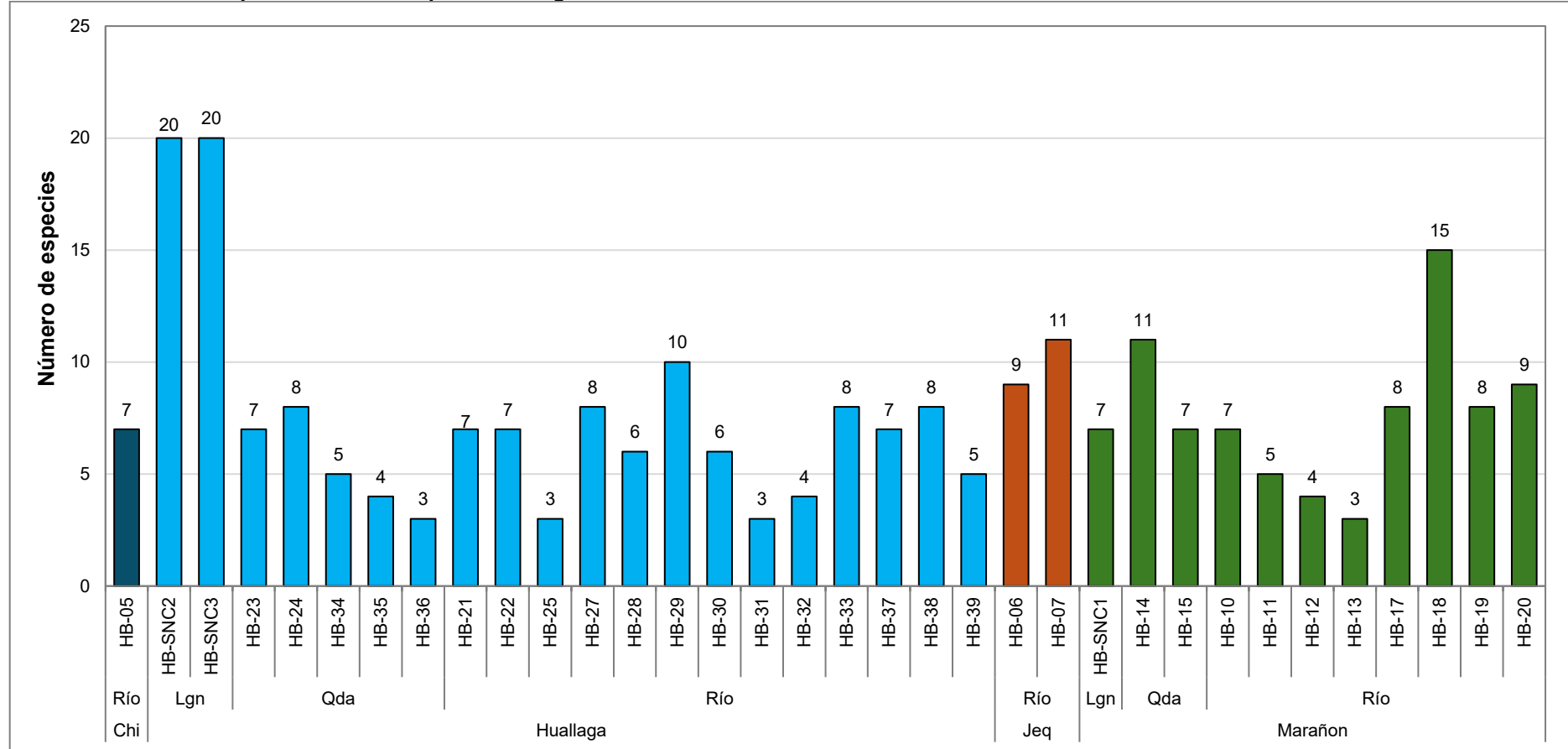
Otros*: Especies que presentaron 2 o 1 especies

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas, las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3, ubicadas en la cuenca del Huallaga, registraron la mayor riqueza con 20 especies cada una. Les siguieron las estaciones HB-18 con 15 especies, HB-07 y HB-14 con 11 especies cada una, ubicadas en la cuenca Marañón. Las estaciones con menor riqueza se encontraron tanto en la cuenca Huallaga y Marañón: las estaciones HB-36, HB-25, HB-31 (Cuenca Huallaga) y HB-13 (Cuenca Marañón) registraron 3 especies cada una. (Gráfico 4-33). La variabilidad en la riqueza de especies entre estaciones puede estar influenciada por factores ambientales locales, como la disponibilidad de nutrientes y las condiciones hidrológicas (Reynolds, 2006)

Gráfico 4.2.6-205

Riqueza total del fitoplancton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TH



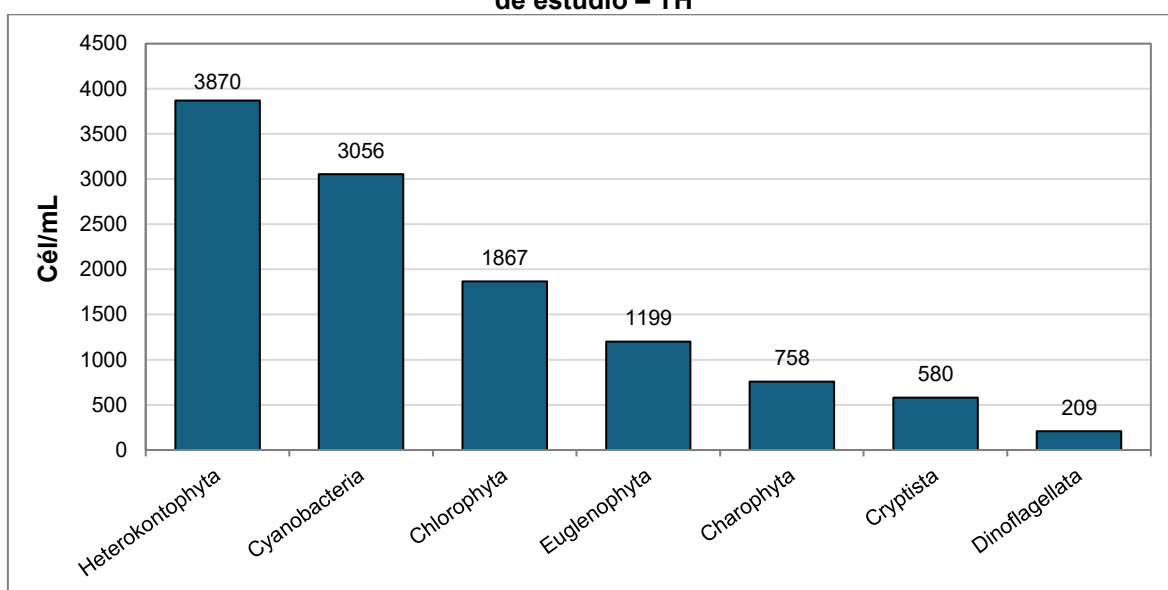
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.4.2 Abundancia

En términos de abundancia, se registraron 11539 células por mililitro (cél/mL) en el área de estudio. El phylum Heterokontophyta fue el más abundante con 3870 células/mL (33.5%), seguido de Cyanobacteria con 3056 células/mL (26.5%) y Chlorophyta con 1867 células/mL (16.2%). Con menores abundancias se encontraron Charophyta con 758 células/mL (6.6%), Cryptista con 580 células/mL (0.5%) y Dinoflagellata con 209 células/mL (1.8%). Estos datos reflejan una composición fitoplanctónica donde factores como la temperatura, la disponibilidad de nutrientes y la luz solar influyen en la dominancia de estos grupos (Clavijo y Astorga, 2019).

Gráfico 4.2.6-206

Abundancia total de los phyla del fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TH

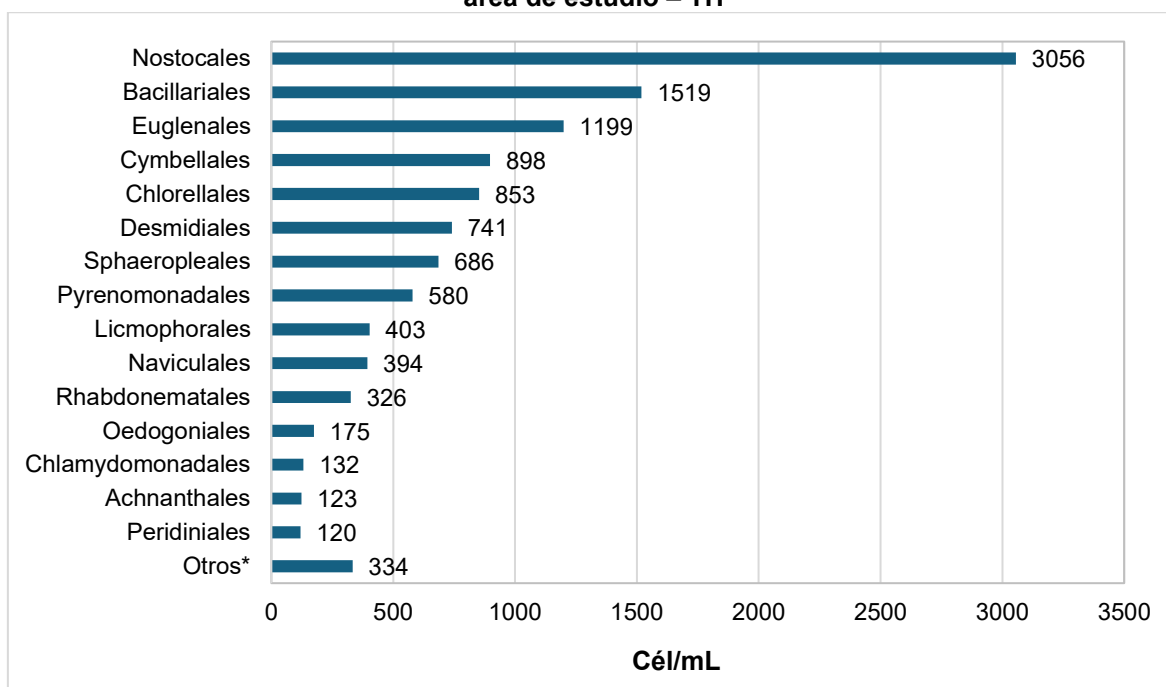


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la evaluación de la abundancia de los órdenes fitoplanctónicos registrados en el área de estudio, se observó que el orden Nostocales presentó la mayor abundancia con 3056 células/mL, representando el 26.5% del total registrado. Este patrón puede deberse a las condiciones ambientales predominantes en el área, como la calidad del agua, disponibilidad de nutrientes y características específicas de los hábitats estudiados (Reynolds, 2006). En segundo lugar, el orden Bacillariales con 1519 células/mL (13.2%), seguido del orden Euglenales con 1199 células/mL (10.4%). Los demás órdenes como Achnanthes (123 células/mL) y Peridinales (120 células/mL), presentaron menores abundancias, lo que podría estar relacionado con su menor adaptabilidad a las condiciones presentes o una competencia limitada por recursos (Kalf, 2002). Adicionalmente, los órdenes con abundancias inferiores a 100 células/mL fueron clasificados en la categoría de “Otros” para simplificar su análisis.

Gráfico 4.2.6-207

Abundancia total de los órdenes del fitoplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



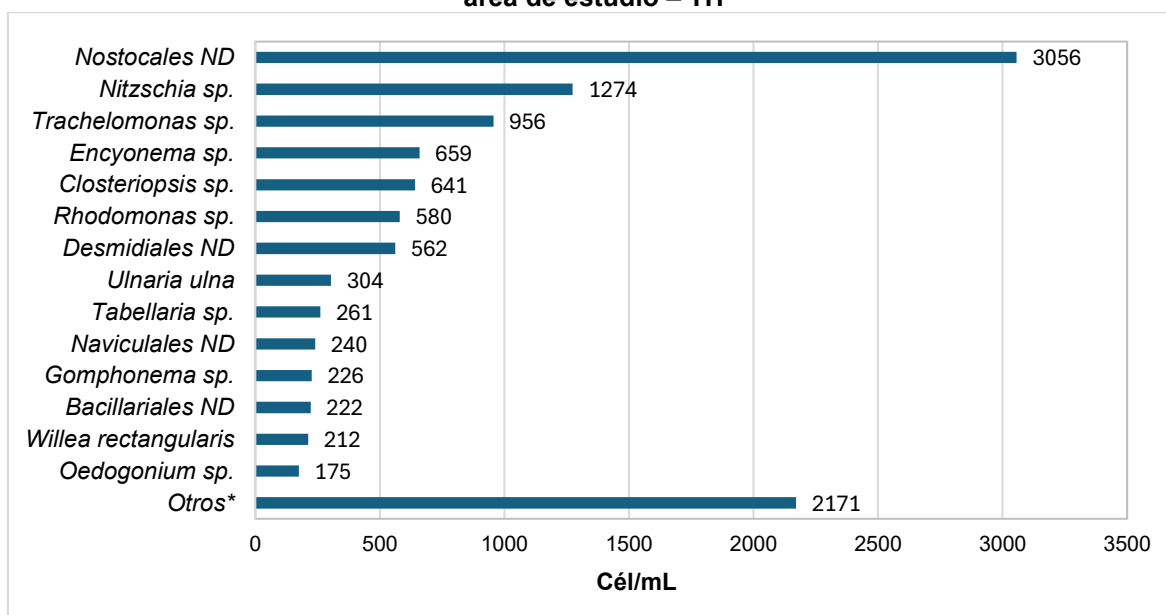
Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 100cél/mL.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de especies, el morfotipo *NostocalesND* destacó por su alta abundancia con 3056 células/mL, representando la especie dominante en el área de estudio. Esto podría estar relacionado con su capacidad de proliferar en ambientes ricos en nutrientes (Litchman & Klausmeier, 2008). Le siguió la especie *Nitzschia sp.* con 1274cél/mL, mientras que el *Trachelomonas sp.* registró 956cél/mL. En el extremo opuesto, especies como *Oedogonium sp.* y *Willearectangularis* presentaron la menor abundancia con 175 células/mL, y 212cél/mL, respectivamente; mientras que otras especies con valores inferiores fueron agrupadas en la categoría de “Otros” por motivos analíticos.

Gráfico 4.2.6-208

Abundancia total de las especies de fitoplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TH

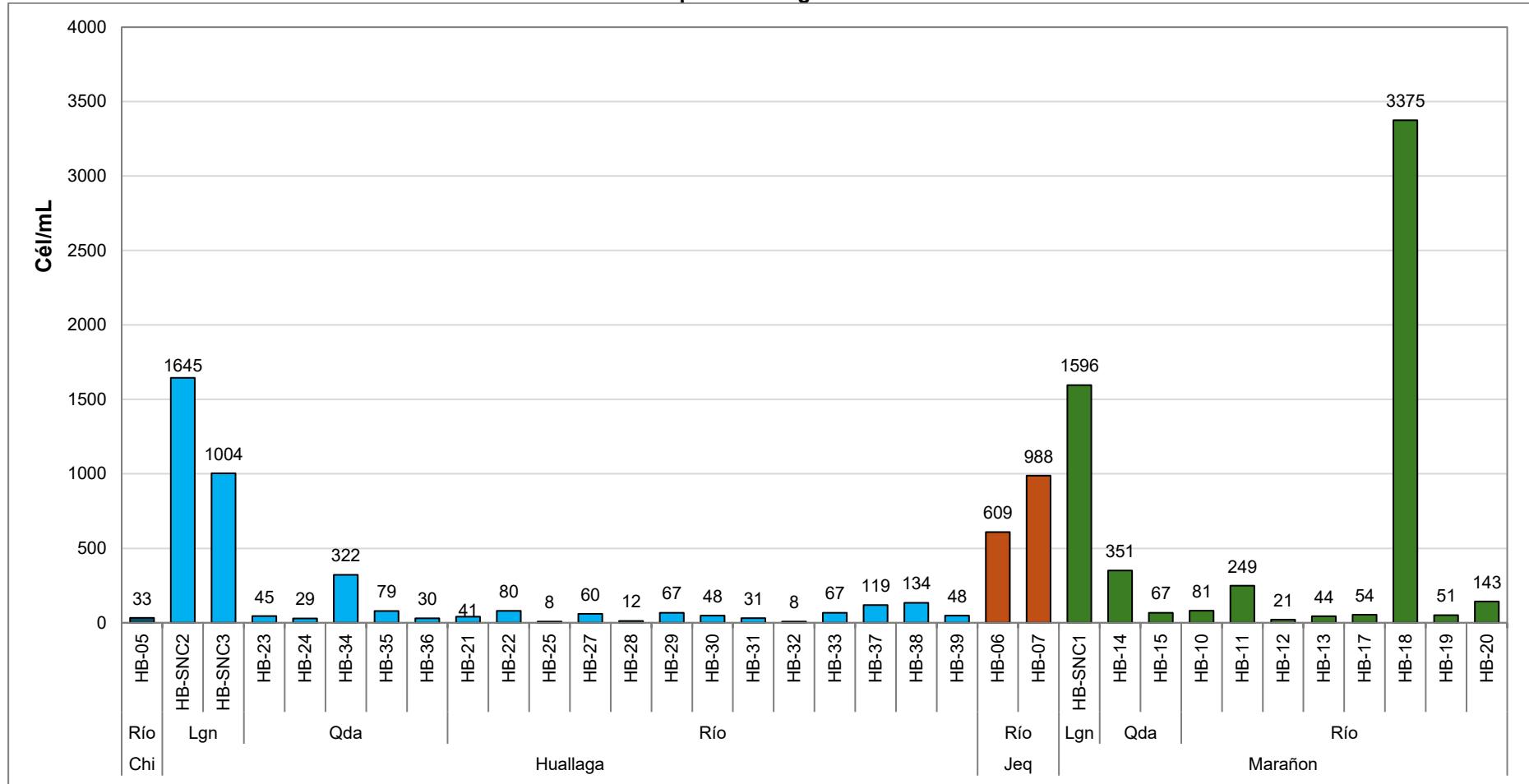


Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 614cél/mL.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las estaciones estudiadas en las diferentes cuencas, la estación HB-18 (río) ubicada en cuencaMarañónregistró la mayor abundancia con 3375cél/mL, seguida por las estaciones ubicadas en las lagunas: las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3, ubicadas en la cuenca del Huallaga, alcanzaron abundancias de 1645 cél/mL y 1004 cél/mL, respectivamente; y HB-SNC1, ubicada en la cuencaMarañón, registró 1596 cél/mL. Estas elevadas abundancias pueden estar relacionadas con las condiciones lacustres que favorecen la sedimentación de nutrientes y el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas más densas (Wetzel, 2001). Por otro lado, las estaciones en ríos ubicadas en la cuenca Huallaga, como HB-25 y HB-32, presentaron las menores abundancias con 8cél/mLcada una, lo cual podría explicarse por la mayor turbulencia, menores tiempos de residencia del agua y una posible dilución de los nutrientes (Hauer & Lamberti, 2017).

Gráfico 4.2.6-209

Abundancia total de las estaciones del fitoplancton registradas en las cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.2.3.1.5 Diversidad alfa

Según los índices de diversidad alfa obtenidos en las estaciones de muestreo, se evidenciaron patrones diferenciados entre las principales cuencas estudiadas (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga), los cuales estuvieron estrechamente vinculados al tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) y a las condiciones ambientales locales (Magurran, 2004).

4.2.6.4.2.3.1.5.1 Cuenca Chicama

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 presentó una riqueza de 7 especies y una abundancia de 33 organismos. Los índices de diversidad revelaron una diversidad moderada ($H' = 2.262$ nats/ind), una diversidad específica moderada ($Dm = 1.716$) y un índice de equidad de Pielou que indica una alta equidad en la distribución de especies ($J' = 0.806$). Estos resultados sugieren que el cuerpo de agua posee una comunidad planctónica relativamente estable y saludable, aunque no extremadamente rica en especies (Odum & Barrett, 2005).

4.2.6.4.2.3.1.5.2 Cuenca Jequetepeque

En la cuenca Jequetepeque, las estaciones HB-06 y HB-07 registraron 9 y 11 especies, con una abundancia de 609 y 988 organismos, respectivamente. Ambas estaciones muestran una diversidad moderada, siendo HB-07 la que presenta un valor más alto ($H' = 2.071$ nats/ind), lo que indica una mayor variedad de especies y una mejor distribución de las abundancias ($Dm = 1.45$). En ambas estaciones, los valores del índice de equidad de Pielou ($J' = 0.6177$ en HB-06 y $J' = 0.5986$ en HB-07) reflejan una equidad intermedia en la distribución de individuos entre las especies presentes, es decir, no se observa un dominio marcado de una sola especie (Pielou, 1966; Magurran, 2004).

4.2.6.4.2.3.1.5.3 Cuenca Marañón

En la cuenca del río Marañón, los índices de diversidad evidencian una marcada variabilidad entre estaciones y tipos de cuerpos de agua. Las quebradas (HB-14 y HB-15) presentaron valores altos en el índice de Shannon-Wiener ($H' = 2.312$ nats/ind y 2.391 nats/ind, respectivamente), lo cual indica una diversidad moderada, reflejada también en los valores elevados del índice de Margalef ($Dm = 1.706$ y $Dm = 1.427$) y en una distribución equitativa de individuos entre especies ($J' = 0.6683$ y $J' = 0.8516$, respectivamente).

Por otro lado, las estaciones ubicadas en el río, como HB-20, HB-19 y HB-18, destacan por sus altos valores de H' (rango de 1.694 a 2.483 nats/ind) y de Margalef (1.62 a 1.78), reflejando condiciones ecológicas favorables. En contraste, otras estaciones del río, como HB-13 ($H' = 0.993$; $Dm = 0.5285$) y HB-11 ($H' = 1.264$; $Dm = 0.725$), evidencian una diversidad baja, posiblemente asociada a condiciones limitantes para la comunidad.

La laguna HB-SNC1, con un H' de 1.707 nats/ind y un Dm de 0.8135 , muestra una comunidad moderadamente diversa y equitativa.

Los índices analizados permiten inferir que las quebradas y ciertos tramos del río presentan una mayor calidad ecológica, reflejando la influencia de factores como la conectividad hidrológica y la disponibilidad de nutrientes (Ward et al., 2002).

4.2.6.4.2.3.1.5.4 Cuenca Huallaga

En la cuenca del río Huallaga, los índices de diversidad revelan diferencias en la estructura de la comunidad planctónica según el tipo de cuerpo de agua. Las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) sobresalen por presentar elevados valores del índice de Shannon-Wiener ($H' = 2.878$ nats/ind y 2.843 nats/ind) y de Margalef ($Dm > 2.5$), reflejando una alta diversidad planctónica, aunque con una equidad de distribución moderada ($J' \approx 0.66$).

En las quebradas, destacan las estaciones HB-24 y HB-23 con valores altos de H' (2.669 nats/ind y 2.318 nats/ind, respectivamente) y un índice de equidad de Pielou (J') de 0.82 , indicando una comunidad planctónica diversa y bien distribuida. Por el contrario, la estación HB-36 presenta los valores más bajos de todos los índices ($H' = 0.42$ nats/ind y $J' = 0.265$), lo que refleja una fuerte dominancia específica y baja diversidad.

En los ríos, se identifican estaciones como HB-21, HB-27, HB-28 y HB-29 con alta diversidad ($H' > 2.5$ nats/ind) y elevada equidad ($J' > 0.84$), reflejando condiciones ambientales favorables para una comunidad planctónica equilibrada. Otras estaciones, como HB-31 y HB-37, muestran menor diversidad y equidad, indicando una comunidad más empobrecida o dominada por pocas especies.

En conjunto, los índices reflejan que las lagunas se destacan como los cuerpos de agua con mayor diversidad planctónica, seguidas por algunas quebradas y tramos de río con condiciones igualmente favorables.

4.2.6.4.2.3.1.5.5 Comparación General

En general, las cuencas Chicama y Jequetepeque se caracterizaron por presentar bajos índices de diversidad y equidad, posiblemente debido a factores como una alta carga de nutrientes o condiciones de estabilidad ambiental. Por otro lado, las cuencas Marañón y Huallaga mostraron mayores niveles de diversidad y equidad en algunas estaciones, lo que sugiere condiciones locales más heterogéneas y dinámicas (Poff et al., 1997).

En contraste, la cuenca Chicama presenta una comunidad planctónica más modesta, con una diversidad aceptable y un equilibrio en la distribución de especies, aunque con menor variedad. En la cuenca Jequetepeque, las estaciones muestran una diversidad moderada y una equidad algo inferior, reflejando una comunidad relativamente estable, aunque con posibles leves dominancias específicas.

Estas diferencias subrayan la importancia de las características hidrológicas y ambientales en la estructuración de las comunidades biológicas.

Tabla 4.2.6-17
Índice de diversidad alfa para el fitoplancton en las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	7	33	2.262	1.716	0.806
Jequetepeque	Río	HB-06	9	609	1.958	1.248	0.618
		HB-07	11	988	2.071	1.450	0.599
Marañón	Laguna	HB-SNC1	7	1596	1.707	0.814	0.608
	Quebrada	HB-14	11	351	2.312	1.706	0.668
		HB-15	7	67	2.391	1.427	0.852
	Río	HB-10	7	81	1.739	1.365	0.619
		HB-11	5	249	1.264	0.725	0.544
		HB-12	4	21	1.904	0.985	0.952
		HB-13	3	44	0.993	0.529	0.627
		HB-17	8	54	2.281	1.755	0.761
		HB-18	15	3375	1.694	1.723	0.434
		HB-19	8	51	2.433	1.780	0.811
		HB-20	9	143	2.483	1.612	0.783
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	20	1645	2.878	2.566	0.666
		HB-SNC3	20	1004	2.843	2.749	0.658
	Quebrada	HB-23	7	45	2.318	1.576	0.826
		HB-24	8	29	2.669	2.079	0.890
		HB-34	5	322	1.685	0.693	0.726
		HB-35	4	79	1.377	0.687	0.689
		HB-36	3	30	0.420	0.588	0.265

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou(J')
	Río	HB-21	7	41	2.583	1.616	0.920
		HB-22	7	80	2.318	1.369	0.826
		HB-25	3	8	1.50	0.962	0.946
		HB-27	8	60	2.536	1.710	0.845
		HB-28	6	12	2.459	2.012	0.951
		HB-29	10	67	2.580	2.140	0.777
		HB-30	6	48	2.382	1.292	0.922
		HB-31	3	31	1.094	0.582	0.690
		HB-32	4	8	1.750	1.443	0.875
		HB-33	8	67	2.340	1.665	0.780
		HB-37	7	119	1.706	1.255	0.608
		HB-38	8	134	2.549	1.429	0.850
		HB-39	5	48	1.827	1.033	0.787

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

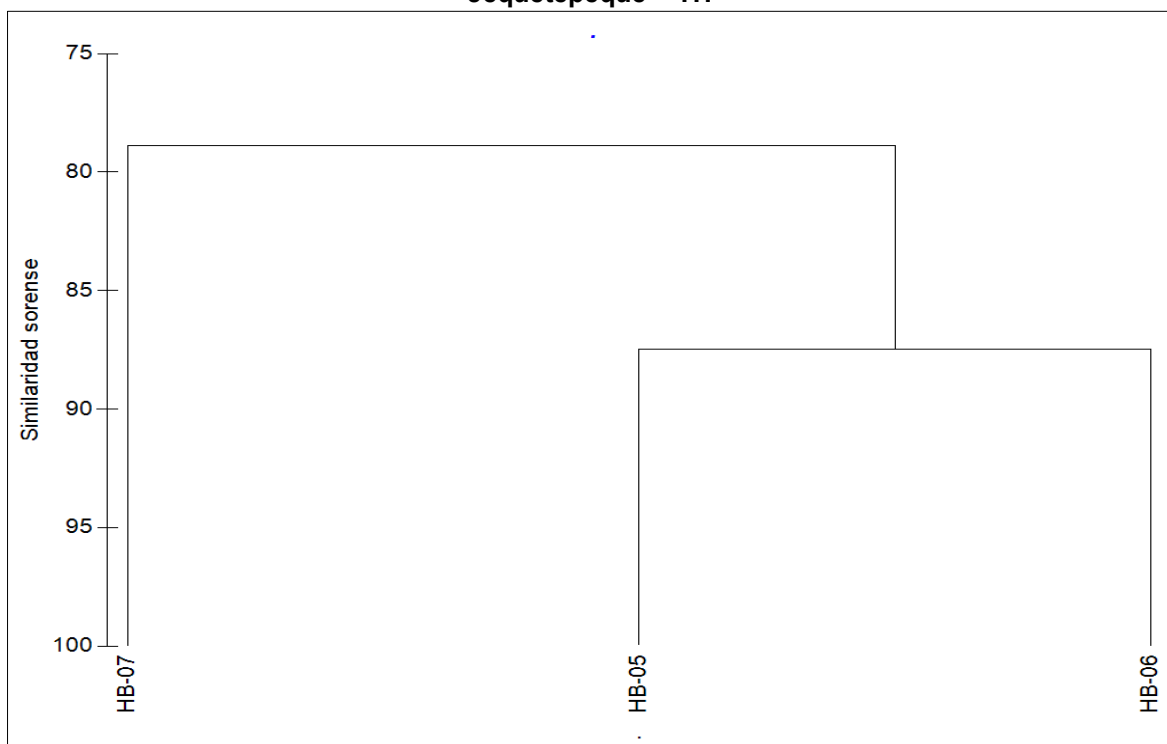
4.2.6.4.2.3.1.6 Diversidad beta

La presente sección analiza los resultados en función de cuencas, permitiendo una interpretación más clara y precisa de los datos obtenidos. A continuación, se presenta el análisis de cada cuenca con base en los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, los cuales son comúnmente utilizados para evaluar la similitud entre comunidades biológicas en distintos hábitats (Legendre & Legendre, 2012).

4.2.6.4.2.3.1.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

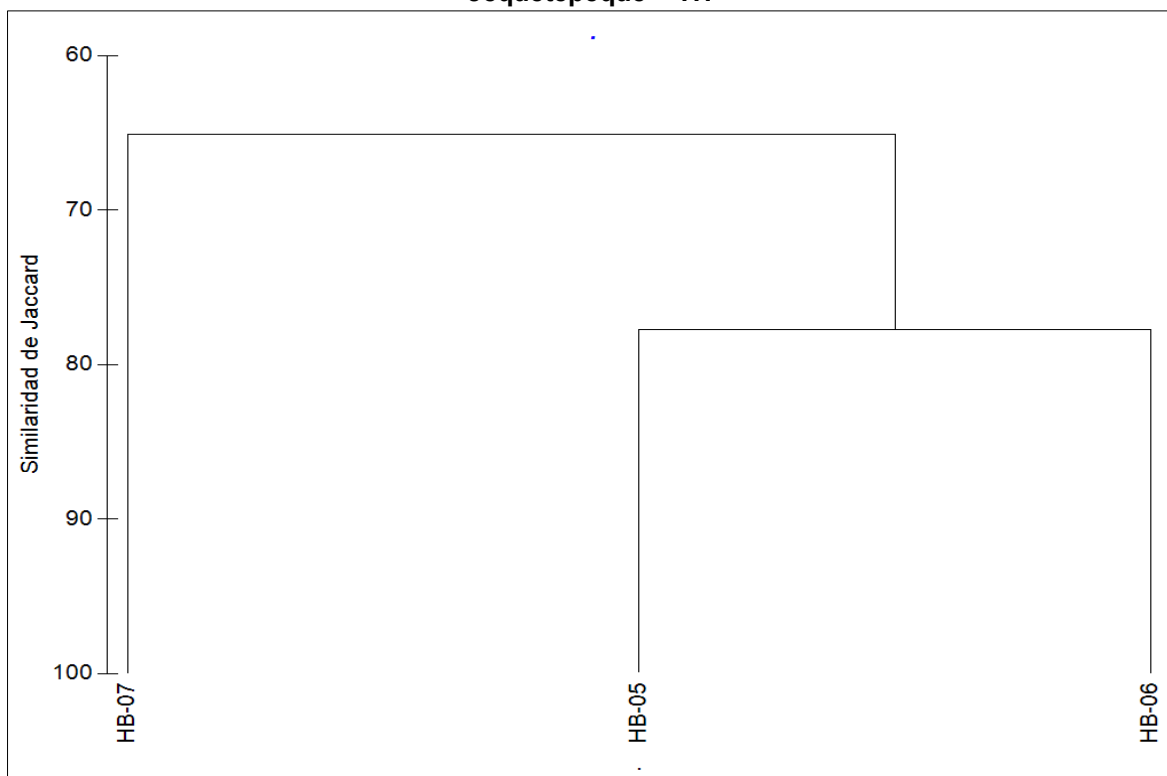
Los índices de similitud de Sorensen y Jaccard coincidieron en mostrar un mayor grado de similitud entre HB-05 y HB-06, seguidos por HB-06 y HB-07, siendo la menor similitud la observada entre HB-05 y HB-07. Específicamente, el índice de Jaccard arrojó un 77.78% de similitud entre HB-05 y HB-06, mientras que entre HB-05 y HB-07 fue de 63.64%. En el caso del índice de Sorensen, los valores fueron más altos, alcanzando hasta un 87.5% entre HB-05 y HB-06. Estos resultados reflejan una importante coincidencia en las especies de fitoplancton presentes, especialmente entre HB-06 y los otros puntos. Si bien HB-05 se encuentra en la cuenca Chicama y HB-06 y HB-07 en la cuenca Jequetepeque, los datos sugieren que existen similitudes estructurales que favorecen una comunidad planctónica relativamente homogénea entre estos sitios, lo cual podría estar influenciado por factores como el flujo del agua o condiciones fisicoquímicas similares. (Vannoteet al., 1980).

Gráfico 4.2.6-210
Índice de similaridad de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-211
Índice de similaridad de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.1.6.2 Cuenca de Marañon

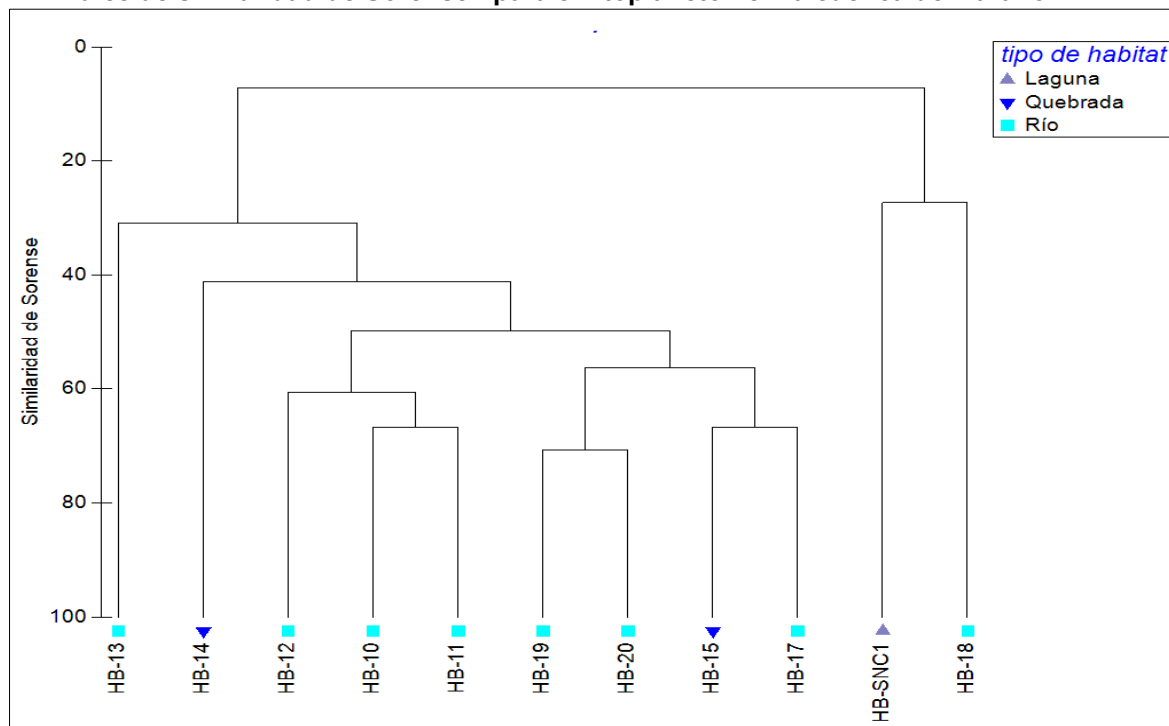
En esta cuenca, los índices de similitud de Sorensen y Jaccard permitieron identificar dos grandes grupos principales. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera:

Primer grupo (HB-SNC1 y HB-18): Este grupo está compuesto únicamente por la laguna y una estación de río. Las diferencias en factores como la dinámica de agua, la disponibilidad de oxígeno y la estabilidad del hábitat contribuyen a una baja similitud con las estaciones fluviales (Wetzel, 2001).

Segundo grupo (resto de las estaciones): Dentro de este grupo, se formó un grupo notablemente homogéneo entre las estaciones HB-19 y HB-20 pertenecientes al río, que presentaron altos valores de similitud entre sí, con 54% para índice de Jaccard y especialmente con el índice de Sorensen con 71%. Asimismo, se observó otro grupo entre HB-10, HB-11 y HB-12 que mostraron similitudes moderadas con valores de índice de similitud supero al 60%, reflejando condiciones ecológicas compartidas, posiblemente vinculada a hábitats similares y proximidad geográfica.

Gráfico 4.2.6-212

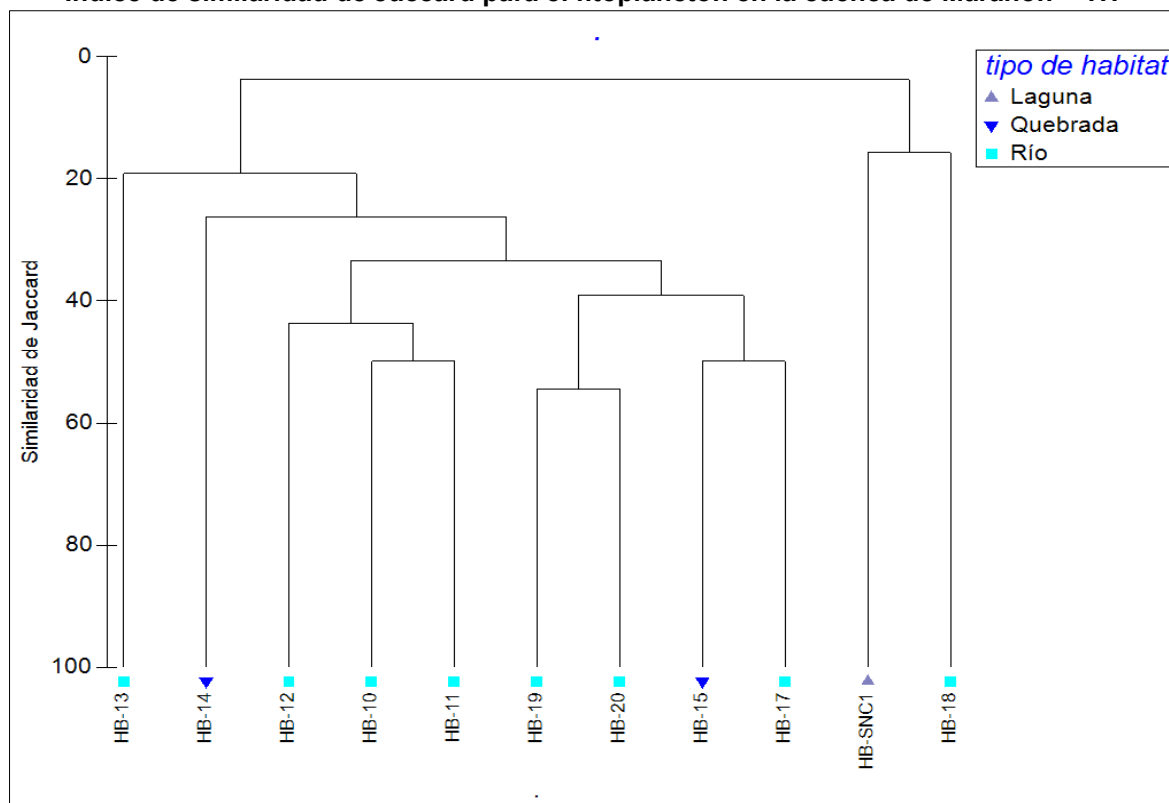
Índice de similitud de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca de Maraón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-213

Índice de similitud de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca de Maraón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

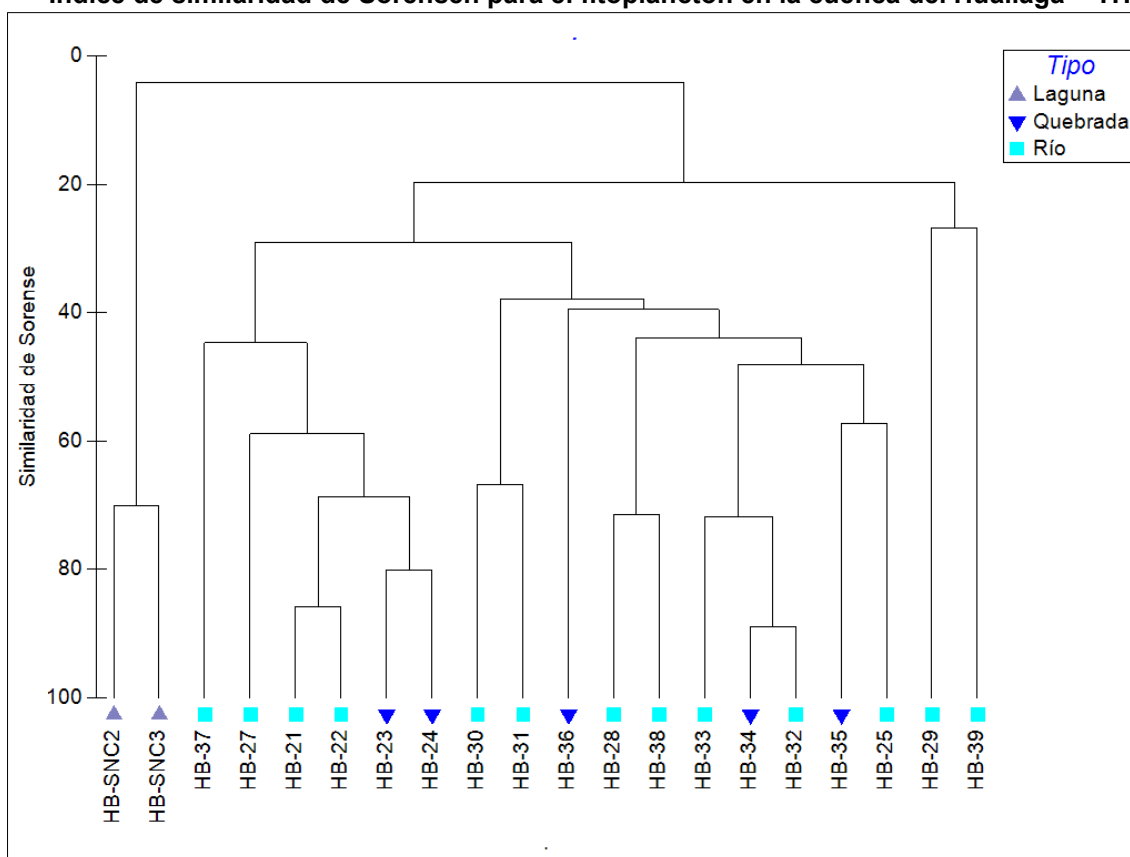
4.2.6.4.2.3.1.6.3 Cuenca de Huallaga

En la cuenca del Huallaga, los índices de similitud también revelaron la existencia de dos grupos principales. Los grupos se detallan a continuación:

Primer grupo (HB-SNC2 y HB-SNC3): En ambos análisis, las lagunas forman un grupo definido con una similitud de Sorensede 70% y similitud de Jaccard de 54%, separándose claramente del resto. Esto indica que estas estaciones comparten una proporción significativa de especies, en particular aquellas adaptadas a las condiciones estables de los ambientes lénticos, caracterizados por menores tasas de renovación de agua y una mayor retención de nutrientes (Dodds & Whiles, 2010).

Segundo grupo (resto de las estaciones): Las quebradas HB-23, HB-24 forman un clúster con similitud de Sorensede 80% y similitud de Jaccard de 67%. Entre los ríos, se observan varios subgrupos con similitudes moderadas: HB-21 y HB-22 presentaron mayor similitud de Sorensede 86% y de Jaccard con 75%; seguido de las estaciones HB-28 y HB-38 (>65%). Esto indica una comunidad característica de estos sistemas lóticos de menor escala (Allan & Castillo, 2007).

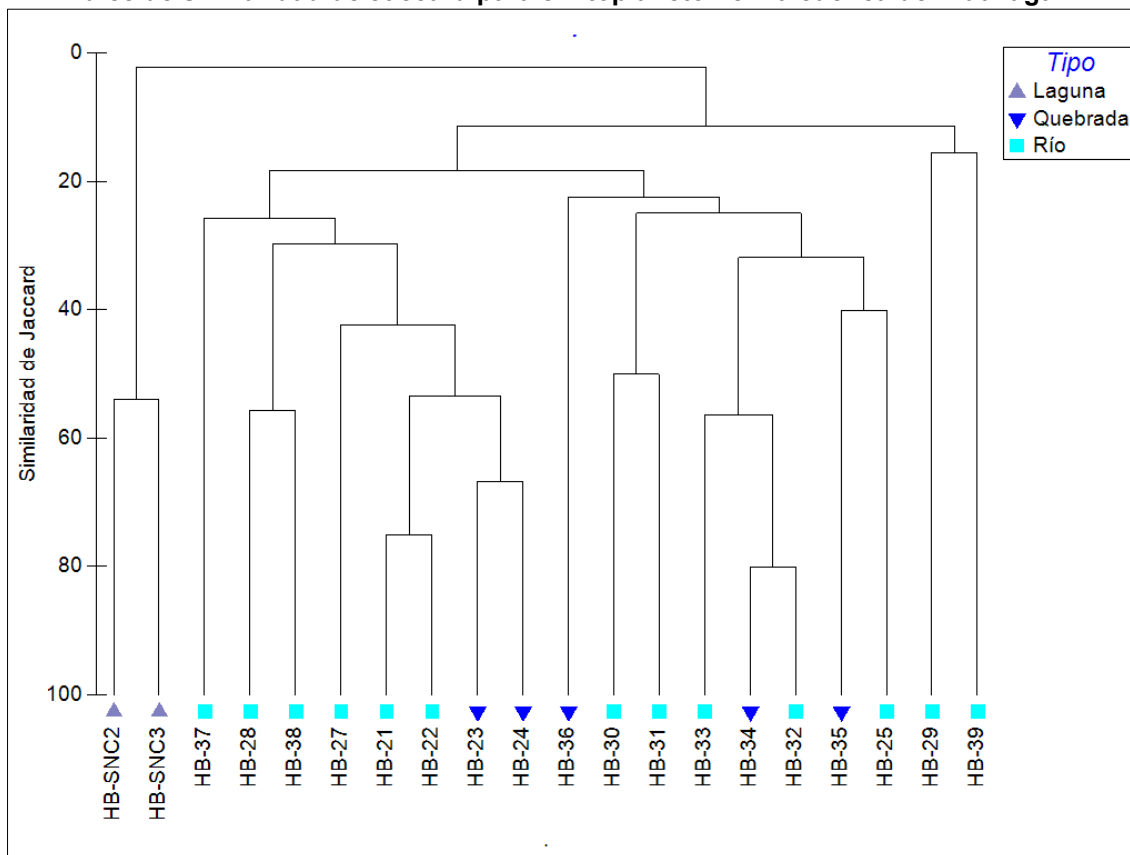
Gráfico 4.2.6-214
Índice de similitud de Sorensen para el fitoplancton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-215

Índice de similaridad de Jaccard para el fitoplancton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2 Zooplancton

Para el presente informe se dividirá las estaciones por cuenca debido a que se hará más fácil de analizar los resultados, sin embargo, se abarcará al final de este capítulo todas las cuencas presentadas.

4.2.6.4.2.3.2.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

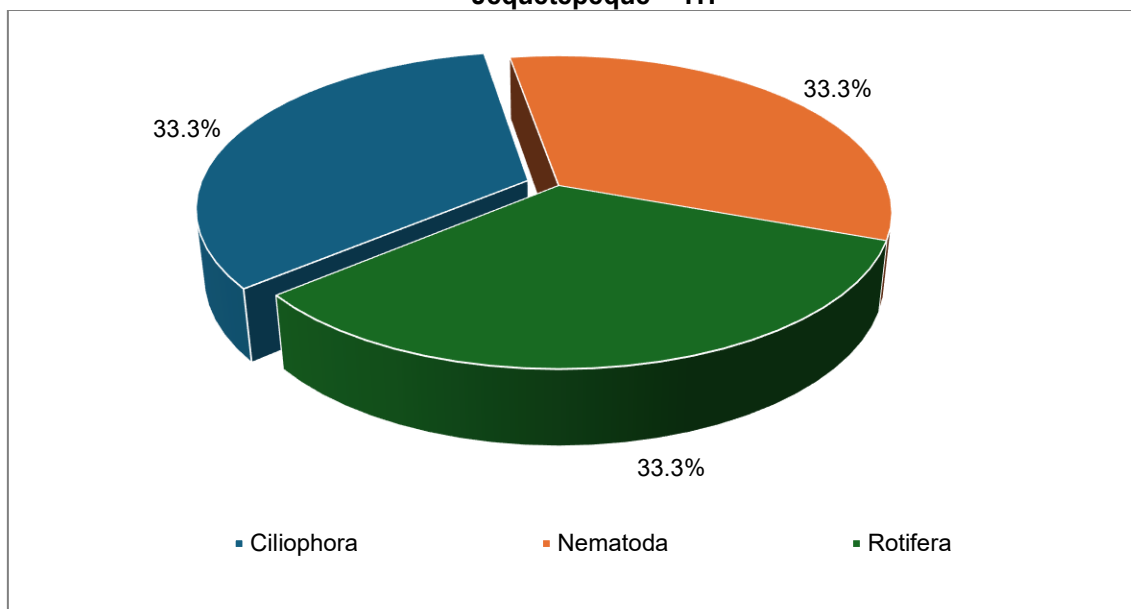
Se agruparon estas cuencas debido a dos motivos principales, entre ellas, debido a que ambas cuencas pertenecen a la vertiente occidental, es decir, ambas desembocan en el océano Pacífico, además, presentaron escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 presentó agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 estuvieron secas. En la cuenca del Jequetepeque, las estaciones HB-06 y HB-07 presentaron agua.

4.2.6.4.2.3.2.1.1 Riqueza

En el área de estudio, correspondiente a las dos cuencas evaluadas en la temporada húmeda registraron tres (03) phyla, una (01) clase y tres (03) especies. Cada phyla registro una (01) especie (33.3%). El phylum Rotifera presentó el mayor nivel de clasificación taxonómica, siendo identificado hasta el nivel de clase (Eurotatoria) y género/suborden

(Eurotatoria/Bdelloidea ND). Los phyla Ciliophora y Nematoda fueron identificados únicamente a nivel de phylum, ambos con la anotación "ND" (no determinado) en los niveles inferiores.

Gráfico 4.2.6-216
Riqueza total de los phyla del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

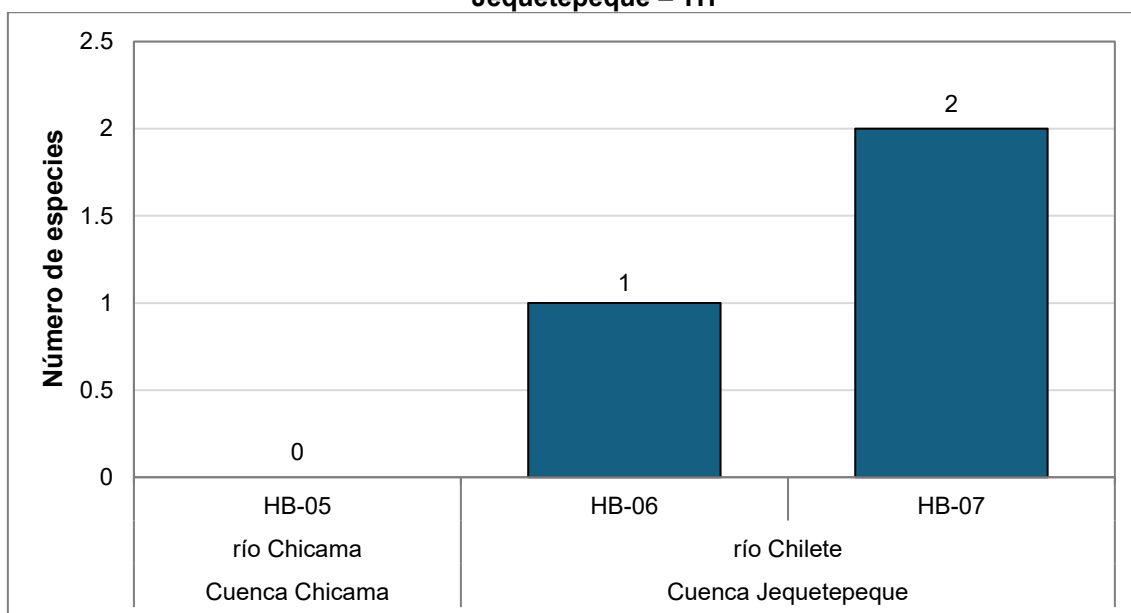


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En relación con las estaciones evaluadas dentro de cada cuenca, se observaron diferencias en la riqueza de especies registradas. La estación HB-05, ubicada en el río Chicama dentro de la cuenca Chicama, no presentó registros de especies durante el periodo de muestreo. Por otro lado, en la cuenca Jequetepeque, ambas estaciones evaluadas se localizaron en el río Chilete. La estación HB-07 mostró la mayor riqueza, con un total de 2 especies registradas, mientras que la estación HB-06 reportó 1 especie.

Gráfico 4.2.6-217

Riqueza total del zooplancton en las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

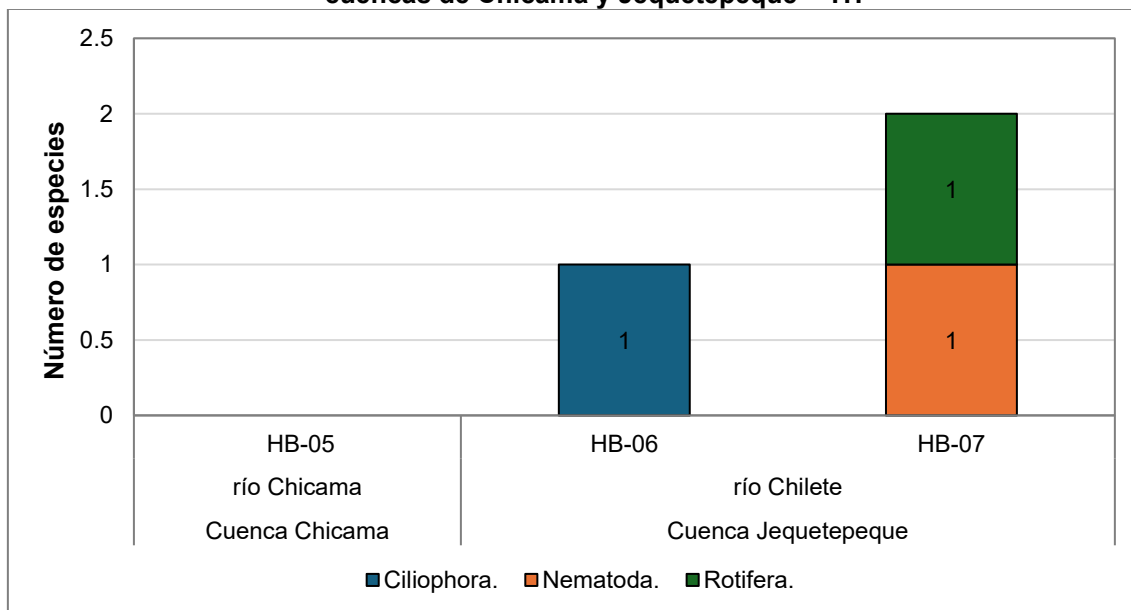


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones evaluadas de ambas cuencas, se observó que la estación HB-06 presentó la presencia exclusiva del phylum Nematoda, con un (01) registro. Por su parte, la estación HB-07 registró una especie perteneciente a Nematoda y una a Rotífera.

Gráfico 4.2.6-218

Riqueza total de los phyla de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

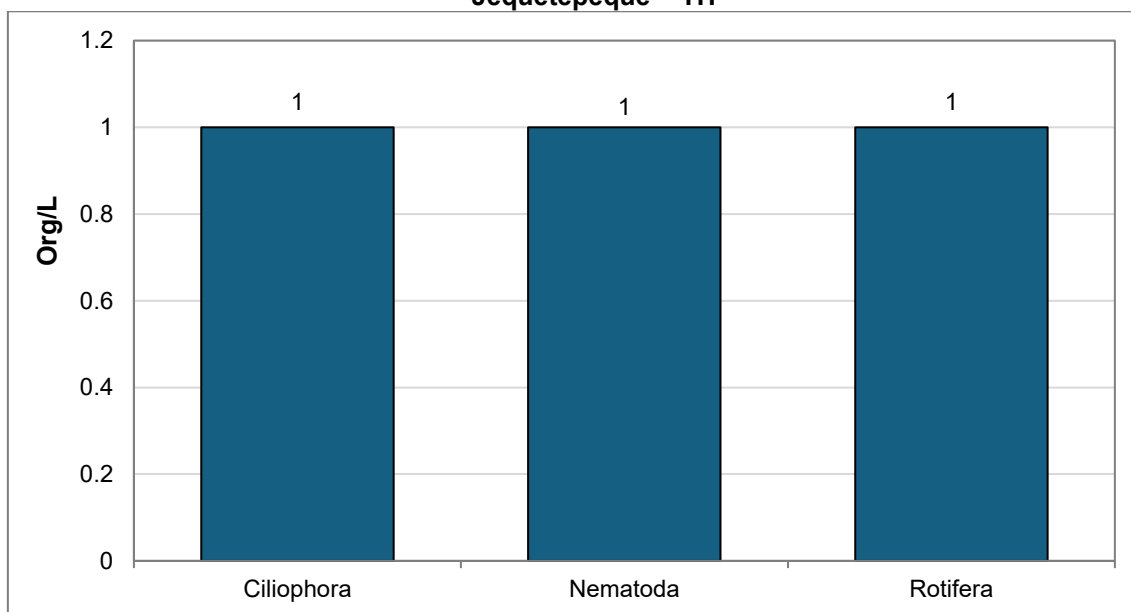


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.1.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en estas dos cuencas se registró una abundancia total de tres (03) Org/L, de las cuales cada phylum presentaba un (01) organismo.

Gráfico 4.2.6-219
Abundancia total de los phyla del zooplancton registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

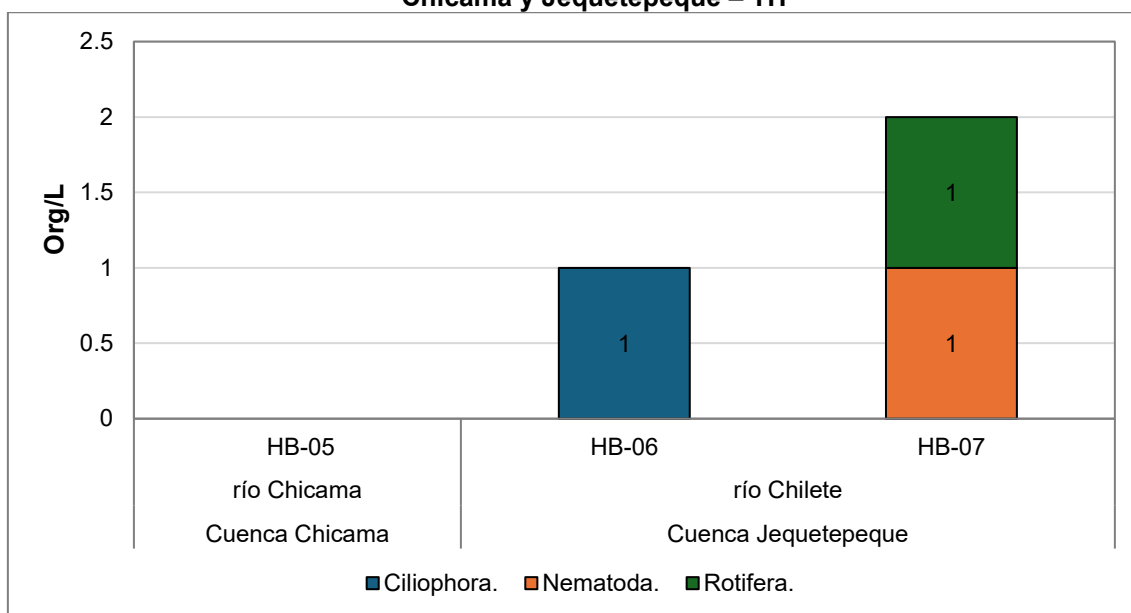


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca se mostró que la estación HB-06 presentó una abundancia de un (01) organismo perteneciente al phylum Ciliophora, sin presencia de otros grupos taxonómicos. Por otro lado, la estación HB-07 registro dos (02) organismos: un (01) organismo perteneciente a Nematoda y otro (01) a Rotifera.

Gráfico 4.2.6-220

Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

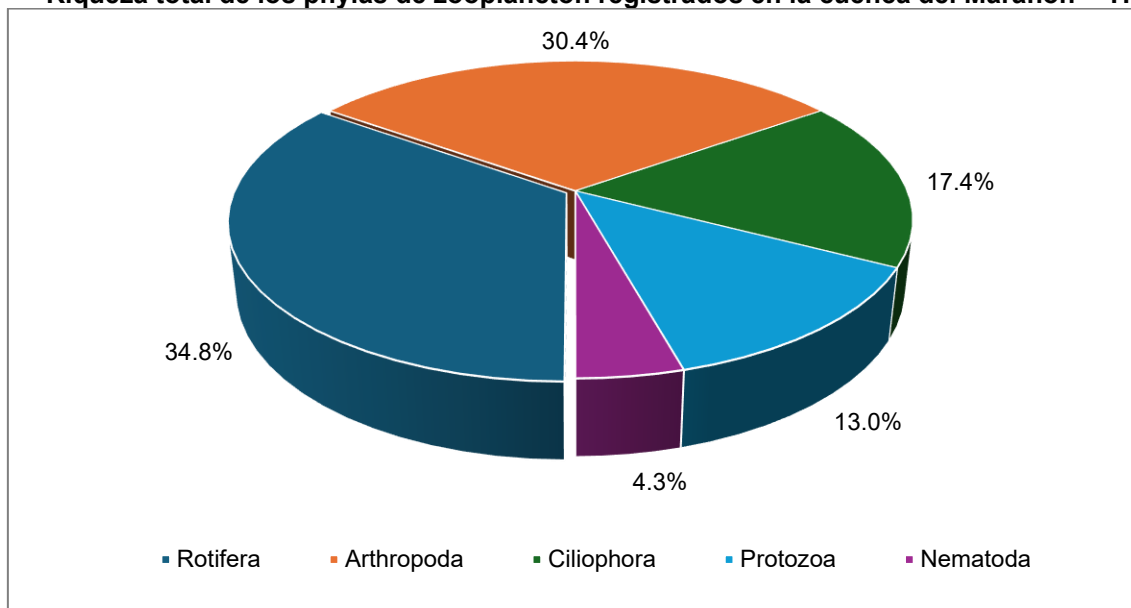
4.2.6.4.2.3.2.2 Cuenca Marañon

4.2.6.4.2.3.2.2.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Marañon se registró un total de 23 especies, 10 familias, nueve (09) órdenes, siete (07) clases y cinco (05) Phyla. El Phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Rotifera con ocho (08) especies (34.8%), seguida de Arthropoda con siete (07) especies (30.4%), y en menor riqueza Ciliophora con cuatro (04) especies (17.4%), Protozoa con tres (03) especies y Nematoda con una (01) especie (2.6%) cada una.

Gráfico 4.2.6-221

Riqueza total de los phylas de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TH

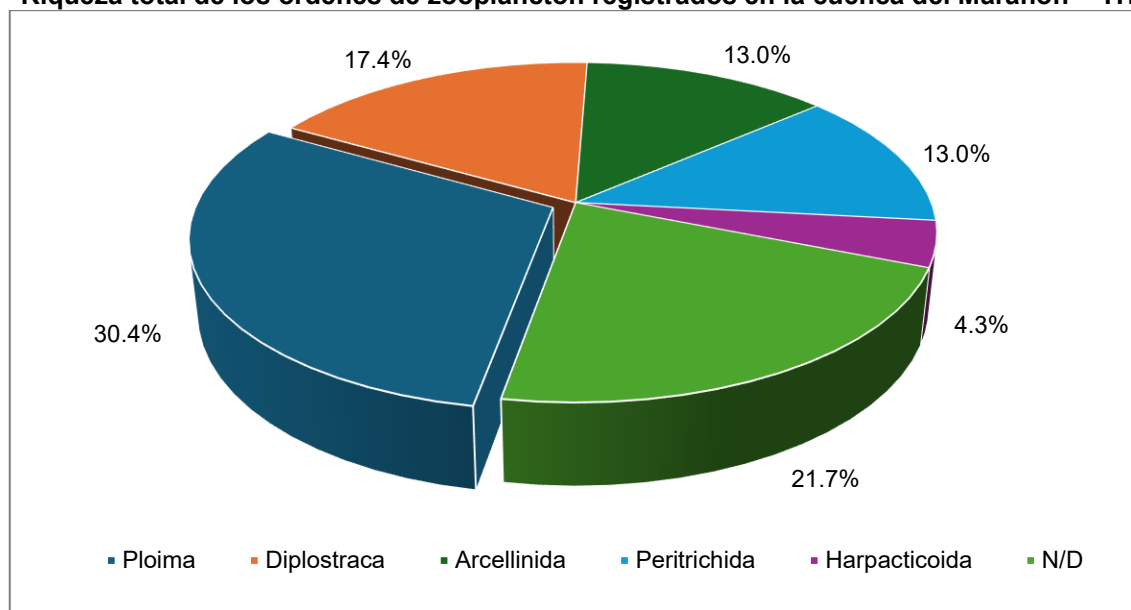


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima (Rotífera) el cual registró un total de siete (07) especies (30.4%), seguida de Diplostraca (Arthropoda) con cuatro (04) especies (17.4%), Arcellinida (Protozoa) y Peritrichida (Ciliophora) con tres (03) especies cada una (13.0%) y la menor riqueza lo presentó Harpacticoida (Arthropoda) con una (01) especie (4.3%). Asimismo, se registraron cinco (05) especies de órdenes no determinadas.

Gráfico 4.2.6-222

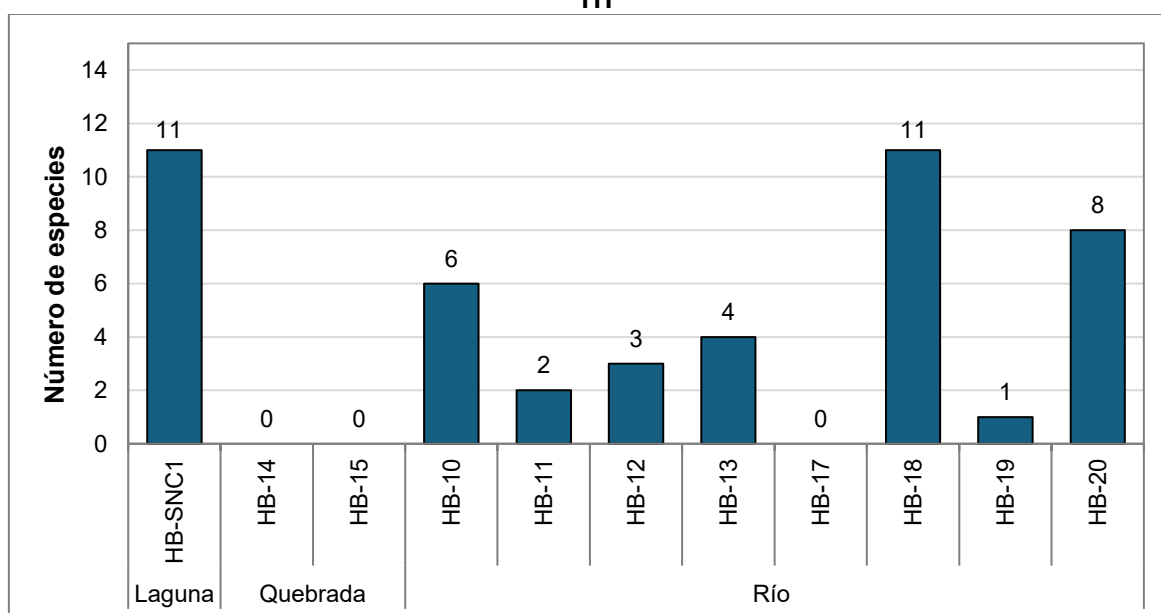
Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca de Marañón las estaciones HB-14, HB-15 correspondientes a quebradas, y HB-17 no registraron especies de zooplancton. En esta temporada húmeda se mostró que las estaciones HB-SNC1 (laguna) y HB-18 (Río) presentaron la mayor riqueza con 11 especies de zooplancton, seguida de las estaciones HB-20 con ocho (08) especies, y HB-10 con seis (06) especies correspondientes a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron HB-11 con dos (02) especies y HB-19 con solo una (01) especie registrada.

Gráfico 4.2.6-223
Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



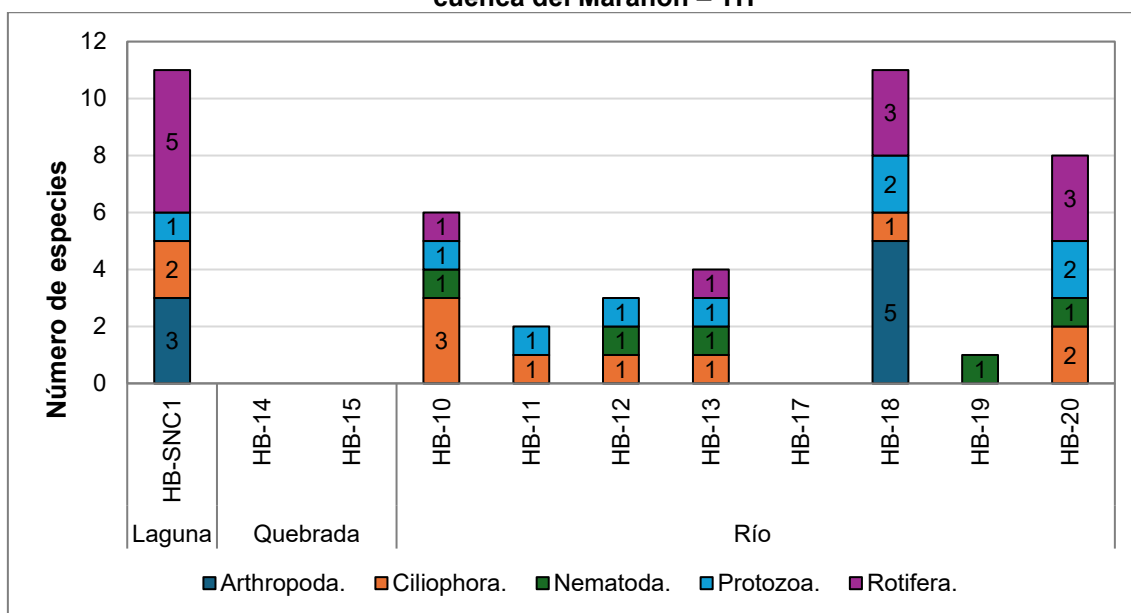
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón, se observó que, el phylum Rotifera mostró la mayor riqueza y frecuencia entre las estaciones, registrando entre una (01) especie (HB-10 y HB-13) y cinco (05) especies (HB-SNC1). Además, el Phylum Ciliophora también estuvo presente en la mayoría de las estaciones, excepto en HB-19, y su participación mayor fue en HB-10 con tres (03) especies. Lo mismo ocurrió con el phylum Protozoa registrando entre uno (01) a dos (02) especies.

Por el contrario, se registró que el phylum Arthropoda únicamente se presentó en las estaciones HB-SNC1 y HB-18 con tres (03) y cinco (05) especies.

Gráfico 4.2.6-224

Riqueza total de las phylum de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



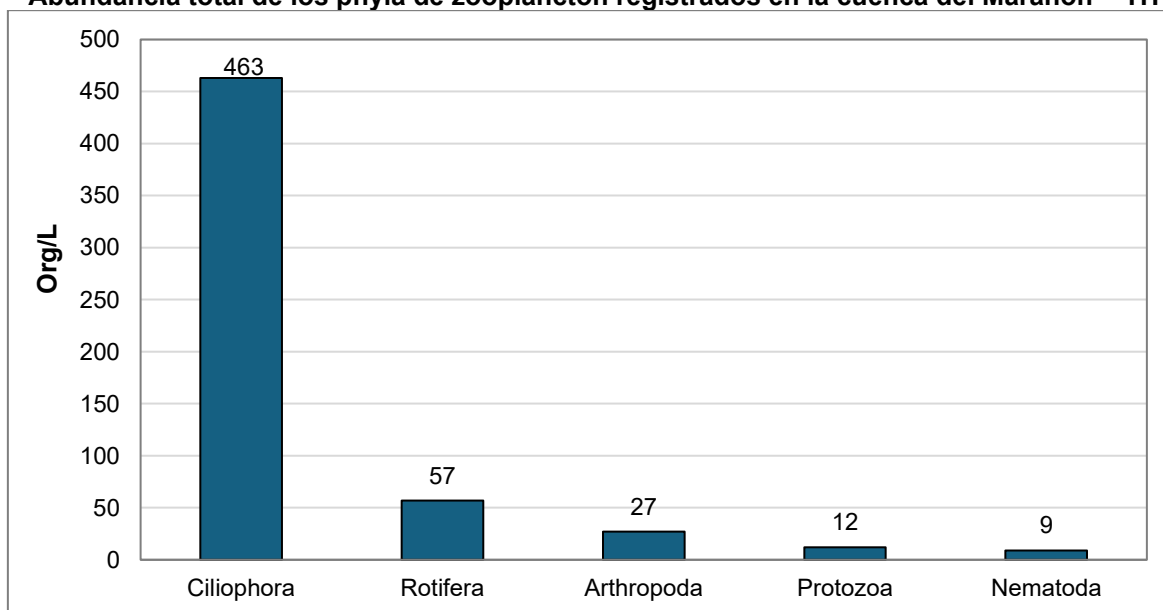
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.2.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Marañón se registró de abundancia total 568 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Ciliophora con 463 Org/L (81.5%), seguida de Rotifera con 57 Org/L (10.0%). En contraste, los phyla con menores abundancias fueron Arthropoda con 27 Org/L (4.8%), Protozoa con 12 Org/L (2.1%) y Nematoda con nueve (09) Org/L (1.6%).

Gráfico 4.2.6-225

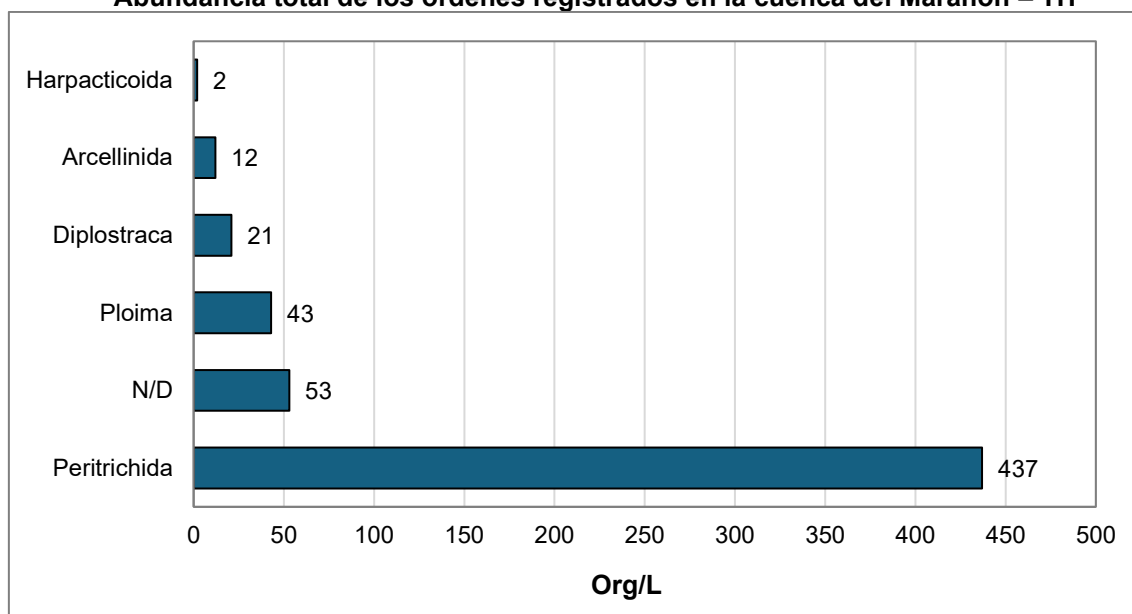
Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Peritrichida (Ciliophora) con 437 Org/L (76.9%). Los órdenes que presentaron las menores abundancias fueron Diplostraca (Arthropoda) con 21 Org/L, Arcellinida (Protozoa) con 12 Org/L y Harpacticoida (Arthropoda) con dos (02) Org/L. Los órdenes no determinados (N/D) registraron en conjunto 53 Org/L.

Gráfico 4.2.6-226
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TH

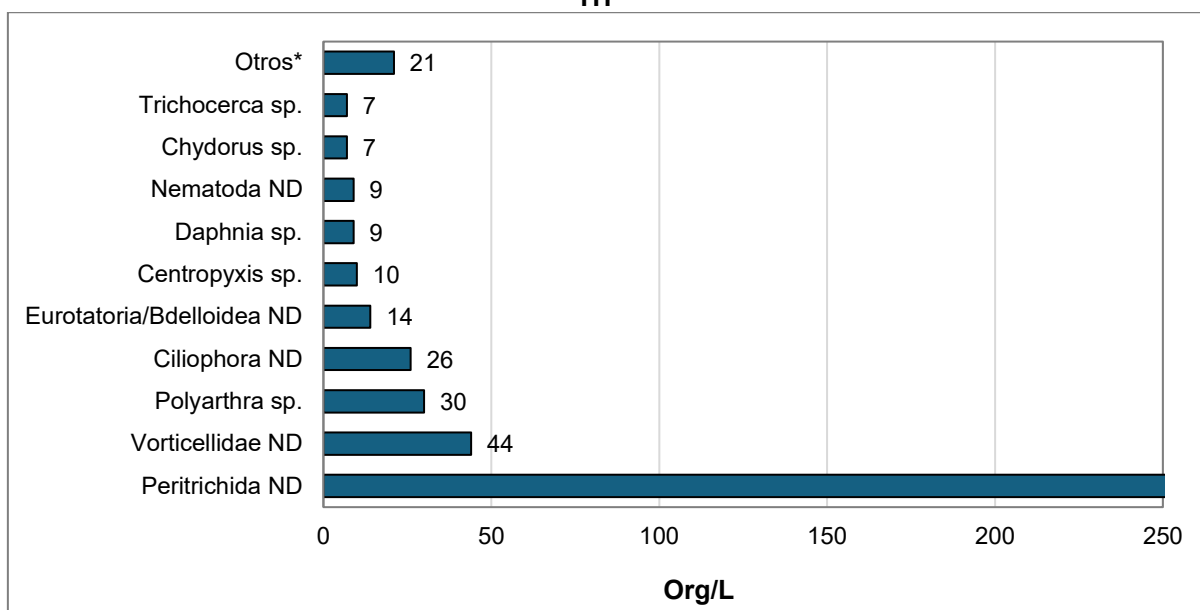


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

AA nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, el morfotipo *Peritrichida ND* presentó 391 Org/L siendo la de mayor abundancia, seguido del morfotipo *Vorticellidae ND* con 44 Org/L. En contraste la de menor abundancia se encuentran la especie *Daphnia sp.* y el morfotipo *Nematoda ND* con nueve (09) Org/L; *Chydorus sp.* y *Tricocerca sp.* con siete (07) Org/L. Además, las especies que presentaron una abundancia ínfima menor de cinco (05) Org/L se agruparon en “Otros”.

Gráfico 4.2.6-227

Abundancia total de las especies de zooplancton registrados en la cuenca del Marañón – TH

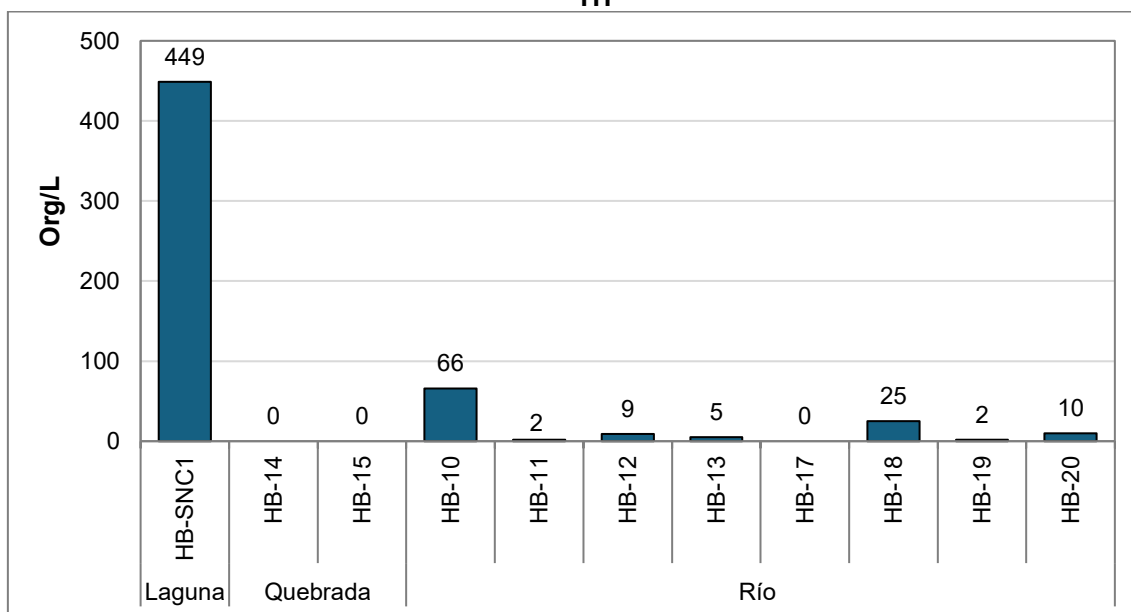


Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 5 org/L.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca de Marañón se mostró que la estación HB-SNC1 (laguna) registró la mayor abundancia con 449 Org/L, seguida de la estación HB-10 (Río) con 66 Org/L; por otro lado, HB-12 (Río) mostró la menor abundancia con nueve (09) Org/L, como también la estación HB-11 y HB-19 con dos (02) Org/L.

Gráfico 4.2.6-228

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TH

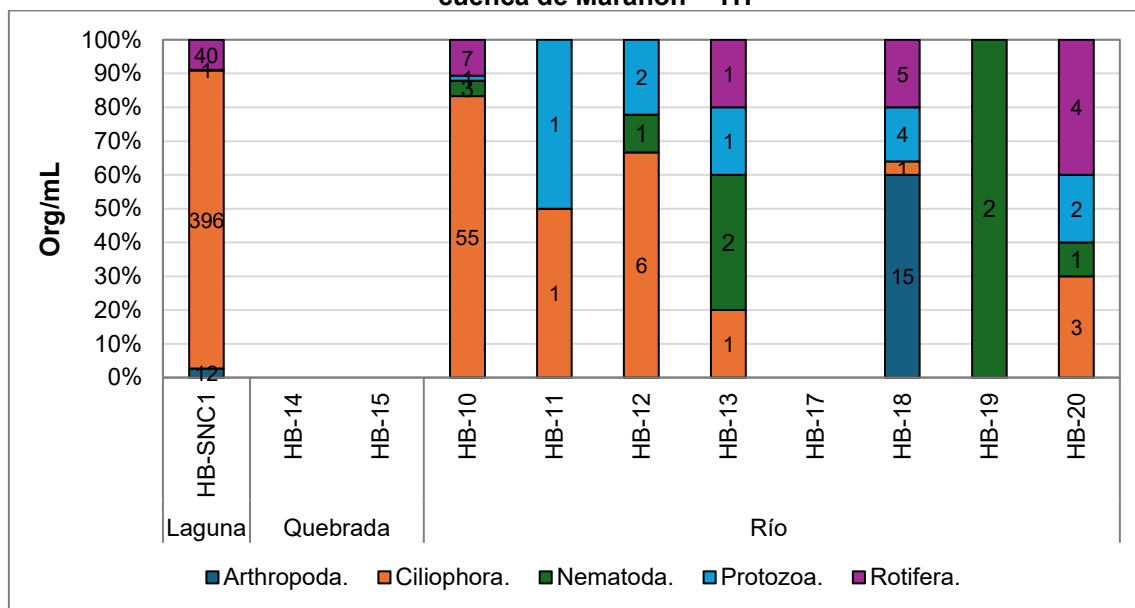


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañon se observó que, en casi todas las estaciones, excepto en HB-18 y HB-19, el phylum Ciliophora dominó con la mayor abundancia, registrando desde 01 Org/L (HB-11 y HB-13) a 396 Org/L (HB-SNC1). Asimismo, el phylum Arthropoda domino en abundancia en la estacion HB-18 con 15 Org/L. Los demás phylum mostraron una ínfima abundancia entre 1 a 2 Org/L.

Gráfico 4.2.6-229

Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañon – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

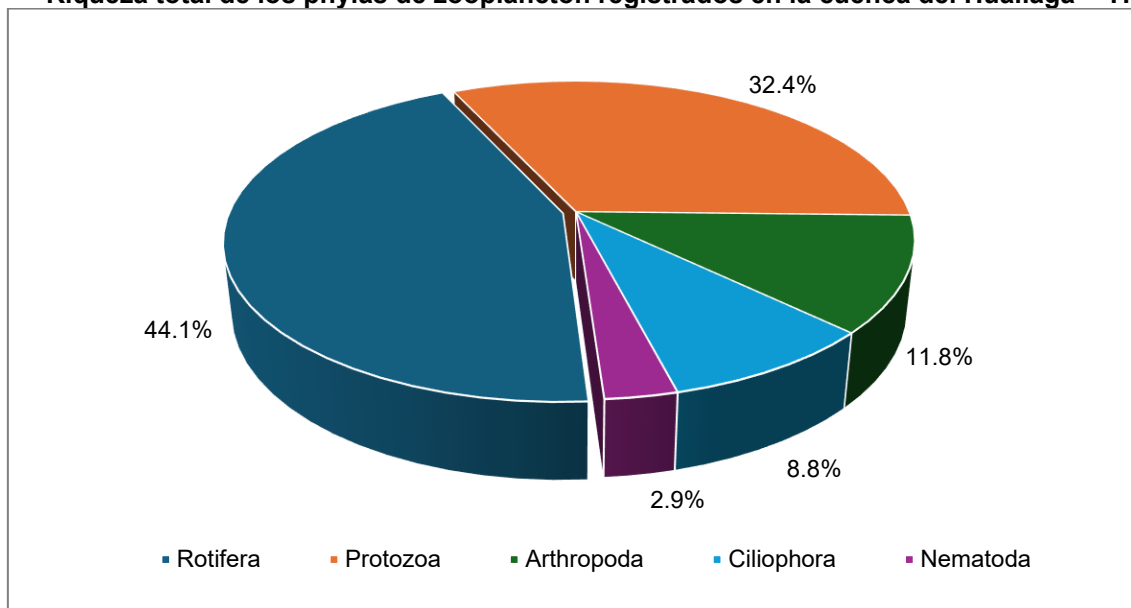
4.2.6.4.2.3.2.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.2.3.2.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de 34 especies, 18 familias, nueve (09) órdenes, cinco (05) clases y cinco (05) Phylum. El Phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Rotífera con 15 especies (44.1%), seguida de Protozoa con 11 especies (32.4%). Finalmente, los phyla con menor riqueza fueron Arthropoda con 4 especies (11.8%), Ciliophora con 3 especies (8.8%) y Nematoda con 01 especie (2.9%).

Gráfico 4.2.6-230

Riqueza total de los phylas de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TH

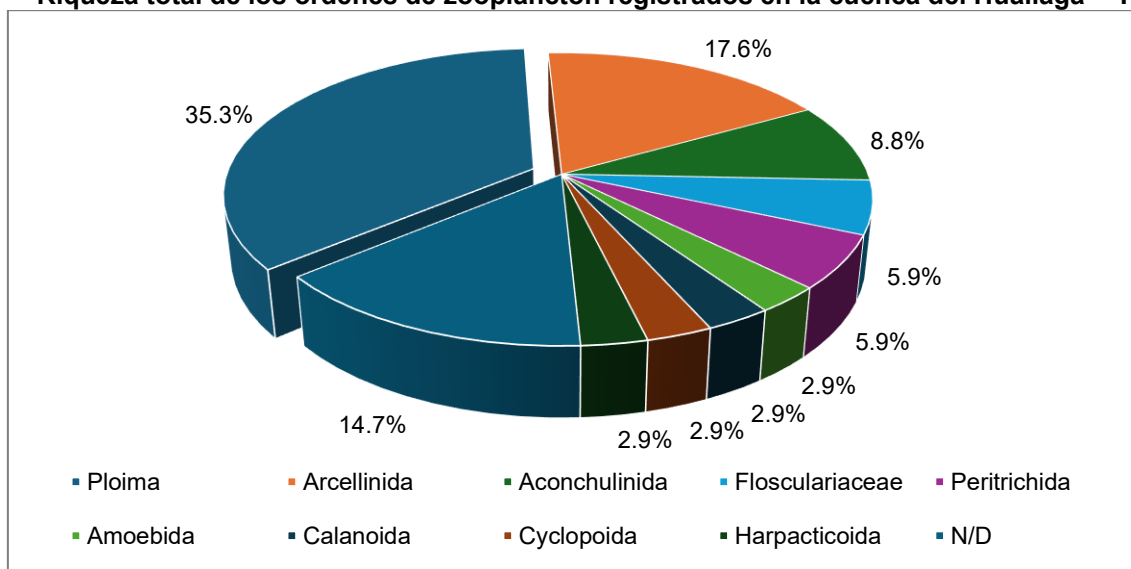


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima (Rotífera) el cual registró un total de 12 especies (35.3%), seguida de Arcellinida (Protozoa) con 6 especies (17.6%), Aconchulinida con 3 especies (8.8%) y en menor abundancia 04 phyla con 01 especie (2.9%) registrada tales como Amoebida (Protozoa), Calanoide (Arthropoda), Cyclopoida (Arthropoda), Harpacticoida (Arthropoda).

Gráfico 4.2.6-231

Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TH



N/D órdenes no determinadas

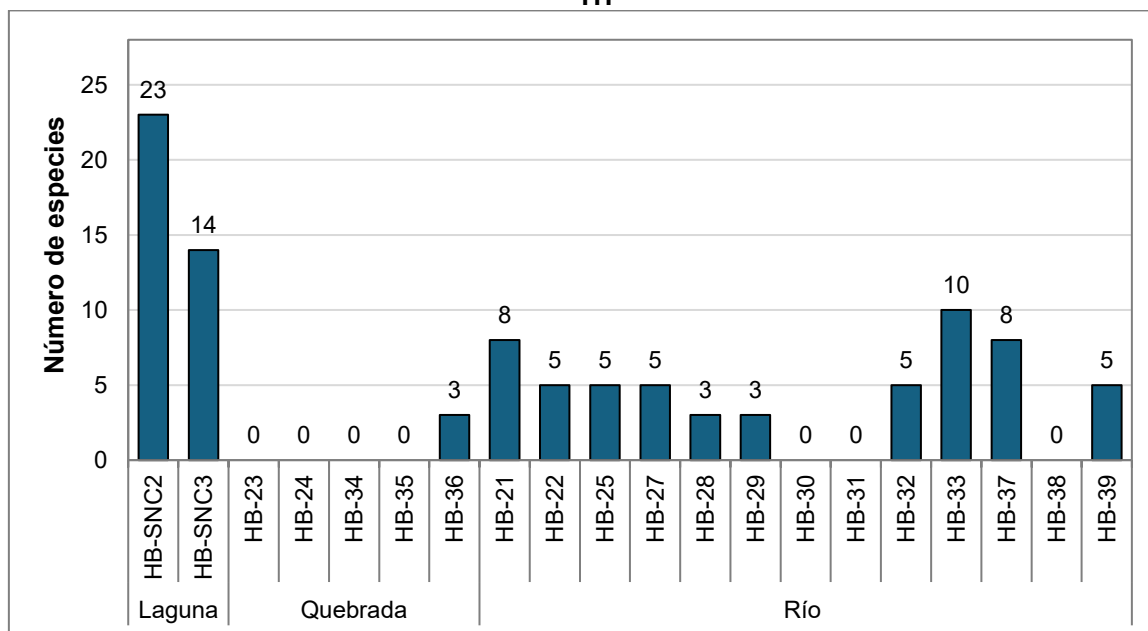
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que las estaciones de quebrada: HB-23, HB-24, HB-34, HB-35 y las estaciones de río: HB-30, HB-

31 y HB-38 no registraron especies de zooplancton. Las estaciones correspondientes al muestreo en las lagunas presentaron la mayor riqueza: La estación HB-SNC2 con 23 especies de zooplancton y la estación HB-SNC3 con 14 especies; seguida por HB-33 (río) con 10 especies correspondientes a un cuerpo de agua con un flujo de agua mayor como los ríos. Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron HB-36 (quebrada), HB-28 y HB-29 (río) con 03 especies cada una.

Gráfico 4.2.6-232

Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



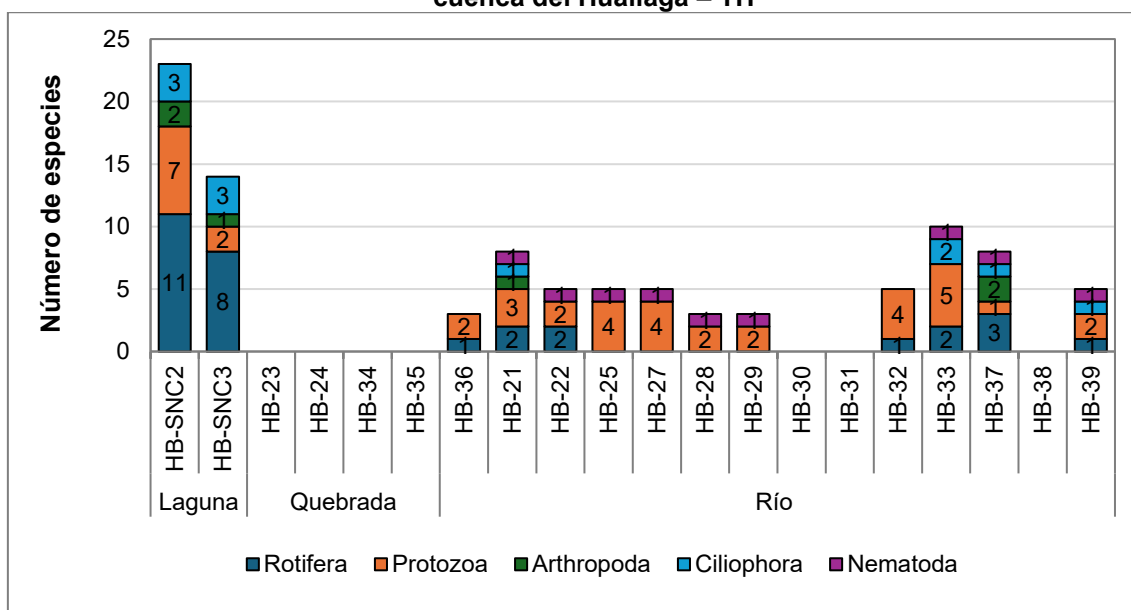
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga, se observó que, en todas las estaciones, el phylum Rotifera mostró la mayor riqueza y frecuencia en casi todas las estaciones, siendo su mayor registro en las estaciones HB-SNC2 con 11 especies y HB-SNC3 con 8 especies. Además, el Phylum Protozoa estuvo presente en todas las estaciones con un registro entre 2 a 7 especies, donde su participación fue mayor en HB-SNC2.

Por el contrario, se registró que el phylum Arthropoda y Ciliophora se presentó con 1 a 3 especies en varias estaciones. El phylum Nematoda se presentó en 9 estaciones con 01 especie cada una.

Gráfico 4.2.6-233

Riqueza total de las phylum de zooplancton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



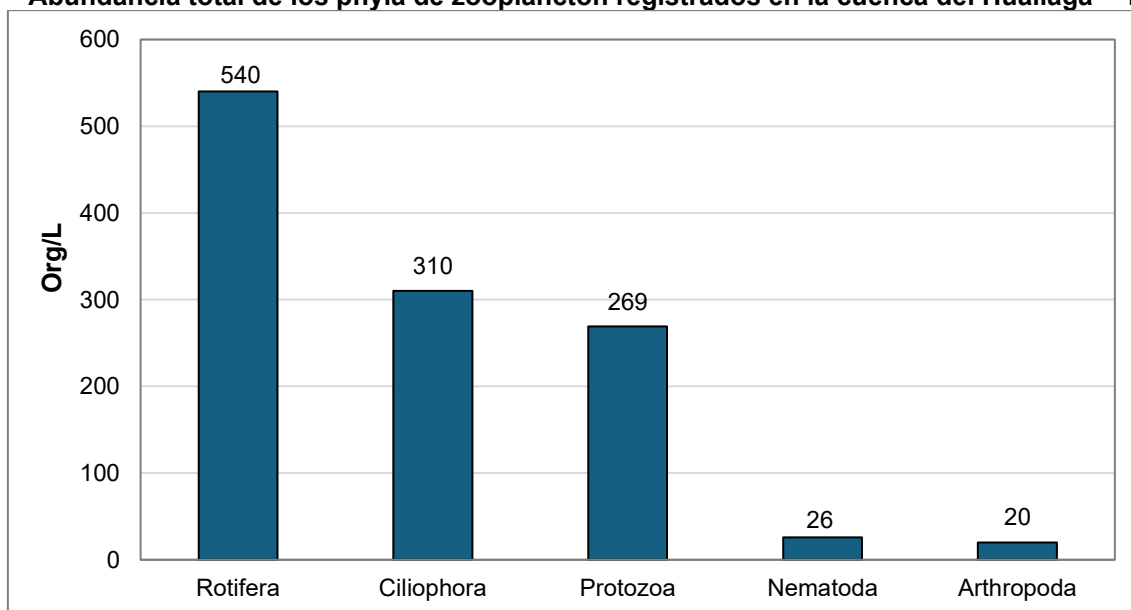
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.3.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de 1165 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Rotifera con 540 Org/L (46.4%), seguida de Ciliophora con 310 Org/L (26.6%) y Protozoa con 269 Org/L (23.1%). En contraste, los phyla con menores abundancias fueron Arthropoda con 20 Org/L (1.7%) y finalmente Nematoda con 26 Org/L (2.2%).

Gráfico 4.2.6-234

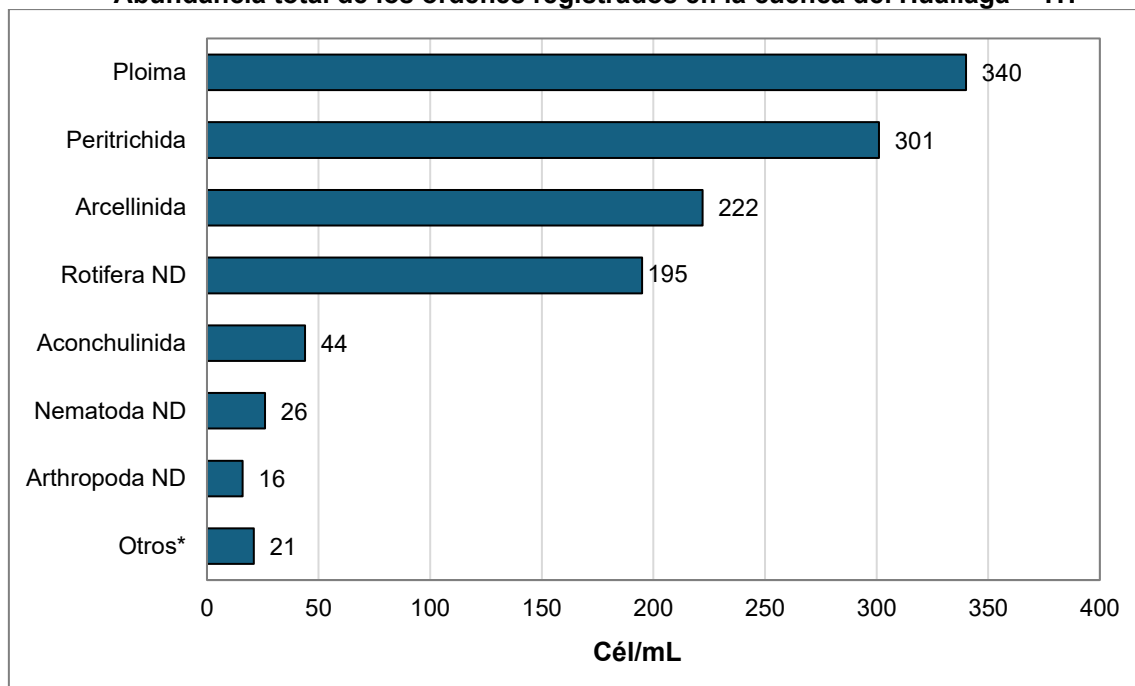
Abundancia total de los phyla de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Ploima (Rotifera) con 340 Org/L (29.2%), Peritrichida (Ciliophora) con 301 Org/L (25.8%) y Arcellinida (Protozoa) con 222 Org/L. Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 15 Org/L a 1 Org/L agrupadas en “otros”.

Gráfico 4.2.6-235
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TH

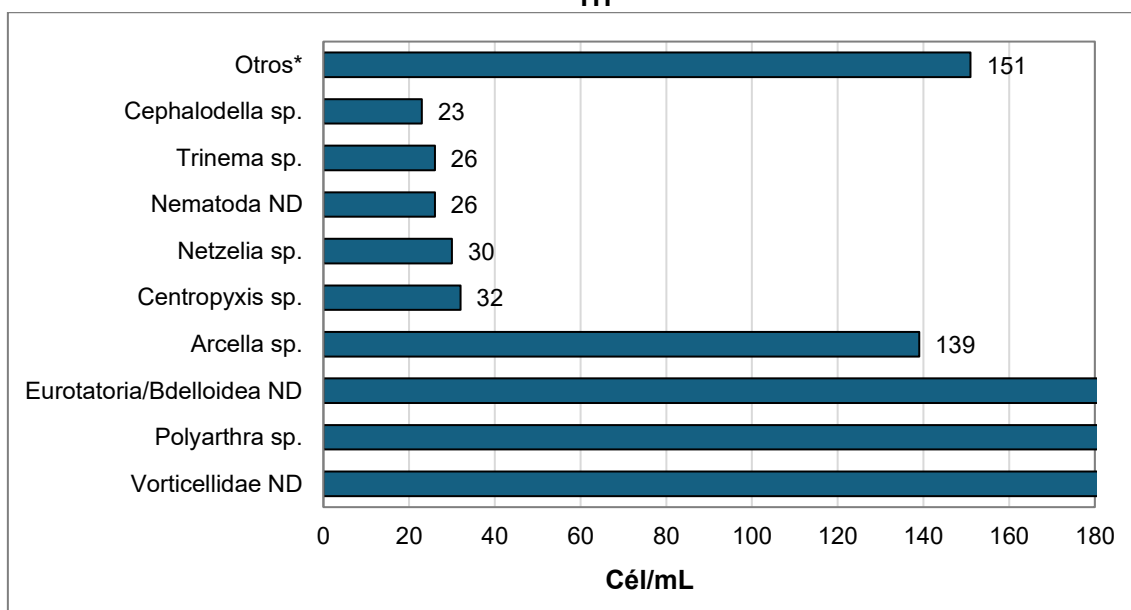


Otros*: órdenes que presentaron abundancia menor de 15Org/L
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En el análisis de las especies registradas en la cuenca estudiada, el morfotipo Vorticellidae ND destacó como la más abundante con una densidad de 289 Org/L, seguida por *Polyarthra* sp. con 254 Org/L. Por otro lado, las especies menos representadas fueron el morfotipo Nematoda ND y con 5 Org/L, *Trinema* sp. con 26 Org/L y *Cephalodella* sp. con 23 Org/L. Además, aquellas especies con una abundancia ínfima menor a 20 Org/L se agruparon bajo la categoría de "Otros" para facilitar la interpretación y presentación de los datos.

Gráfico 4.2.6-236

Abundancia total de las especies de zooplancton registrados en la cuenca del Huallaga – TH

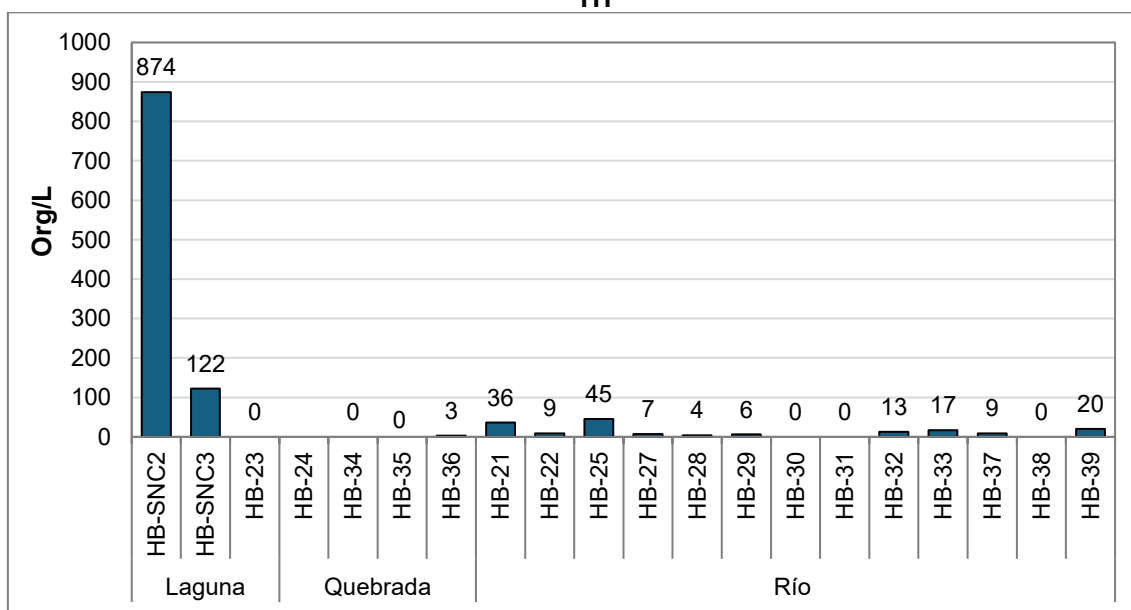


Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor a 20 Org/L.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que la estación HB-SNC2 (laguna) registró la mayor abundancia con 874 Org/L, seguida de la estación HB-SNC3 (laguna) con 122 Org/L; por otro lado, HB-29 (río) con 6 Org/L, HB-28 (río) con 4 Org/L y HB-36 (quebrada) mostraron la menor abundancia. A nivel general, la mayoría de las estaciones tuvieron una baja abundancia menor de 45 Org/L.

Gráfico 4.2.6-237

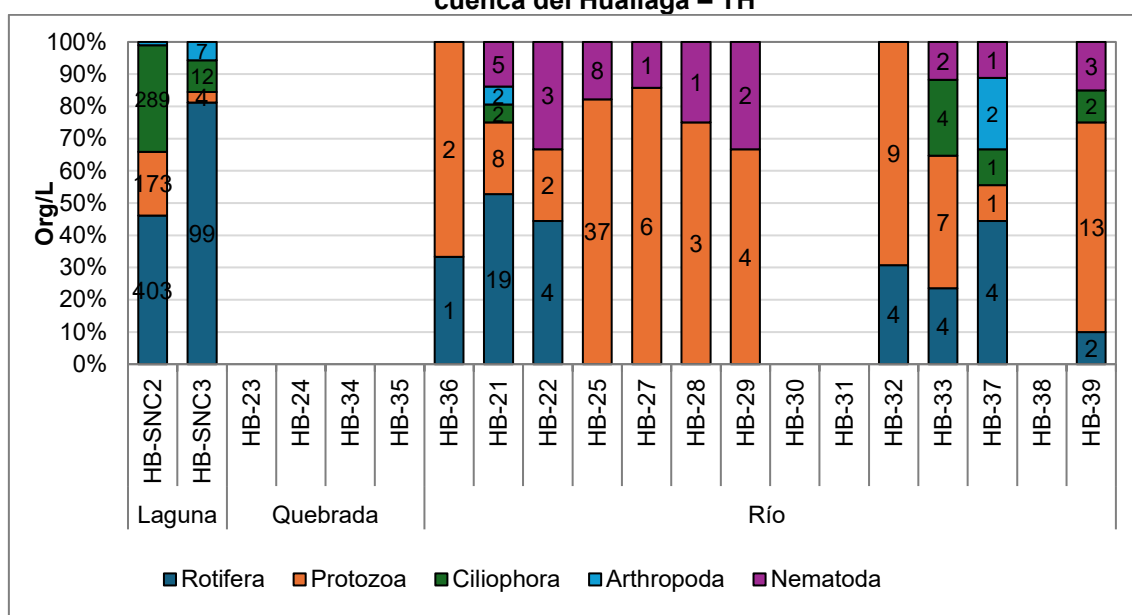
Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó un claro dominio del phylum Rotifera en la mayoría de las estaciones, excepto en HB-25, HB-27, HB-28 y HB-29. Este grupo presentó sus mayores abundancias en las estaciones ubicada en las lagunas: HB-SNC2 con 403 Org/L y HB-SNC2 con 99 Org/L. Por otro lado, el phylum Protozoa estuvo presente en todas las estaciones, oscilando una abundancia entre 2 Org/L (HB-36) y 173 Org/L (HB-SNC2). Cabe destacar que el phylum Ciliophora mostró una abundancia significativa únicamente en la estación HB-SNC2 con 289 Org/L, diferenciándose del resto de los grupos. Los demás phylum registraron valores entre 1 Org/L a 8 Org/L.

Gráfico 4.2.6-238
Abundancia total de los phyla de zooplankton registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

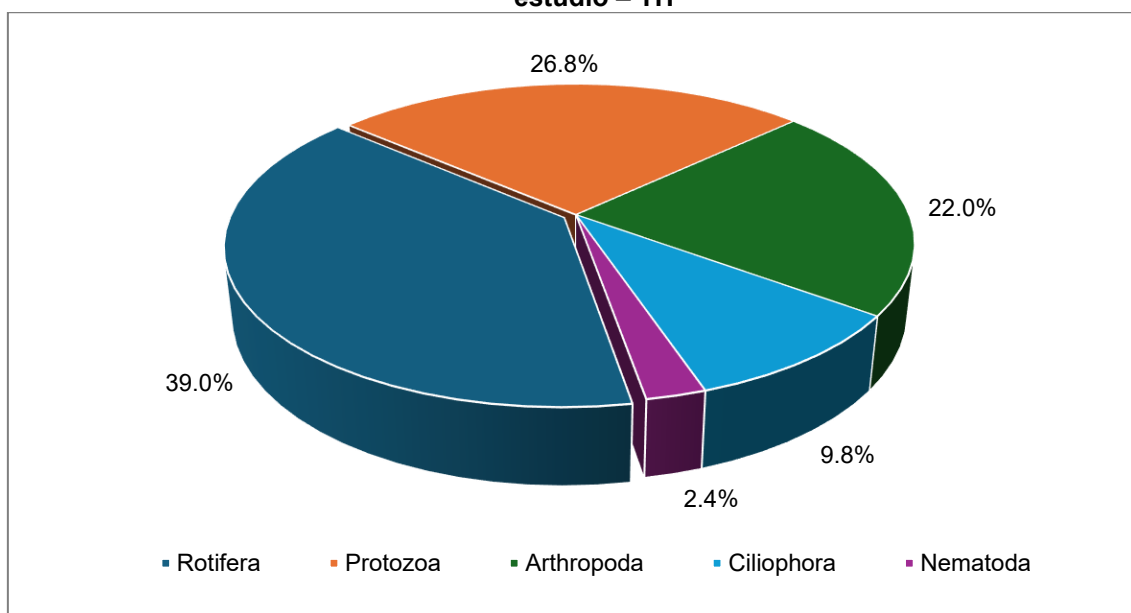
4.2.6.4.2.3.2.4 Cuencas totales

4.2.6.4.2.3.2.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de 41 especies, 22 familias, 16 órdenes, 09 clases y 05 Phylum. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Rotifera con 16 especies (39.0%), seguida de Protozoa con 11 especies (26.8%), Arthropoda con 9 especies (22. %). En menor riqueza Ciliophora con 04 especies (9.8%) y Nematoda con 01 especie (2.4%).

Gráfico 4.2.6-239

Riqueza total de los phyla de zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH

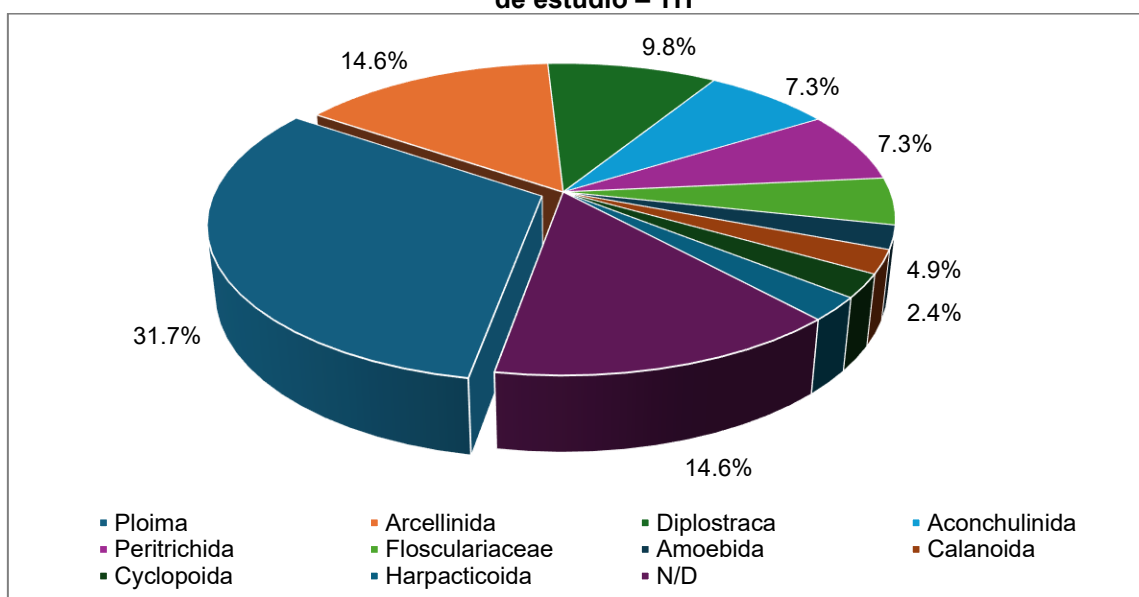


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas abarcadas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Ploima el cual registró un total de 13 especies (31.7%), seguida de Arcellinida con 06 especies (14.6%) y Diplostraca con 04 especies (9.8%). Por el contrario, los órdenes que presentaron una riqueza de 01 especie fueron Amoebida, Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida. Los órdenes no determinados (N/D) registraron 06 especies.

Gráfico 4.2.6-240

Riqueza total de los órdenes de zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



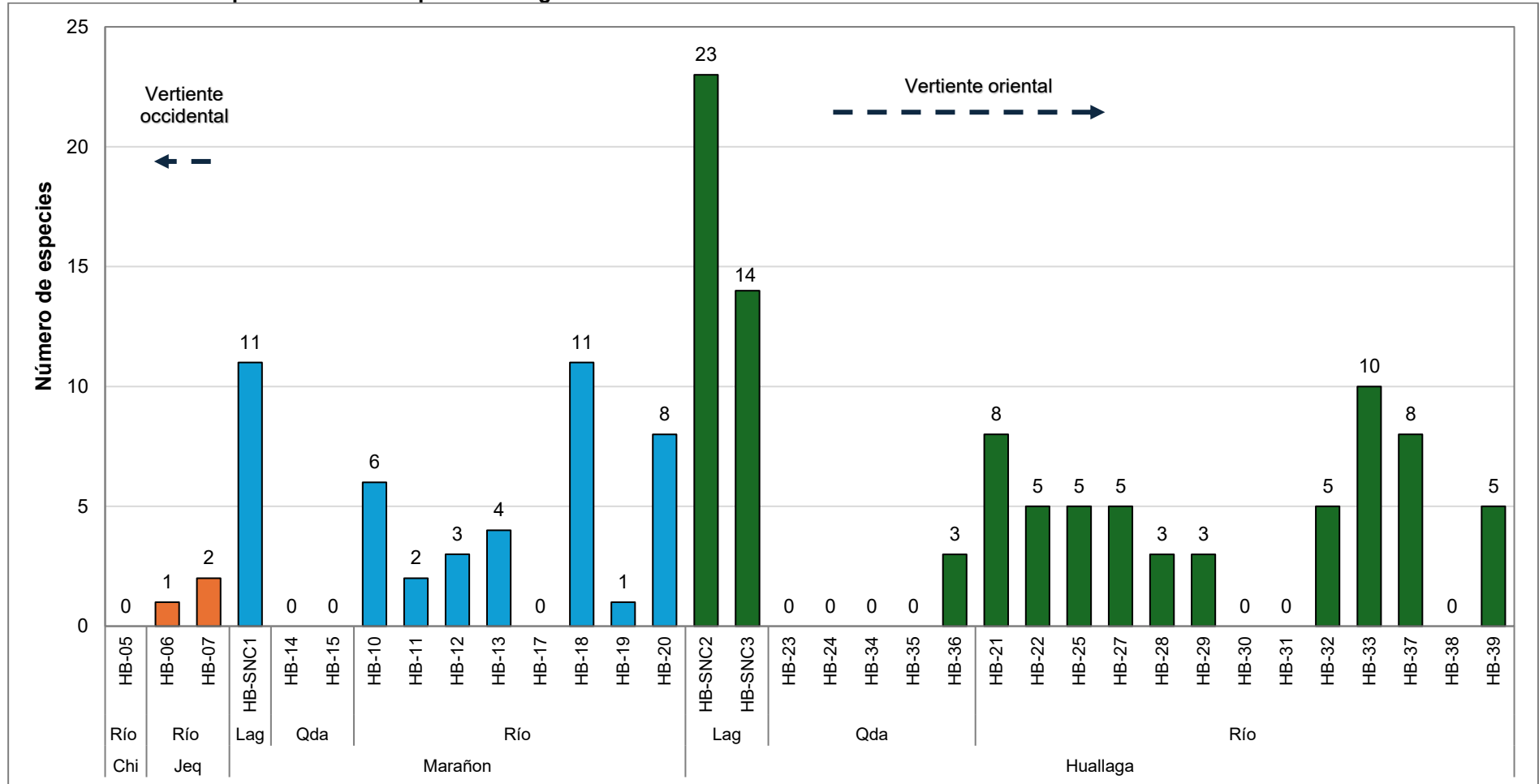
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, Las estaciones de la laguna HB-SNC2 y HB-SNC3 ubicadas en la cuenca del Marañón presentaron la mayor riqueza, registrando un total de 23 y 14 especies, respectivamente; seguida por las estaciones HB-SNC1 (laguna) y HB-18 (río) en la cuenca del Marañón con 11 especies cada uno. En contraste, las estaciones con menor riqueza fueron HB-06 con 01 especie y HB-07 con 02 especies ubicadas en la cuenca Jequetepeque; y HB-19, río ubicado en la cuenca del Marañón, con 01 especie.

A nivel general, se identificó que ciertas estaciones no presentaron registros de especies de zooplancton. En las estaciones con presencia de estas, la riqueza varió entre 1 y 23 especies, evidenciando una notable heterogeneidad en la composición y diversidad de las comunidades zooplanctónicas del área de estudio.

Gráfico 4.2.6-241

Riqueza total del zooplancton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TH



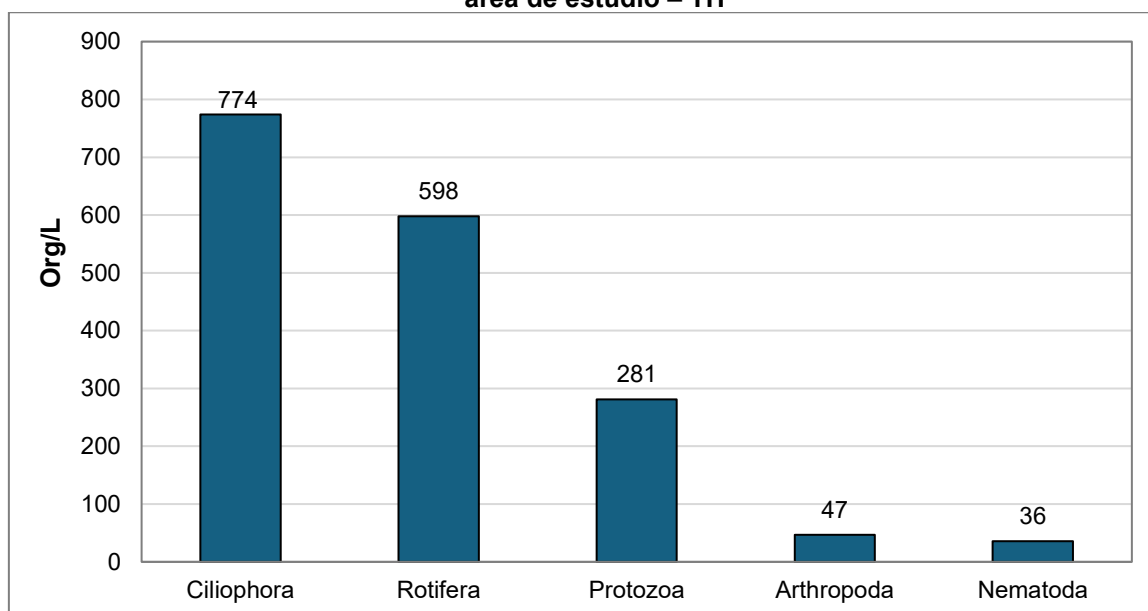
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró una abundancia total de 1716 Org/L. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada a nivel de estudio fue Ciliophora con 774 Org/L (44.6%), seguida por Rotifera con 598 Org/L (34.4%) y Protozoa con 281 Org/L (16.2%). La dominancia de estas phyla sería por la capacidad que tienen para prosperar en ambientes con alta carga orgánica, lo cual es común en sistemas con productividad moderada a alta, reflejando una comunidad zooplanctónica bien estructurada (Del Águila et al., 2015).

Por otro lado, con menores abundancias se encontraron Arthropoda con 47 Org/L (2.7%) y Nematoda con 36 Org/L (2.1%).

Gráfico 4.2.6-242
Abundancia total de los phyla del zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



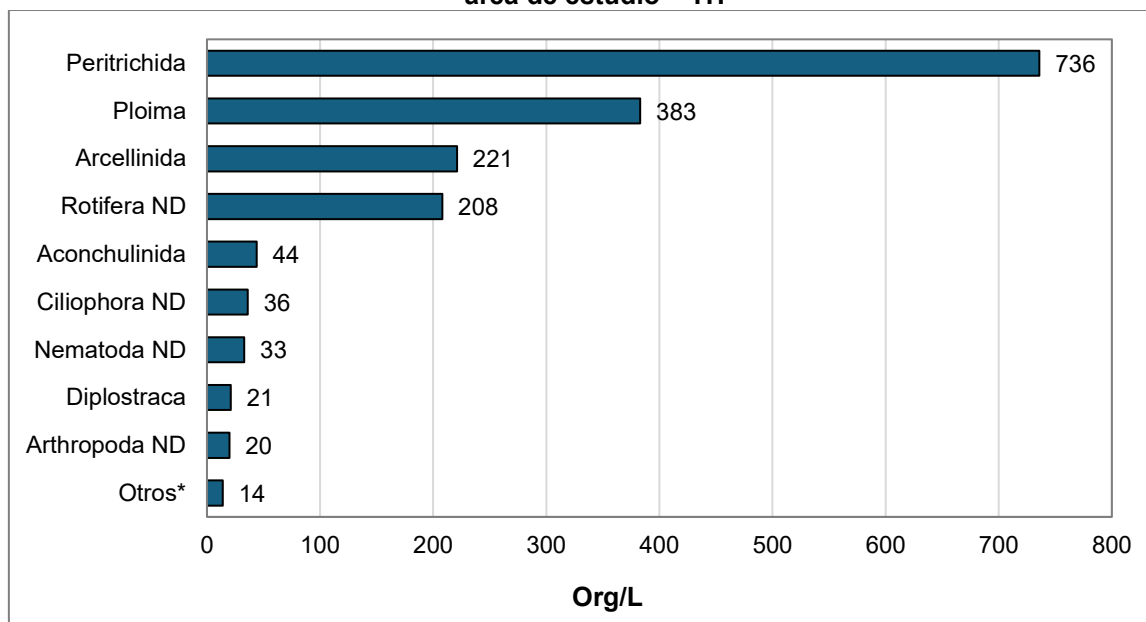
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Peritrichida con 736 Org/mL (42.9%), seguido por Ploima con 383 Org/L (22.3%), Arcellinida con 221 Org/L (12.9%) y Rotifera ND. con 208 Org/L (12.1%). La alta abundancia de estos órdenes refleja cuerpos de agua con buena disponibilidad de materia orgánica, nutrientes y microhábitats estables, estas condiciones favorecen el desarrollo de ciliados sésiles, rotíferos planctónicos y amebas testáceas, comunes en sistemas continentales con productividad media a alta y cierta influencia antrópica (Gutiérrez & De la Cruz, 2014).

Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 44 Org/L (Aconchulinida) a 20 Org/L (Arthropoda ND). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 20 Org/L se agruparon en la categoría de “Otros”.

Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 44 Org/L (Aconchulinida) a 20 Org/L (Arthropoda ND). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 20 Org/L se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-243
Abundancia total de los órdenes del zooplancton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH

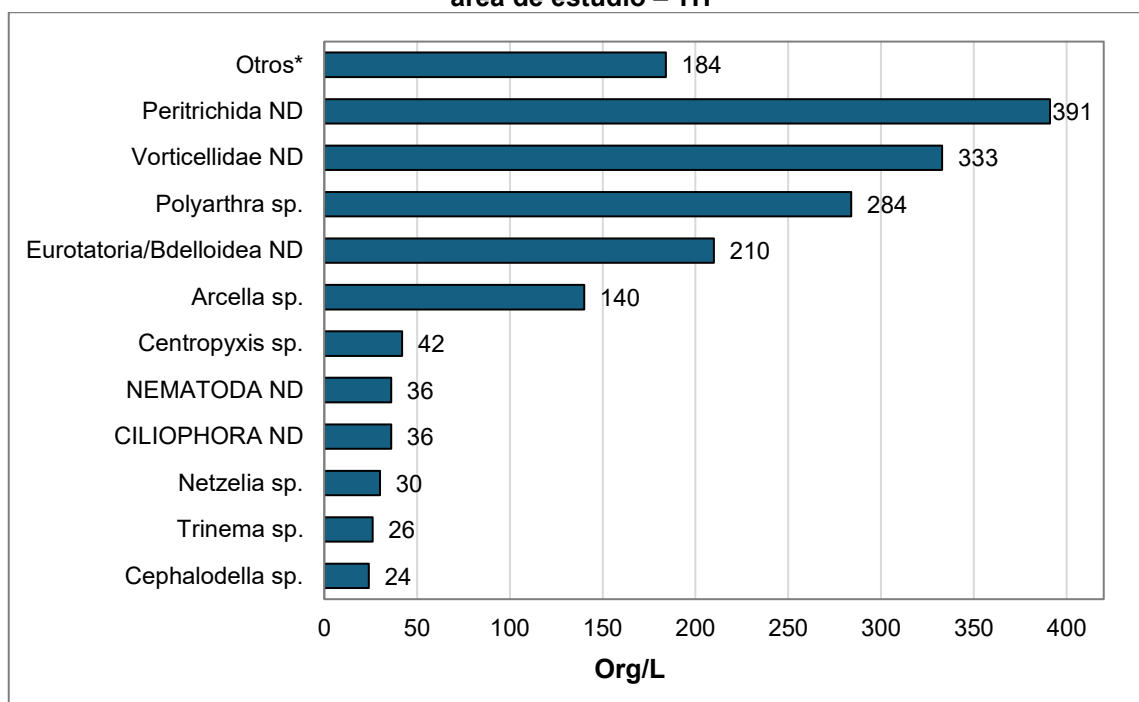


Otros*: Especies que presentaron una abundancia de 20 Org/L.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, el morfotipo Peritrichida ND presentó la mayor abundancia con 391 Org/L, seguido por Vorticellidae ND con 333 Org/L, la especie *Polyarthra* sp. con 284 Org/L y del morfotipo Eurotatoria/Bdelloidea ND con 210 Org/L. En contraste la especie *Cephalodella* sp., mostró la menor abundancia con 24 Org/L, junto a las especies registradas en la categoría de “Otros” que reflejaron abundancias menores a 20 Org/L.

Gráfico 4.2.6-244

Abundancia total de las especies del zooplancton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TH



Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor a 20 Org/L.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para todas las cuencas se mostró que, los puntos evaluados en las lagunas registraron mayor abundancia, específicamente en las estaciones HB-SNC2 (1748 Org/L) y HB-SNC3 (244 Org/L) en la cuenca del Huallaga; y HB-SNC1 (898 Org/L) en la cuenca del Maraón. Esto sugiere que las condiciones típicas de estos ecosistemas lénticos, como mayor tiempo de residencia del agua, menor turbulencia, mayor acumulación de nutrientes y mayor estabilidad térmica favorecen la producción primaria y el desarrollo de comunidades zooplanctónicas más densas y diversas. Además, las lagunas suelen presentar zonas con alta disponibilidad de alimento (fitoplancton y detritos), lo que impulsa el crecimiento de las poblaciones zooplanctónicas (Thorp & Covich, 2010; Del Águila et al., 2015).

Las estaciones ubicadas en las quebradas de la cuenca del Maraón no registraron presencia de zooplancton. De igual forma, en la cuenca del Huallaga, todas las estaciones mostraron ausencia de estos organismos, a excepción de HB-36, que registró una abundancia muy baja (6 Org/L). Esta escasa presencia podría estar asociada a condiciones desfavorables como baja disponibilidad de nutrientes, escasa retención de agua, alta turbulencia, y presiones ecológicas como la competencia y predación, que limitan el desarrollo de comunidades zooplanctónicas (Allan & Castillo, 2007)

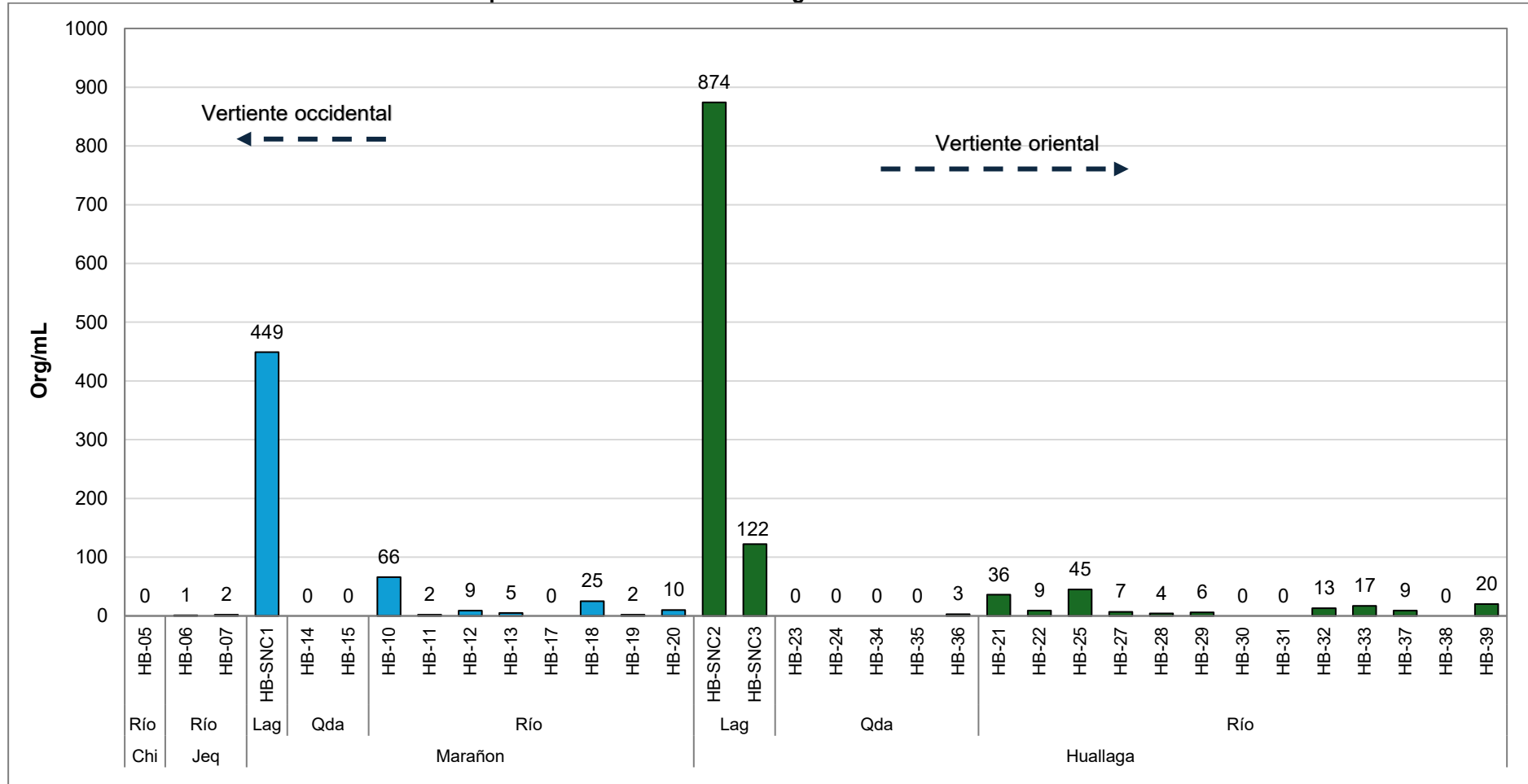
A nivel de cuenca, Chicama no registró individuos de zooplancton, mientras que en Jequetepeque las abundancias fueron consistentemente bajas, con valores de 2 Org/L en la estación HB-06 y 4 Org/L en HB-07. Estos resultados sugieren que ambas cuencas presentan condiciones menos favorables para el desarrollo de comunidades

zooplanctónicas, posiblemente debido a limitaciones en la disponibilidad de nutrientes, características hidrológicas o presiones ambientales locales.

Las estaciones ubicadas en los ríos de las cuencas Marañón y Huallaga mostraron una alta variabilidad en la abundancia de zooplancton, con valores que oscilaron entre 4 y 132 Org/L. Esta variabilidad sugiere la presencia de estaciones con condiciones tanto favorables como desfavorables para el desarrollo de estas comunidades, posiblemente relacionadas con diferencias en el flujo de agua, disponibilidad de nutrientes y presión antrópica local.

Gráfico 4.2.6-245

Abundancia total del zooplancton en las estaciones registradas en las cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeque: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.5 Diversidad alfa

Los resultados del análisis del zooplancton reflejan variaciones en los índices de diversidad alfa según la cuenca y el tipo de cuerpo de agua. En la cuenca Chicama, la estación HB-05 no presentó registros de zooplancton, lo que impidió calcular los índices de diversidad. Esta ausencia sugiere condiciones poco favorables para el desarrollo de estas comunidades.

En la cuenca Jequetepeque, las estaciones HB-06 y HB-07 mostraron muy baja abundancia (2 y 4 Org/L, respectivamente), con riqueza mínima. Sin embargo, en HB-07, el índice de equidad de Pielou fue perfecto ($J' = 1.000$), y la diversidad Shannon-Wiener alcanzó 1.443 nats/ind, lo que sugiere que, aunque la comunidad es poco compleja, las especies están uniformemente representadas. La laguna HB-SNC1 destacó con una mayor abundancia (449 Org/L) y riqueza (11 especies), aunque presentó diversidad y equidad moderadas ($H' = 1.637$, $J' = 0.246$), lo cual indica dominancia de algunas especies.

En la cuenca Marañón, los ríos mostraron gran variabilidad. Por ejemplo, HB-10 presentó diversidad alta ($H' = 1.801$, $D_m = 1.193$) y una equidad de 0.696, mientras que HB-18 registró un índice Shannon-Wiener elevado (3.077 nats/ind), con una equidad alta ($J' = 0.8896$), reflejando una comunidad bien distribuida. Por el contrario, HB-19 presentó diversidad nula ($H' = 0$, $D_m = 0$), a pesar de registrar 2 organismos. En las lagunas, HB-SNC2 alcanzó la mayor riqueza (23 especies) y abundancia (874 Org/L), con una diversidad relativamente alta ($H' = 2.793$) y una equidad de 0.6175, mientras que HB-SNC3 presentó valores más bajos en todos los índices, lo que indica dominancia de ciertas especies.

En la cuenca Huallaga, las lagunas evaluadas mostraron diferencias claras: HB-SNC2 alcanzó una diversidad moderada ($H' = 2.793$) y riqueza alta (23 especies), con una equidad de 0.6175, mientras que HB-SNC3 tuvo diversidad menor ($H' = 2.146$, $J' = 0.5637$), indicando mayor dominancia específica. En las quebradas, la mayoría de estaciones no registró zooplancton, excepto HB-36, que presentó baja diversidad ($H' = 1.585$) y equidad media ($J' = 1.000$), lo cual es atípico y sugiere igualdad entre pocas especies presentes.

En los ríos del Huallaga, estaciones como HB-21, HB-22 y HB-25 mostraron diversidad moderada (H' entre 2.113 y 2.567 nats/ind) y equidad perfecta ($J' = 1.000$), lo que sugiere una comunidad balanceada. Otras estaciones como HB-38 y HB-39 alcanzaron índices de diversidad aún más altos ($H' = 2.948$ y 2.104 respectivamente), con equidad también alta ($J' > 0.9$), lo cual indica comunidades complejas y bien estructuradas.

A nivel general, se observa que las lagunas tienden a albergar comunidades con mayor riqueza y abundancia, aunque con variabilidad en la equidad. Por otro lado, los ríos presentan una gama más amplia de condiciones, desde estaciones con alta diversidad hasta otras con comunidades simplificadas. Las quebradas fueron los cuerpos de agua menos diversos, con muchas estaciones sin registros de zooplancton. Algunos resultados resaltan la heterogeneidad de las comunidades de zooplancton en las cuencas estudiadas.

Tabla 4.2.6-18
Índice de diversidad alfa para el fitoplancton en las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou(J')
Chicama	Río	HB-05	-	-	-	-	-
Jequetepeque	Río	HB-06	1	1	-	-	-
		HB-07	2	2	1	1.443	1
Marañón	Laguna	HB-SNC1	11	449	1	1.637	0.246
	Quebrada	HB-14	0	0	-	-	-
		HB-15	0	0	-	-	-
	Río	HB-10	6	66	1.801	1.193	0.6966
		HB-11	2	2	1	1.443	1
		HB-12	3	9	1.224	1	1
		HB-13	4	5	1.922	1.864	1
		HB-17	0	0	-	-	-
		HB-18	11	25	3.077	3.107	0.8896
		HB-19	1	2	0	0	-
		HB-20	8	10	2.922	3	1
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	23	874	2.793	3.248	0.6175
		HB-SNC3	14	122	2.146	2.706	0.5637
	Quebrada	HB-23	0	0	-	-	-
		HB-24	0	0	-	-	-
		HB-34	0	0	-	-	-
		HB-35	0	0	-	-	-
		HB-36	3	3	1.585	2	1

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou(J')
	Río	HB-21	8	36	2.567	1.953	1
		HB-22	5	9	2.113	2	1
		HB-25	5	45	2.239	1.051	1
		HB-27	5	7	2.128	2.056	0.9165
		HB-28	3	4	2	1.443	0.9464
		HB-29	3	6	1.459	1.116	1
		HB-30	0	0	0	-	-
		HB-31	0	0	0	-	-
		HB-32	5	13	2.104	1.559	0.9061
		HB-33	10	17	3	3.177	0.9692
		HB-37	8	9	2.948	3.186	0.9826
		HB-38	0	0	0	-	-
		HB-39	5	20	2.104	1.335	0.906

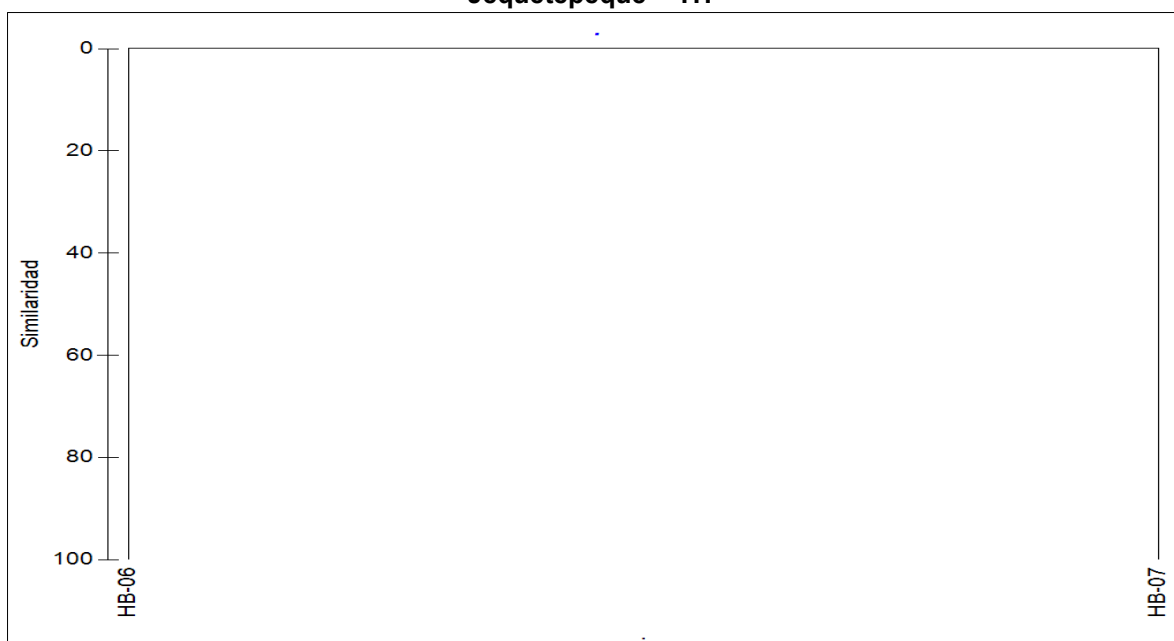
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.6 Diversidad beta

4.2.6.4.2.3.2.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

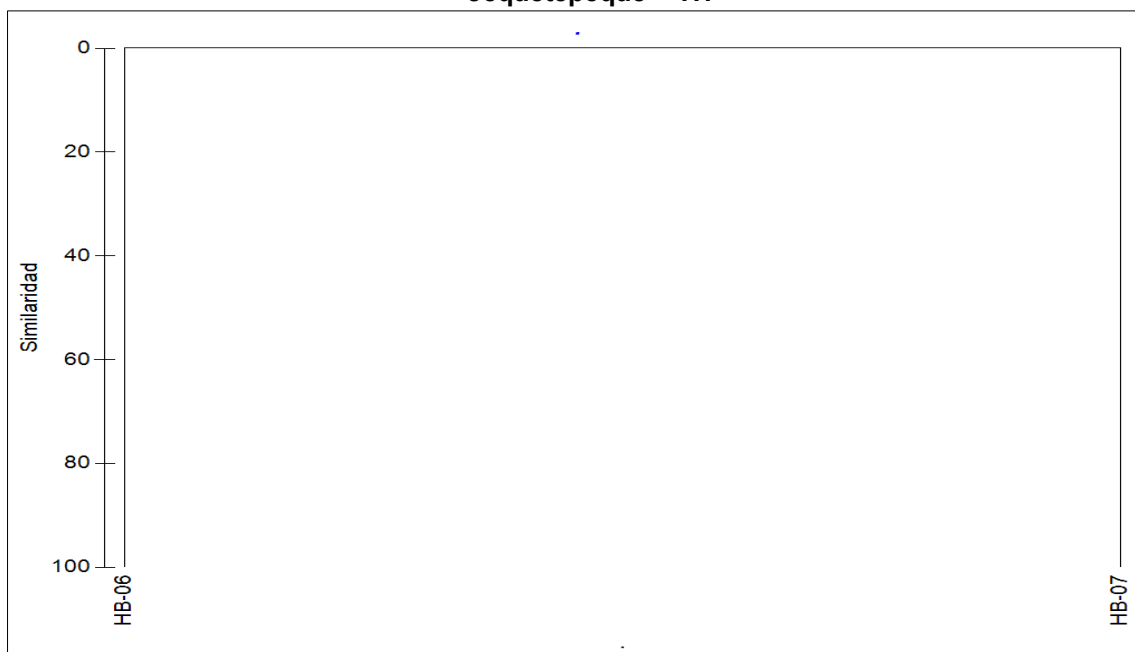
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos mostraron un valor de 0% entre las estaciones HB-06 y HB-07, lo que indica que no comparten especies en común. Si bien ambas estaciones pertenecen a la misma cuenca (Jequetepeque) y corresponden a cuerpos de agua lóticos, esta baja similitud puede atribuirse a la escasa riqueza registrada en cada una: HB-06 presentó una sola especie, mientras que HB-07 registró dos especies diferentes. Esta diferencia sugiere condiciones ecológicas locales contrastantes, posiblemente relacionadas con el tipo de sustrato, niveles de nutrientes, lo cual se refleja en la composición específica de la comunidad zooplanctónica.

Gráfico 4.2.6-246
Índice de similaridad de Sorensen para el zooplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-247
Índice de similitud de Jaccard para el zooplancton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.6.2 Cuenca de Marañón

Los índices de similitud de Morisita y Jaccard revelaron una estructura clara en la composición del zooplancton entre estaciones, identificando dos grandes grupos con similitudes generales bajas: 22% según Morisita y 18% según Jaccard. Cabe destacar que las estaciones HB-14, HB-15 y HB-17 no registraron zooplancton, lo que puede haber influido en su agrupamiento marginal o aislado en los análisis.

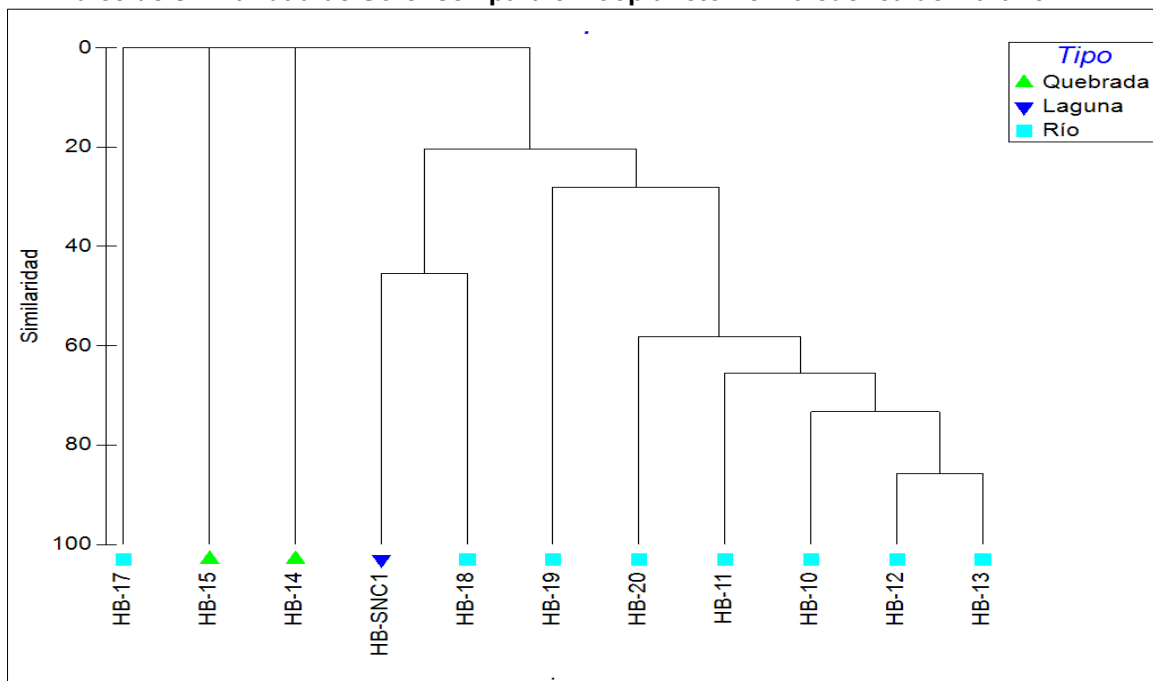
El primer grupo estuvo conformado por las estaciones HB-10, HB-11, HB-12, HB-13, HB-19 y HB-20, todas correspondientes a ríos. Dentro de este conjunto, HB-12 y HB-13 mostraron la mayor similitud, con un 85.7% según Morisita y 75% según Jaccard, indicando una composición zooplanctónica prácticamente compartida. Las estaciones HB-10 y HB-11 también presentaron alta similitud (66.6% Morisita, 50% Jaccard). Mientras que HB-19 se mantuvo más aislada con respecto al resto.

El segundo grupo integró a HB-18 y HB-SNC1. La estación HB-SNC1 (laguna) mostró similitud moderada con HB-18 (45.4% Morisita, 29.4% Jaccard), reflejando una posible conexión con cuerpos de agua lénticos o de baja corriente.

Este patrón general sugiere que el tipo de cuerpo de agua (río, quebrada o laguna) y las condiciones locales como caudal, conectividad y características fisicoquímicas son factores determinantes en la distribución del zooplancton. La ausencia total de zooplancton en ciertas estaciones podría evidenciar condiciones menos favorables para su desarrollo, contribuyendo a la segmentación observada en los análisis de similitud.

Gráfico 4.2.6-248

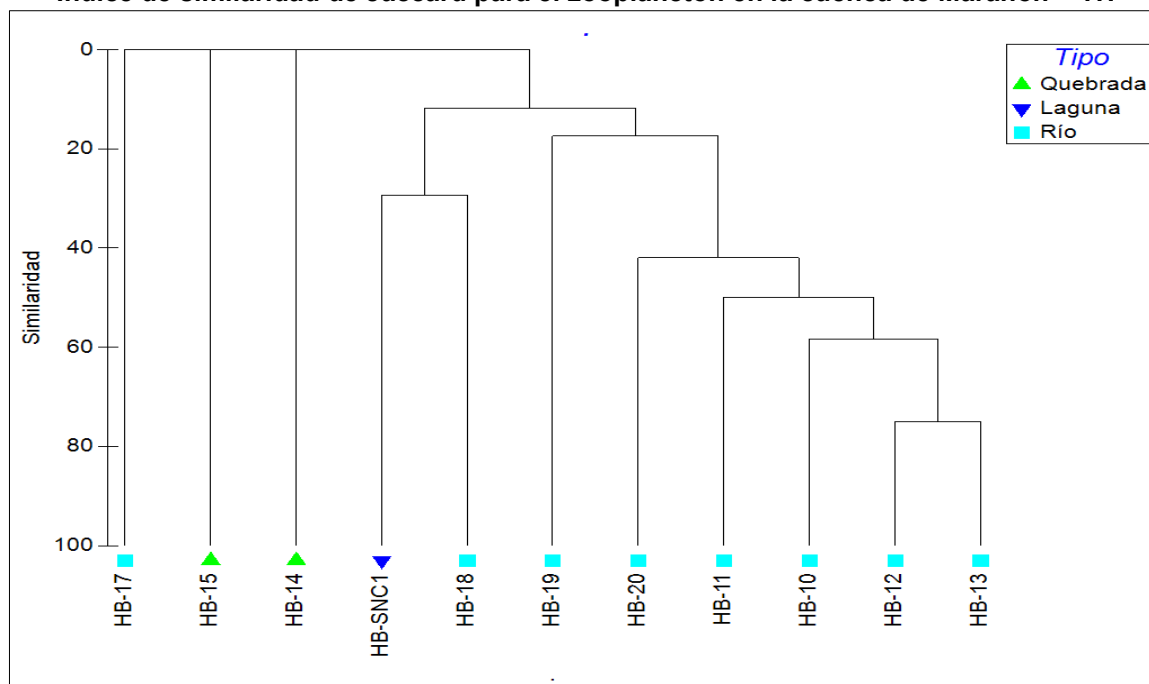
Índice de similaridad de Sorensen para el zooplancton en la cuenca de Marañon – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-249

Índice de similaridad de Jaccard para el zooplancton en la cuenca de Marañon – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.2.6.3 Cuenca de Huallaga

En relación con los índices de similitud de Sorenseny Jaccard, ambos permitieron identificar dos grupos principales con similitudes generales bajas, lo que sugiere una

diferenciación considerable entre las comunidades de zooplancton. Las estaciones HB-23, HB-24, HB-34, HB-35, HB-30, HB-31 y HB-38 no registraron especies de zooplancton, lo que puede haber influido en su agrupamiento marginal o aislado en los análisis.

Los dos grupos claramente definidos: uno conformado exclusivamente por las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 (ambas de tipo laguna), y el segundo grupo que incluye al resto de las estaciones, en su mayoría correspondientes a ríos y quebradas. En el índice de Jaccard, se mantiene esta separación entre los dos grupos, aunque con diferencias porcentuales más bajas, lo que indica una menor coincidencia en la composición de especies.

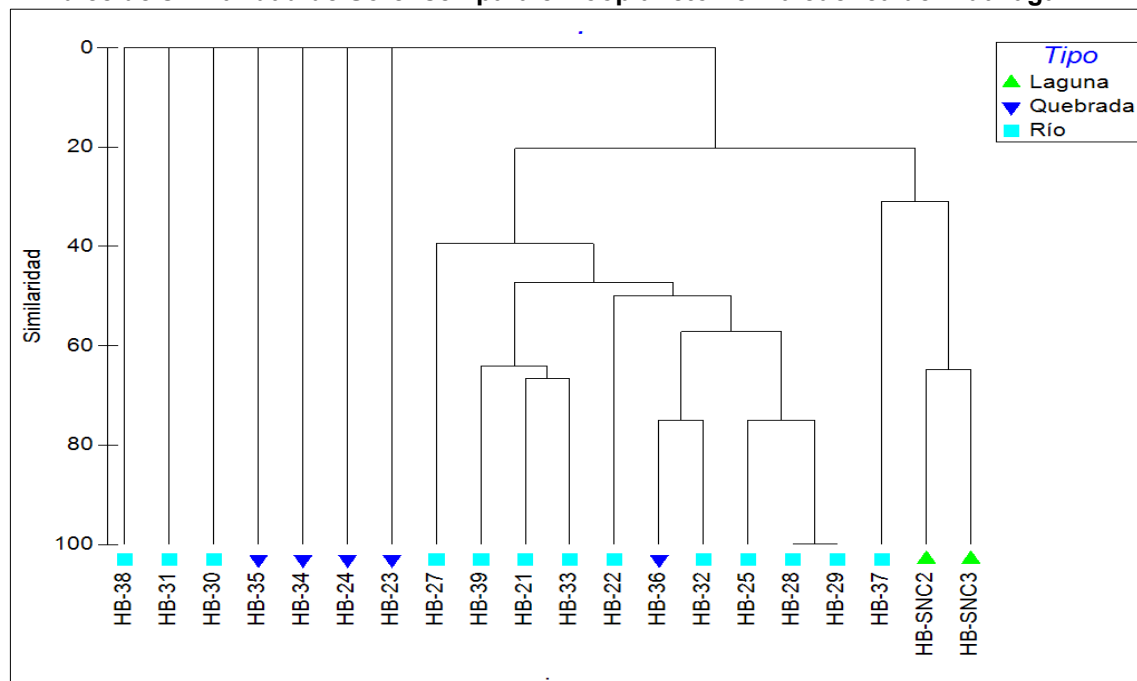
El primer grupo: las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 se diferencian fuertemente del resto, con valores de similitud del 48% en Jaccard y 65% en Sorensen. Esto resalta una y posiblemente exclusiva de estas lagunas.

En el segundo grupo: las estaciones HB-25 y HB-29 (tipo río) mostraron altas similitudes en ambos índices (alrededor del 100% en Sorensen y 100% en Jaccard), lo que indica una composición zooplanctónica muy parecida entre ellas. Asimismo, las estaciones HB-36 y HB-32 presentaron similitudes relativamente altas (alrededor del 75% en Sorensen y 60% en Jaccard), lo cual también sugiere una comunidad zooplanctónica compartida en gran parte.

En resumen, ambos índices concuerdan en la existencia de una diferenciación clara entre lagunas y los otros cuerpos de agua (ríos y quebradas), y también evidencian cómo la ausencia de especies influye en la agrupación de ciertas estaciones, indicando patrones que pueden estar más relacionados con la presencia/ausencia de fauna que con la composición específica.

Gráfico 4.2.6-250

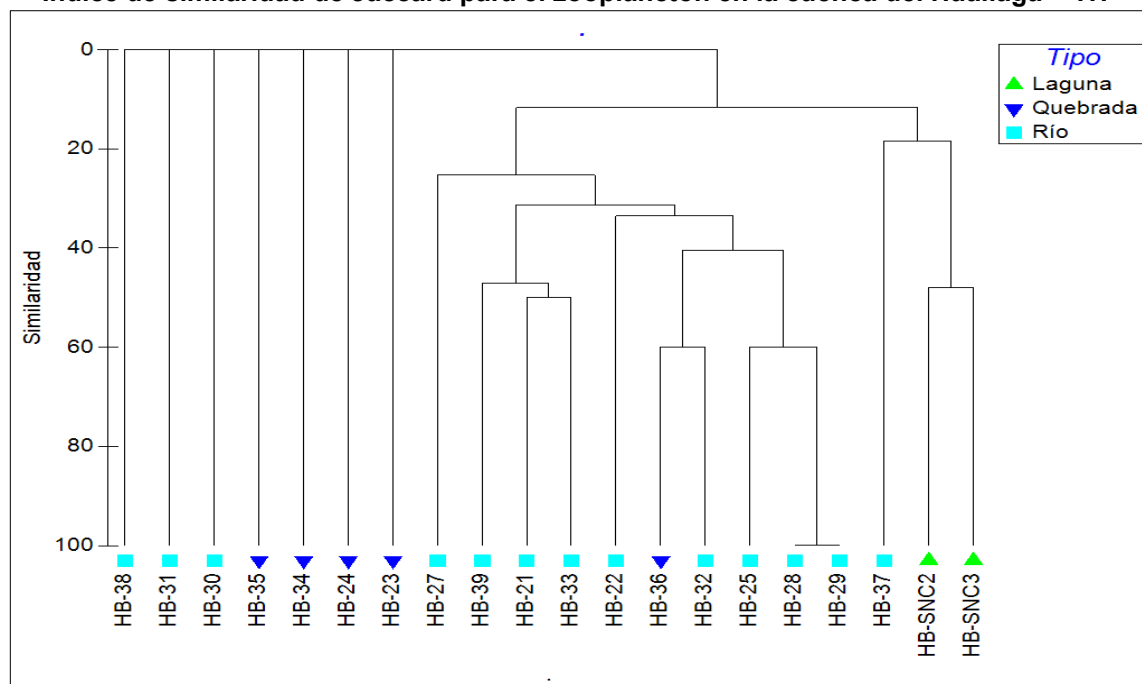
Índice de similaridad de Sorensen para el zooplancton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-251

Índice de similaridad de Jaccard para el zooplancton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3 Perifiton

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los

resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

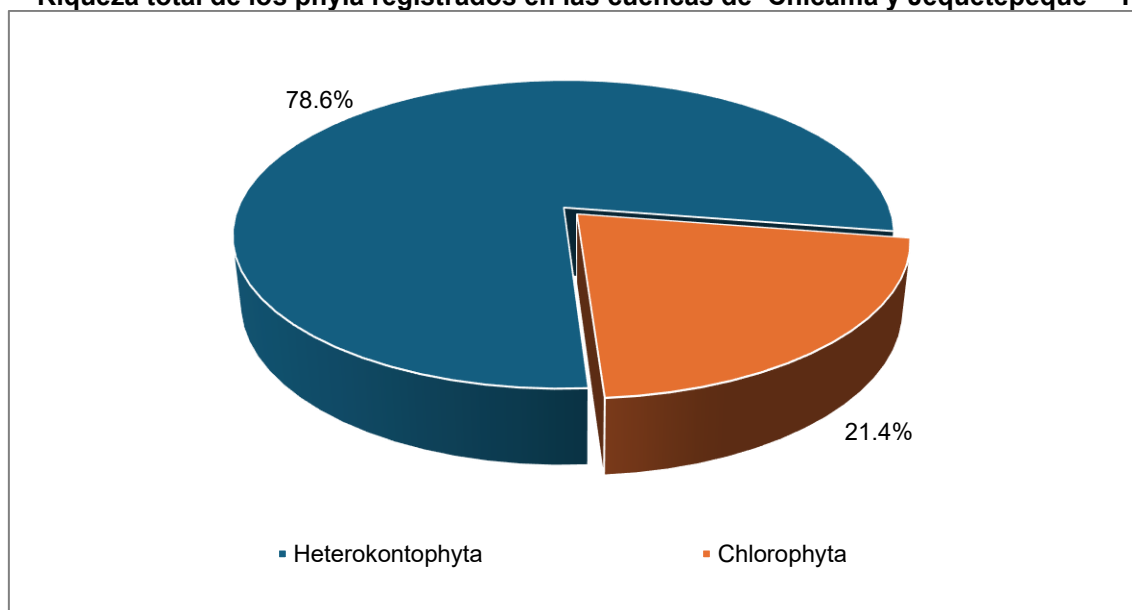
4.2.6.4.2.3.3.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, las estaciones HB-06 y HB-07 tuvieron agua disponible. Como resultado, se mantuvo una única estación activa por cuenca.

4.2.6.4.2.3.3.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas Chicama y Jequetepeque se registraron un total de 14 especies, pertenecientes a 11 familias, 10 órdenes, cuatro (04) clases y dos (02) phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para dichas cuencas fue Heterokontophyta con 11 especies (78.6%) y la otra phyla registrada Chlorophyta con 03 especies (21.4%).

Gráfico 4.2.6-252
Riqueza total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

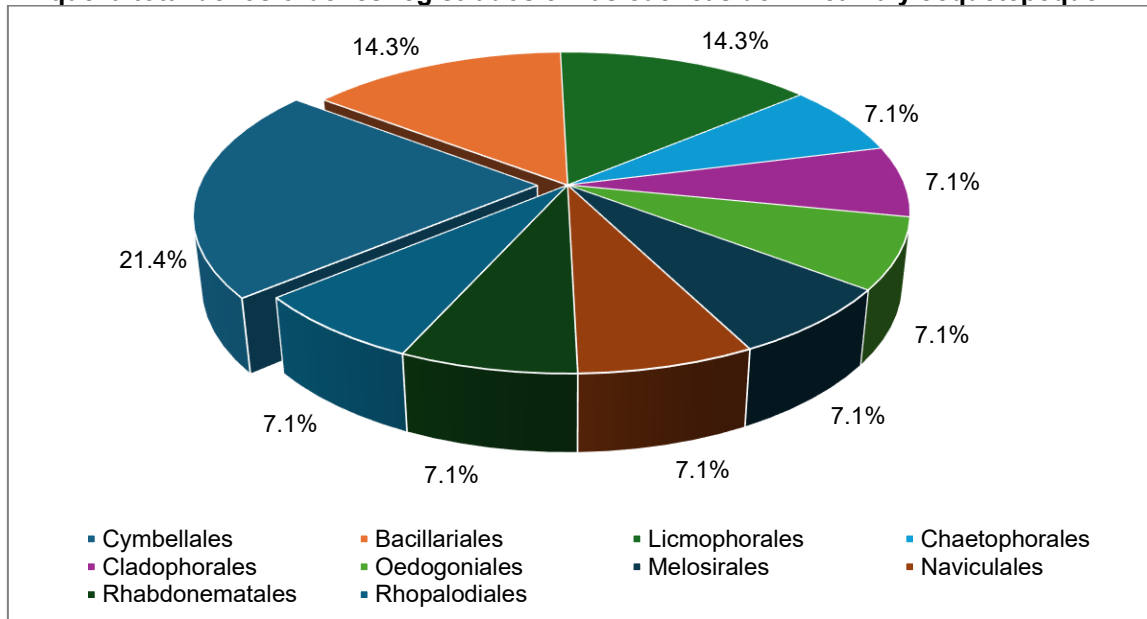


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados en las cuencas Chicama y Jequetepeque, se evidenció una mayor riqueza para los órdenes Cymbellales (Heterokontophyta) con 03 especies (21.4%), Bacillariales (Heterokontophyta) y Licmophorales (Heterokontophyta) con 02 especies (14.3%) cada uno. A continuación, se encontró una menor riqueza para el orden Chaetophorales (Chlorophyta), Cladophorales (Chlorophyta), Oedogoniales (Chlorophyta), Melosirales (Heterokontophyta), Naviculales (Heterokontophyta) y Rhabdonematales (Heterokontophyta) con 01 especie (6.3%) cada uno.

Gráfico 4.2.6-253

Riqueza total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

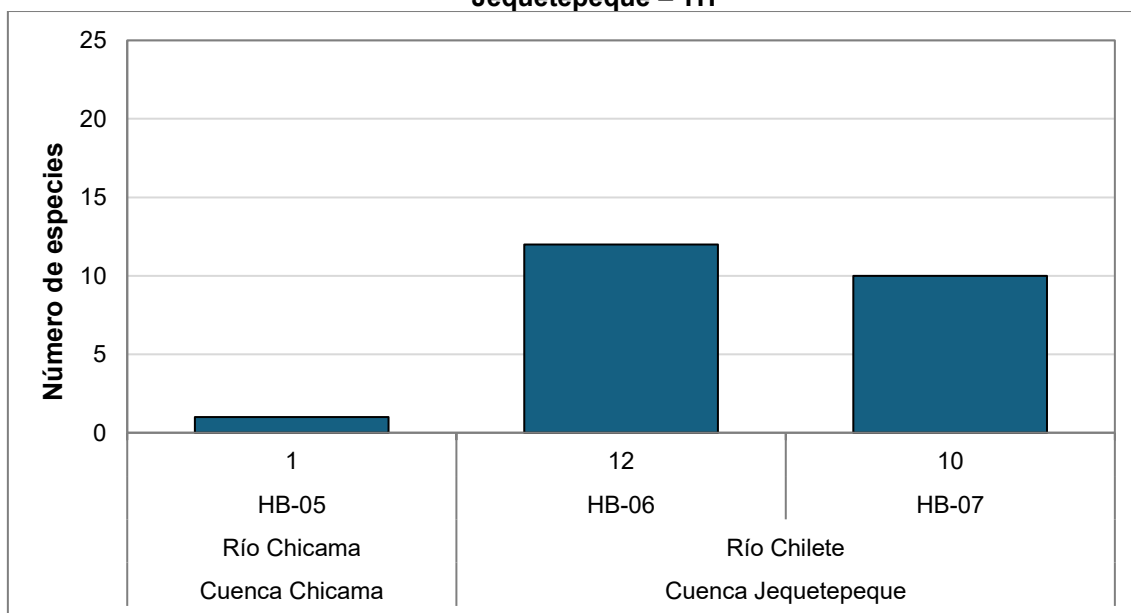


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca, se observó que la estación HB-05, ubicada en el río Chicama, perteneciente a la cuenca del río Chicama, presentó solo 01 especie registrada. En contraste, las estaciones HB-06 y HB-07 que pertenecen a la cuenca del río Jequetepeque, registraron 12 y 10 especies, respectivamente.

Gráfico 4.2.6-254

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

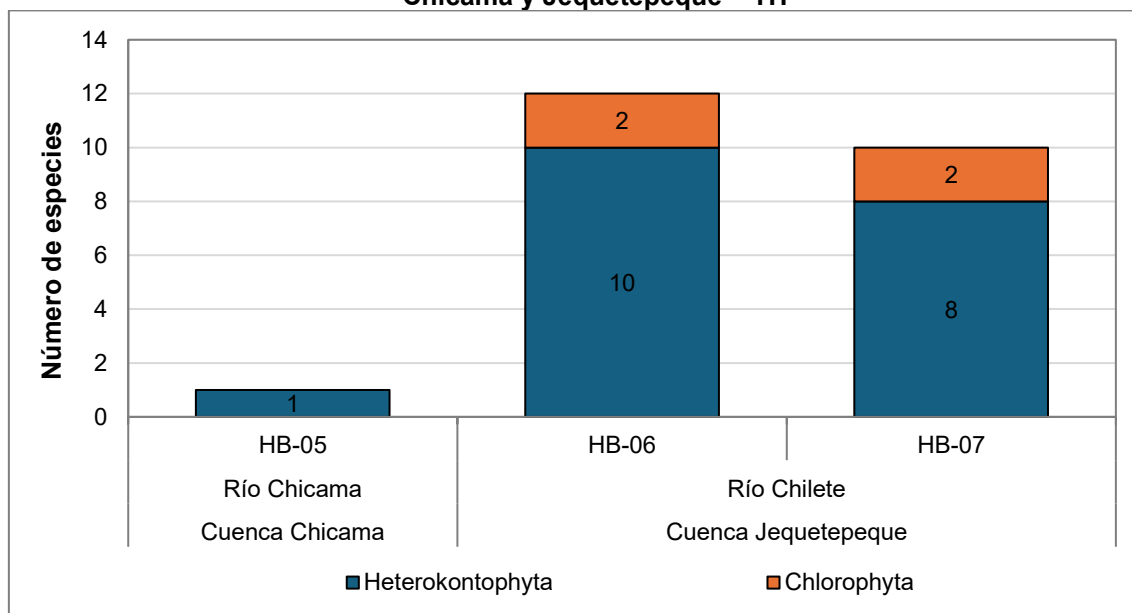


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las phyla registradas en las estaciones ubicadas en las cuencas de los ríos Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-06 (cuenca del río

Jequetepeque), el phylum Heterokontophyta presentó la mayor riqueza con 10 especies, seguido del phylum Chlorophyta con 2 especies. Este patrón también se repitió en la estación HB-07 (cuenca del río Jequetepeque), donde Heterokontophyta registró 8 especies y Chlorophyta 2 especies. En tanto, en la estación HB-05 (cuenca del río Chicama), se registró únicamente una especie del phylum Heterokontophyta, sin presencia de otras phyla en esta estación.

Gráfico 4.2.6-255
Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



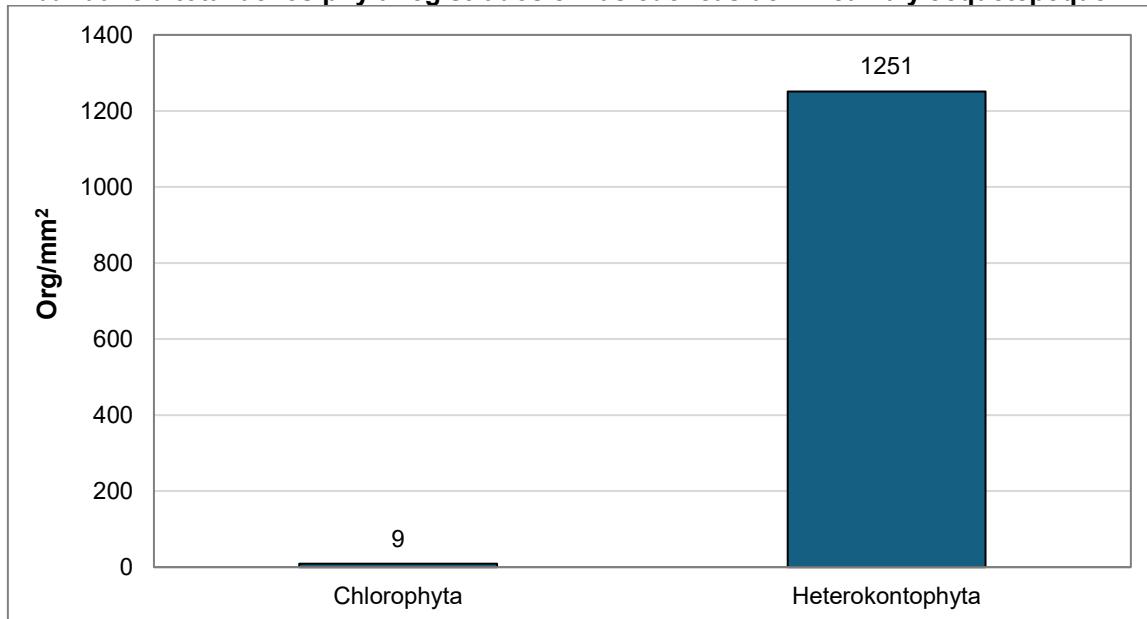
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.1.2 Abundancia

En el área de estudio, se reportó una abundancia total de 1260 Org/mm². El phylum Heterokontophyta registró la mayor abundancia con 1251 Org/mm² (99.3%) y en menor abundancia Chlorophyta 09 Org/mm² (<0.1%).

Gráfico 4.2.6-256

Abundancia total de los phyla registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

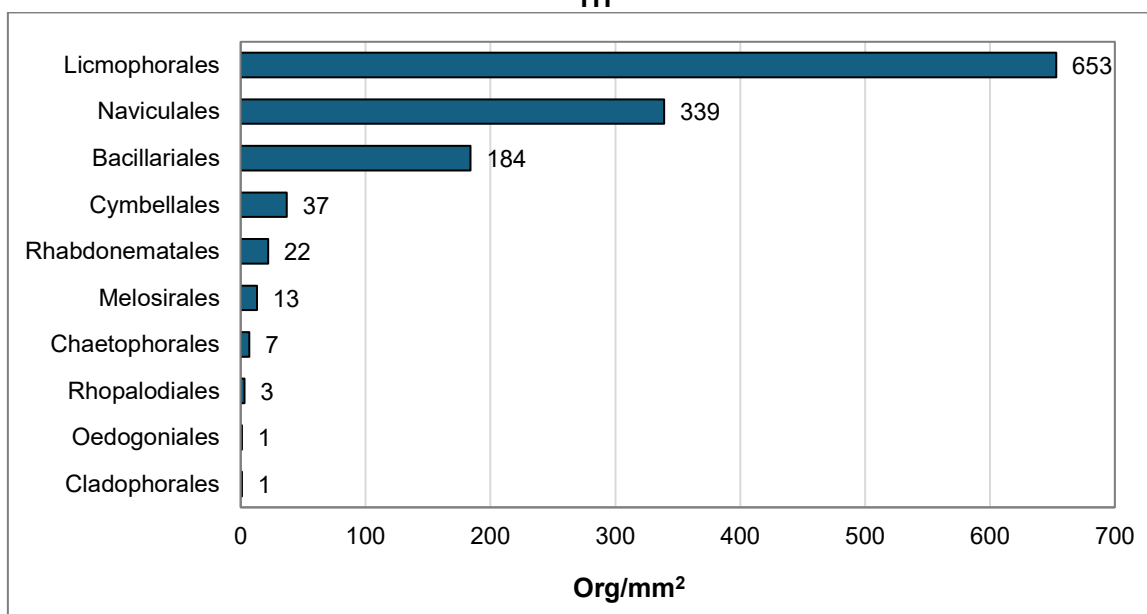


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general en las cuencas, se observó que el orden Licmophorales (Heterokontophyta) fue el de mayor abundancia, con 653 Org/mm² (53.3%), seguido por Naviculales (Heterokontophyta) con 339 Org/mm² (27.7%), Bacillariales (Heterokontophyta) con 184 Org/mm² (15.0%). Otros órdenes como Cymbellales (Heterokontophyta) presentó 37 Org/mm² (3.0%), Rhabdonematales, Melosirales, Chaetophorales, Rhopalodiales, Oedogoniales y Cladophorales presentaron abundancias mucho menores, inferiores al 2.0%.

Gráfico 4.2.6-257

Abundancia total de los órdenes registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

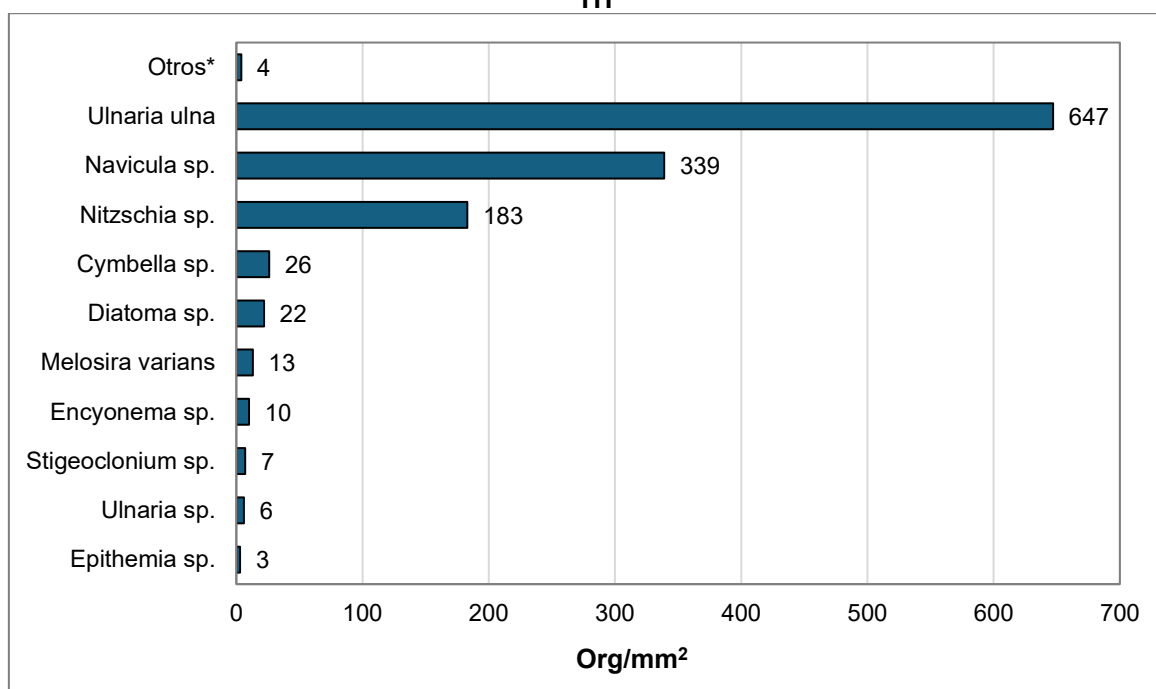


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en ambas cuencas, la especie *Ulnaria ulna* presentó la mayor abundancia, con 647 Org/mm², seguida por *Navicula sp.* con 339 Org/mm², *Nitzschia sp.* con 183 Org/mm², *Cymbella sp.* con 26 Org/mm², *Diatoma Sp.* con 22 Org/mm², *Melosira varians* con 13 Org/mm². Otras especies como *Encyonema sp.*, *Stigeoclonium sp.*, *Ulnaria sp.* y *Epithemia sp.* presentaron abundancias menores a 10 Org/mm². Finalmente, se agruparon bajo la categoría “Otros” aquellas especies que registraron un solo Org/mm².

Gráfico 4.2.6-258

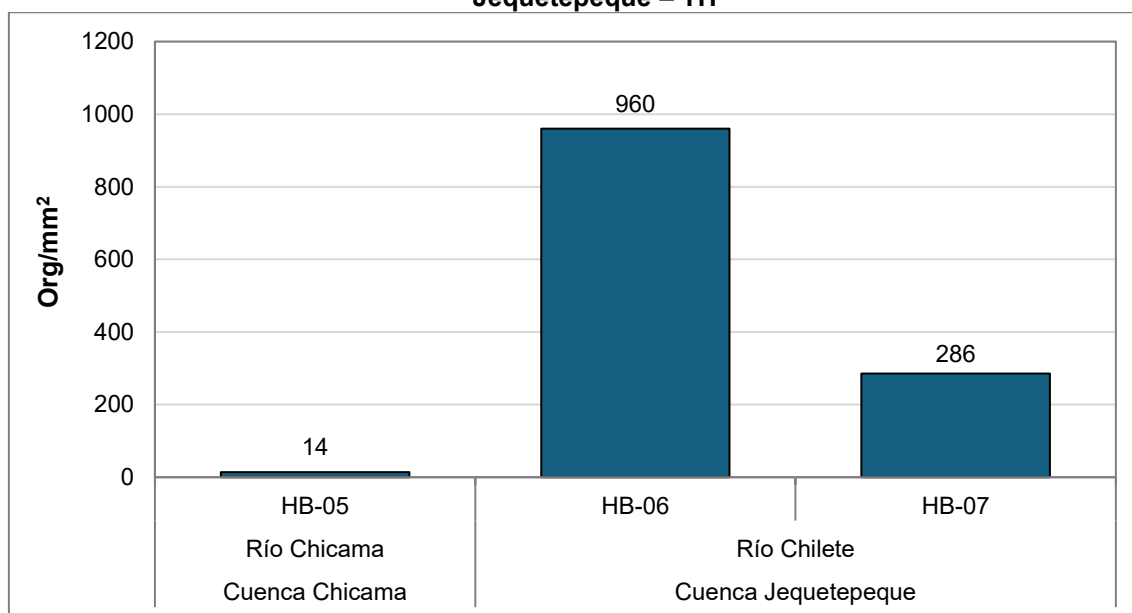
Abundancia total de las especies registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas en cada cuenca, se observó que las estaciones ubicadas en la cuenca Jequetepeque presentaron las mayores abundancias, la estación HB-06 registró la mayor abundancia con 960 Org/mm² y la estación HB-07 con 286 Org/mm². En cambio, la estación HB-05, situada en el río Chicama de la cuenca del mismo nombre presentó la menor abundancia con 14 Org/mm².

Gráfico 4.2.6-259
Abundancia Total de las estaciones registradas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

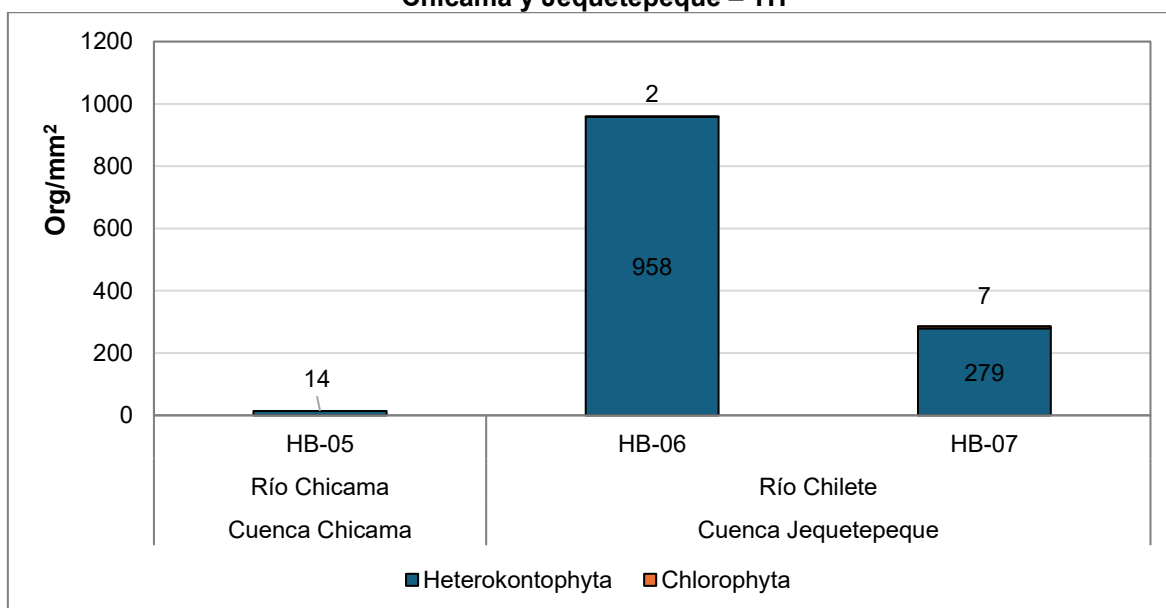


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las abundancias de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Jequetepeque, se observó que en la estación HB-06, el phylum Heterokontophyta presentó una abundancia marcadamente alta con 958 Org/mm², mientras que Chlorophyta registró apenas 2 Org/mm², lo que representa una diferencia considerable. Este patrón también se evidenció en la estación HB-07, donde Heterokontophyta alcanzó 279 Org/mm², mientras que Chlorophyta solo registró 7 Org/mm², razón por el cual en el presente gráfico no se logra visualizar la abundancia de estas; sin embargo, para un mayor detalle ver los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Este patrón también lo mostró la estación HB-05 de la cuenca de Chicama, mostró una clara dominancia de Heterokontophyta con 14 Org/mm², sin presencia significativa de otros phyla.

Gráfico 4.2.6-260
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



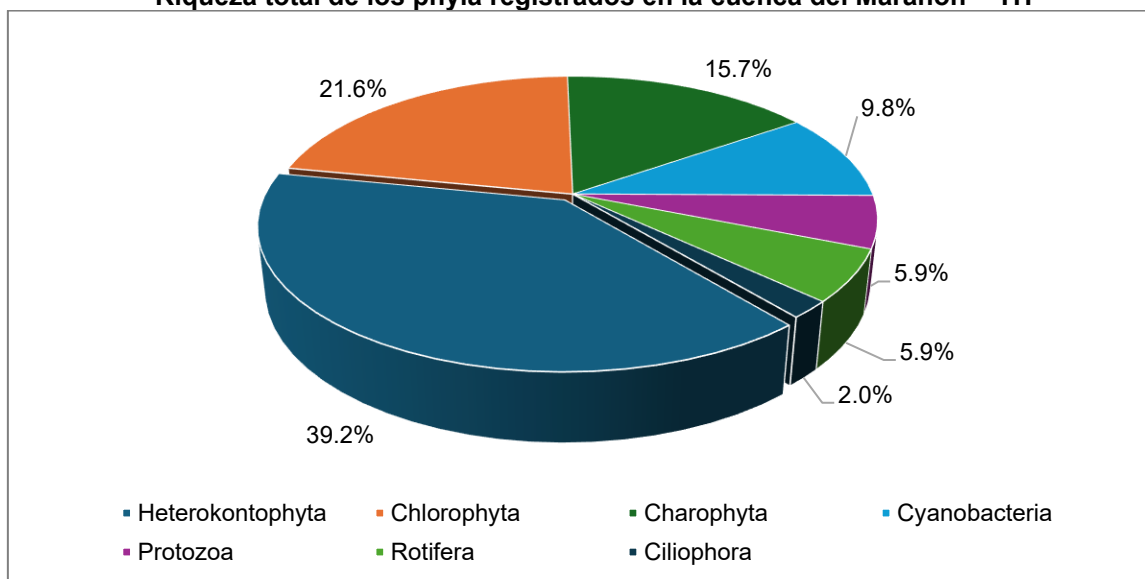
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.2 Cuenca Marañón

4.2.6.4.2.3.3.2.1 Riqueza

En el área de estudio de la cuenca, se registraron un total de 51 especies, 31 familias, 24 órdenes, 11 clases y siete (07) phyla. El phylum con mayor riqueza fue Heterokontophyta con 20 especies (39.2%), seguida de Chlorophyta con 11 especies (21.6%) y Charophyta con 8 especies (15.7%). Mientras que los phylum con menores riqueza fueron Cyanobacteria con 05 especies (9.8%), seguido del phylum Protozoa y Rotifera con 03 especies (5.9%) cada uno; y Ciliophora con 01 especie (2.0%) cada una.

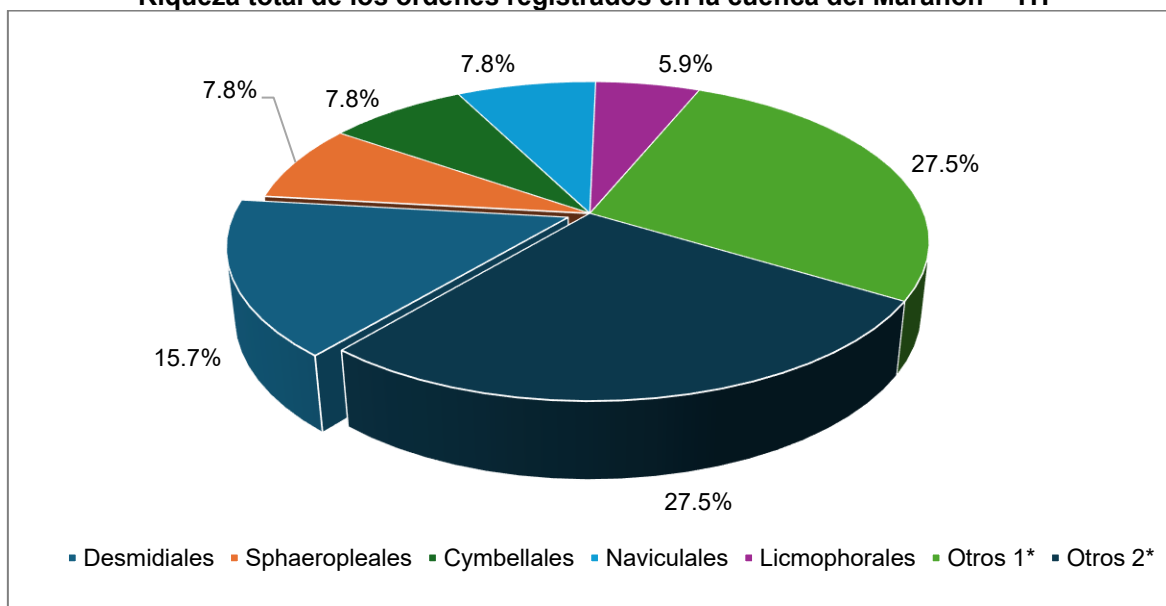
Gráfico 4.2.6-261
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados en la cuenca analizada, se observó una mayor riqueza en el orden Desmidiáles (Charophyta) con 8 especies, seguido de los órdenes Sphaeropleales (Chlorophyta), Cymbellales (Heterokontophyta) y Naviculales (Heterokontophyta) cada uno con 4 especies. Por su parte, el orden Licmophorales (Heterokontophyta) registró 3 especies. Además, se agruparon bajo la categoría “Otros 1” los órdenes que en conjunto registraron 14 especies, correspondientes a 2 especies por orden, y bajo “Otros 2” aquellos que también sumaron 14 especies, cada uno representado por una sola especie.

Gráfico 4.2.6-262
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TH

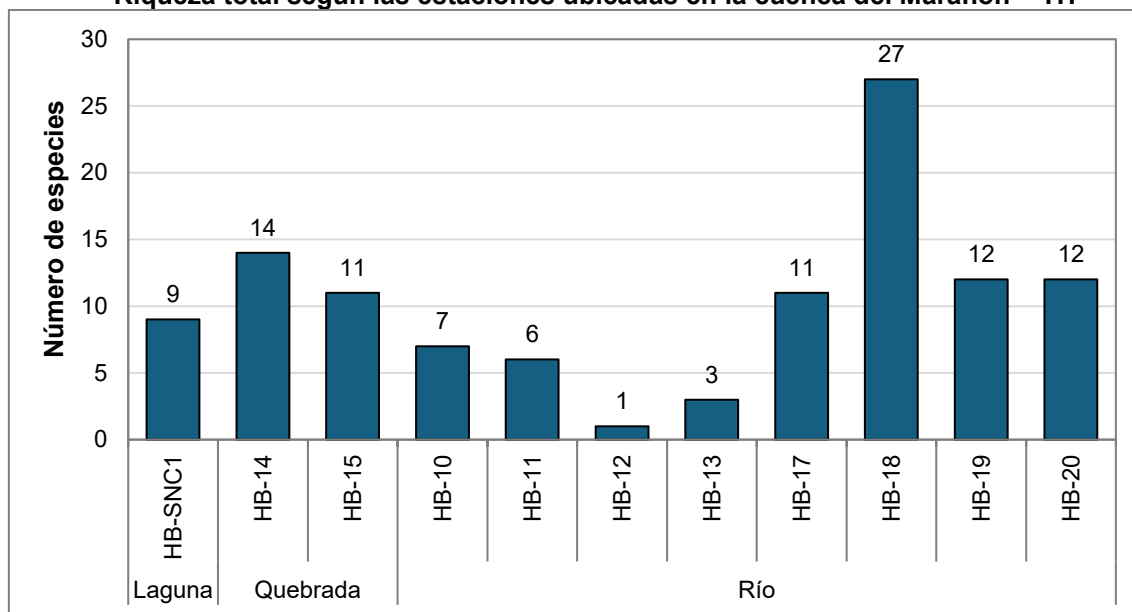


Otros1*: Órdenes que registraron 02 especies/ Otros2*: Órdenes que registraron 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies registrada en las estaciones de muestreo de la cuenca del Marañón, se observó que la estación HB-18, correspondiente a un río, presentó la mayor riqueza con un total de 27 especies, le siguieron las estaciones HB-14 (quebrada) con 14 especies, HB-19 y HB-20 (río) con 12 especies. Por otro lado, la estación con menor riqueza fue la estación HB-12 (río) que registró solo 01 especie.

Gráfico 4.2.6-263
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



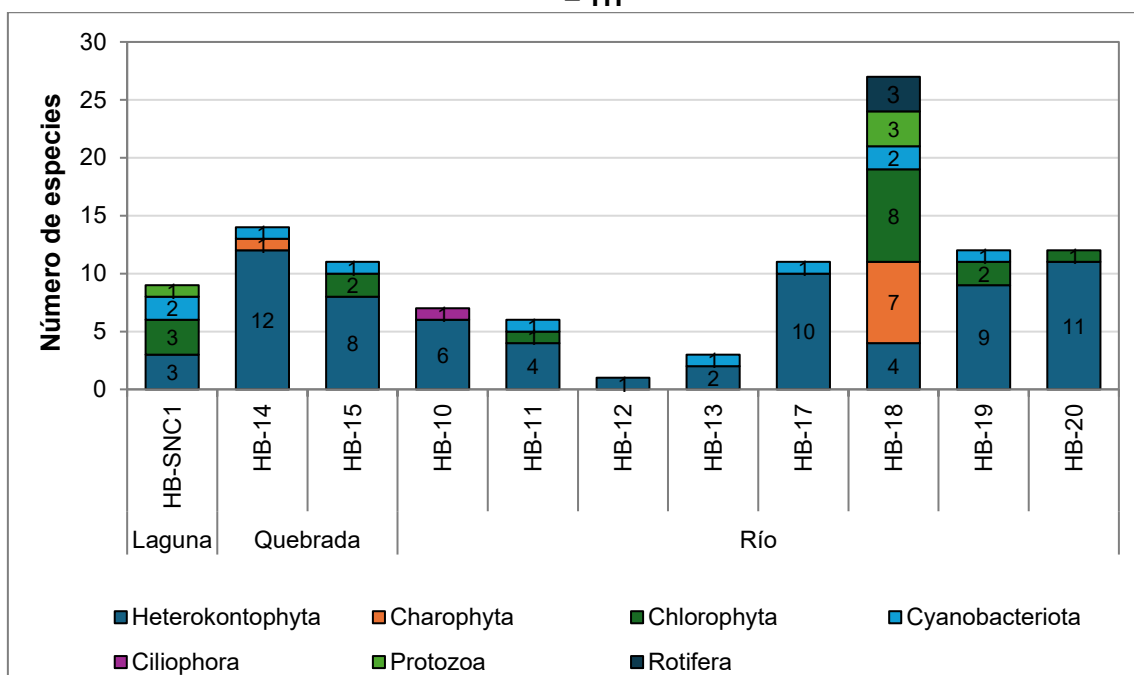
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones ubicadas en la cuenca Marañón, se observó que el phylum Heterokontophyta fue registrado en todas las estaciones y destacando por presentar mayor riqueza especialmente en las estaciones HB-14 (quebrada) con 12 especies, HB-17 (río) con 10 especies, y HB-20 (río) con 11 especies.

El phylum Charophyta fue menos representado, detectándose únicamente en HB-14 (1 especie) y HB-18 (7 especies). En cuanto al phylum Chlorophyta, este se identificó en HB-14 y HB-20 (1 especie en cada una), y en HB-18 con una mayor riqueza (8 especies). El phylum Cyanobacteria se presentó con mayor frecuencia en HB-18 (2 especies), seguido de HB-14, HB-15 y HB-19, todas con 1 o 2 especies. Ciliophora se registró en tres estaciones: HB-11, HB-14 y HB-17, cada una con 1 especie. Mientras tanto, Protozoa y Rotifera se observó únicamente en la estación HB-18 (3 especies).

Gráfico 4.2.6-264

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH

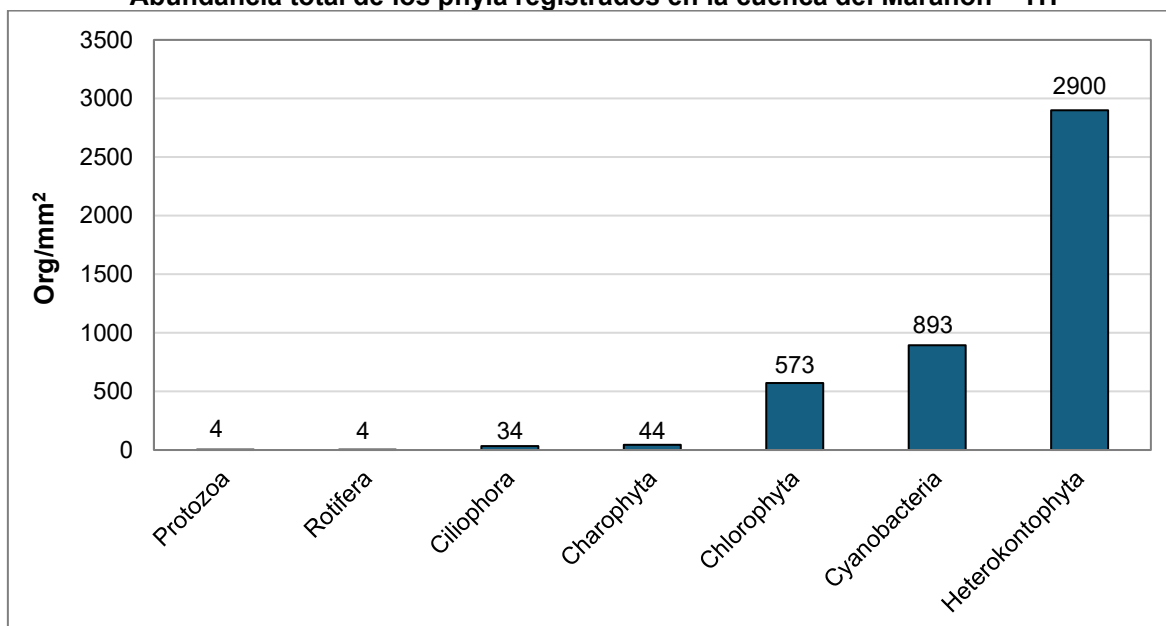


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.2.2 Abundancia

En el área de estudio, se registró una abundancia total de 4452 Org/mm². El phylum Heterokontophyta fue la más dominante, registrando una abundancia de 2900 Org/mm² (65.1%), seguido de Cyanobacteriota con 893 Org/mm² (0.7%) y Chlorophyta con 573 Org/mm² (12.9%). Por otro lado, los phyla con menor abundancias fueron Charophyta con 04 Org/mm² (0.01%).

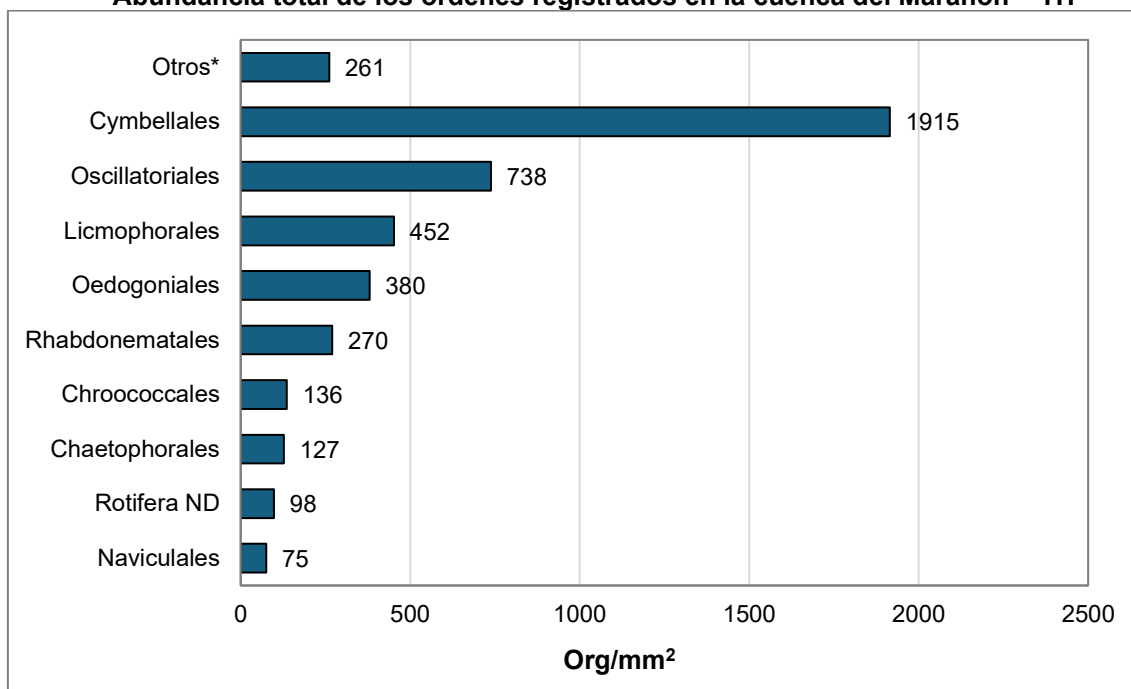
Gráfico 4.2.6-265
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados en la cuenca, se observó una predominancia notable del orden Cymbellales con 1915 Org/mm² (33.2%). Le siguió el orden Oscillatoriales con 738 Org/mm² (12.8%) y Licmophorales con 452 Org/mm² (7.8%). Otros órdenes con menor representación fueron Chaetophorales con 127 Org/mm² (2.2%), el morfotipo Rotifera ND con 98 Org/mm² (1.7%) y Naviculales con 75 Org/mm² (1.3%). Finalmente, los órdenes cuya abundancia fue inferior a 50 Org/mm² fueron agrupados bajo la categoría de “Otros” sumando 261 Org/mm².

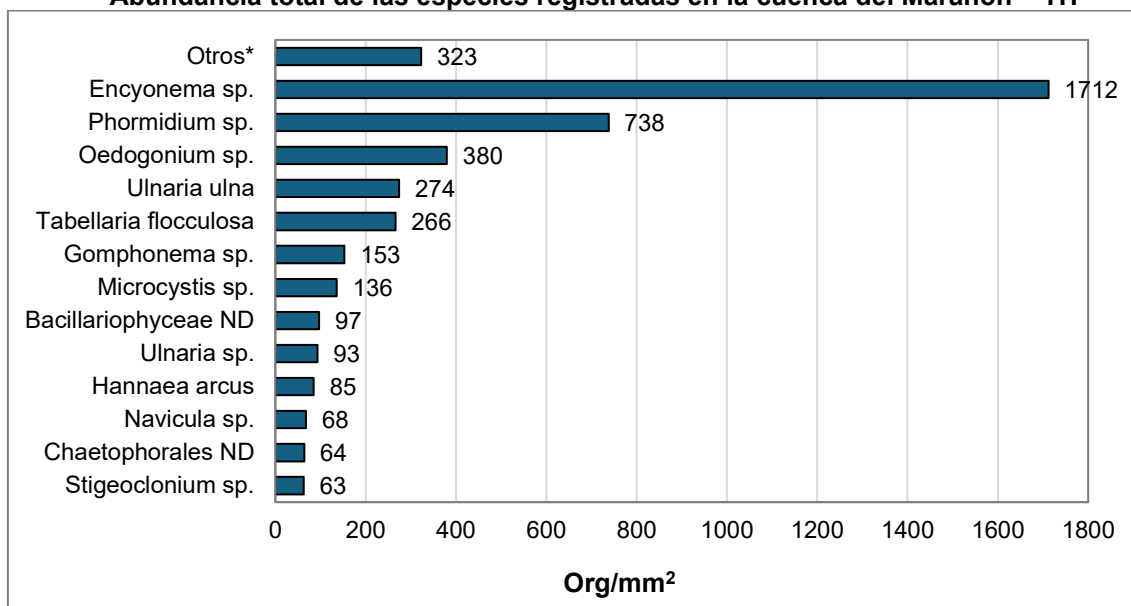
Gráfico 4.2.6-266
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Encuanto a las especies registradas, *Encyonemas* sp. presentó la mayor abundancia con 1712 Org/mm² (29.7%), le siguieron *Phormidium* sp. con 738 Org/mm², *Oedogonium* sp. con 380 Org/mm² (6.6%) y *Ulnariaulna* con 274 Org/mm² (4.8%). Especies con valores más bajos incluyeron *Navicula* sp. con 68 Org/mm² (1.2%), *Chaetophora* sp. con 64 Org/mm² y *Stigeoclonium* sp. con 63 Org/mm². Finalmente, las especies con abundancias inferiores a 50 Org/mm² fueron agrupadas bajo la categoría “Otros”.

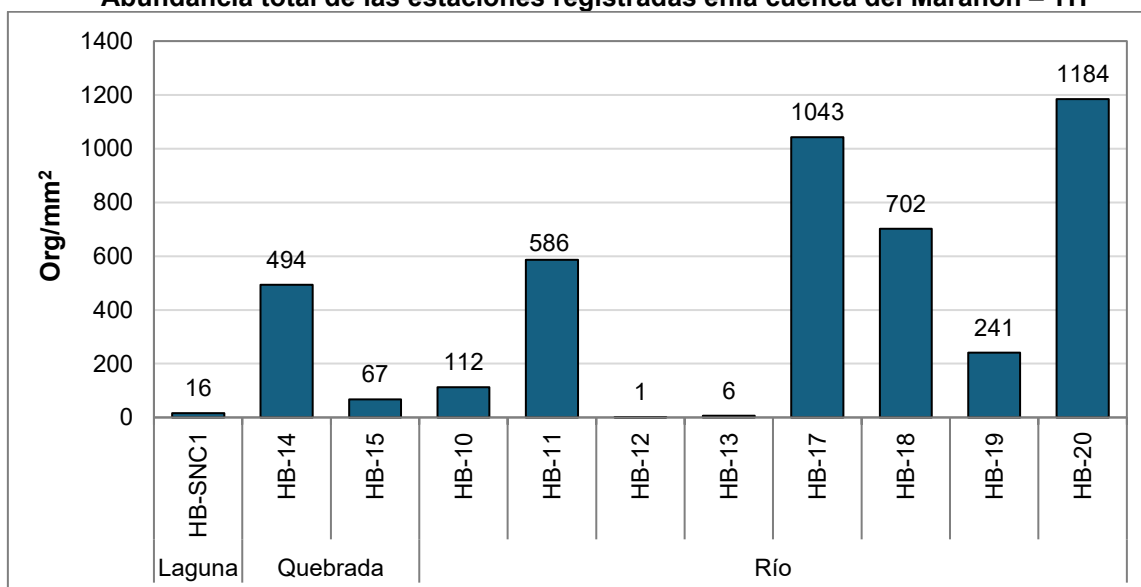
Gráfico 4.2.6-267
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Marañón – TH



Otros*: Especies con abundancias menor a 50Org/mm²
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas de la cuenca Marañón, se observó que la estación HB-20 (río) presentó la mayor abundancia con 1184Org/mm², seguida por las estaciones HB-17 (río) con 1043Org/mm² y HB-18 (río) con 702Org/mm². También destacaron las estaciones HB-11 (río) con 586Org/mm² y HB-14 (quebrada) con 494Org/mm². En contraste, las menores abundancias se registraron en las estaciones HB-12 (río) con 1Org/mm², HB-13 (río) con 6Org/mm² y HB-SNC1 (laguna) con 16Org/mm².

Gráfico 4.2.6-268
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Marañón – TH

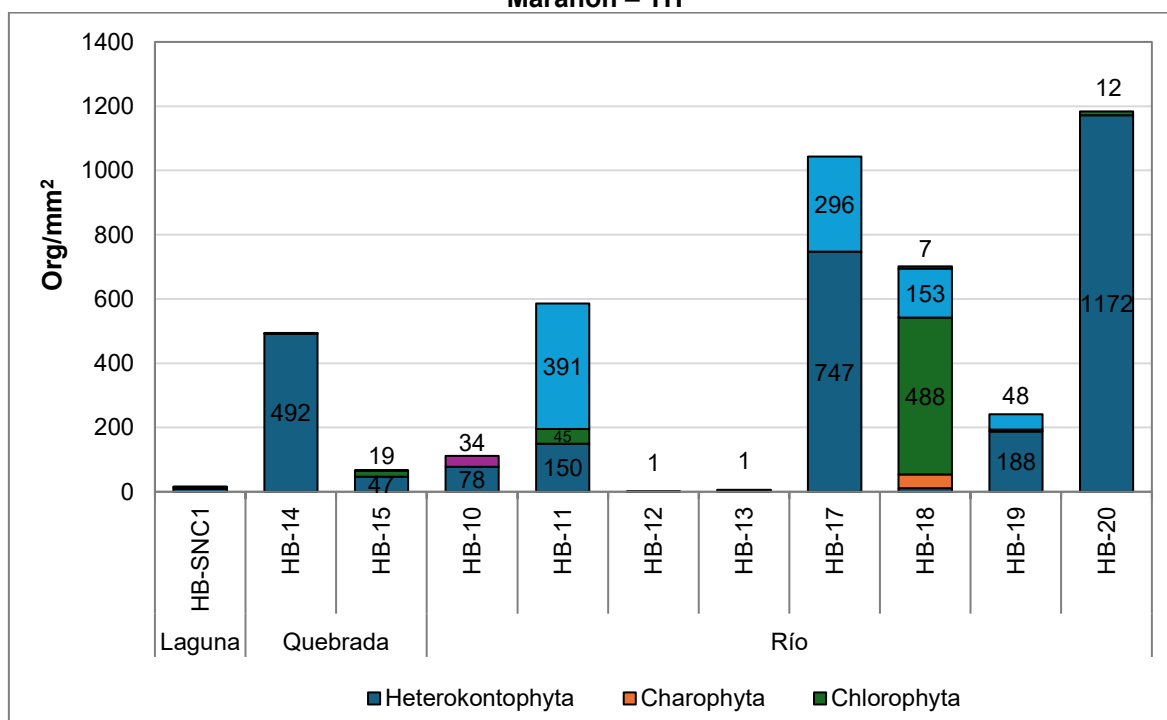


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las abundancias de los phyla registrados, el phylum Heterokontophyta fue registrado en todas las estaciones y predominó ampliamente en las estaciones HB-20 con 1172 Org/mm², HB-17 con 747 Org/mm², HB-14 con 492 Org/mm² y HB-18 con 411 Org/mm². El segundo phylum en términos de abundancia fue Cyanobacteria, que alcanzó valores significativos en estaciones como HB-11 con 391 Org/mm² y HB-17 con 296 Org/mm². Por su parte, el phylum Chlorophyta presentó sus mayores abundancias en HB-18 con 488 Org/mm², seguido de HB-10 y HB-11 con 45 Org/mm² cada uno, mientras que en otras estaciones su presencia fue mucho más reducida o nula.

Debido a la abrupta abundancia del phylum Heterokontophyta, la representación de la abundancia de las demás phylano es visible, por lo que para un mejor detalle ver los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia, Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo y Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas.**

Gráfico 4.2.6-269
Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca de Marañón – TH



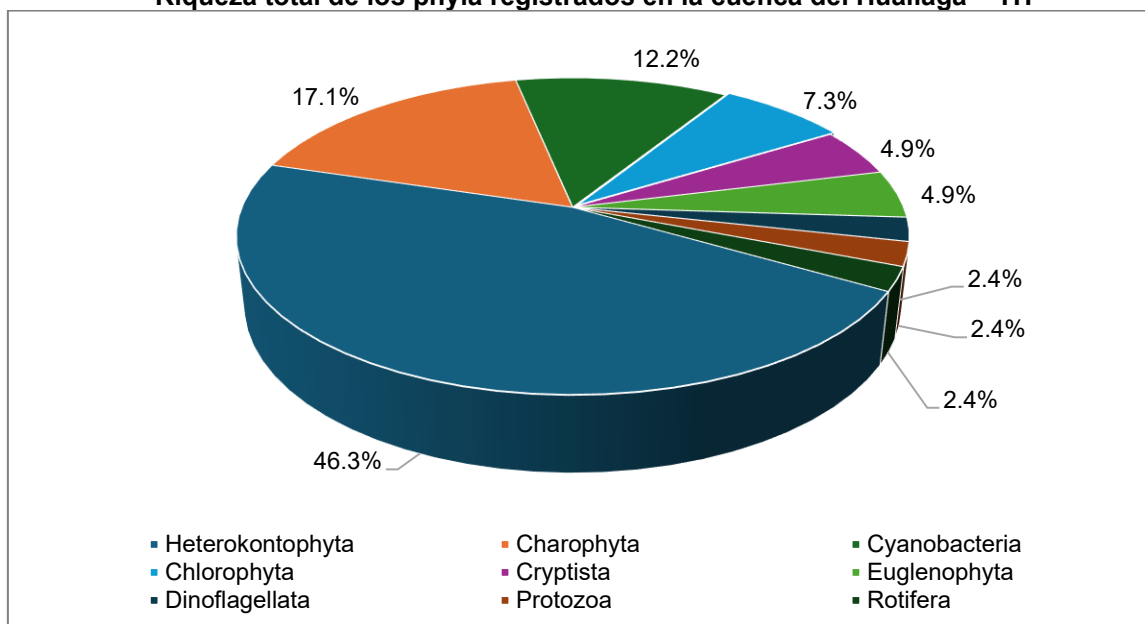
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.2.3.3.3.1 Riqueza

En el área de estudio, ubicado en la cuenca del Huallaga, se registró un total de 41 especies, 25 familias, 21 órdenes, 11 clases y 9 phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Heterokontophyta con 19 especies (46.3%), seguida de Charophyta con 7 especies (17.1%) y Cyanobacteria con 5 especies (12.2%). En menor riqueza estuvieron Protozoa, Dinoflagellata y Rotifera con 1 especie cada uno (2.4%).

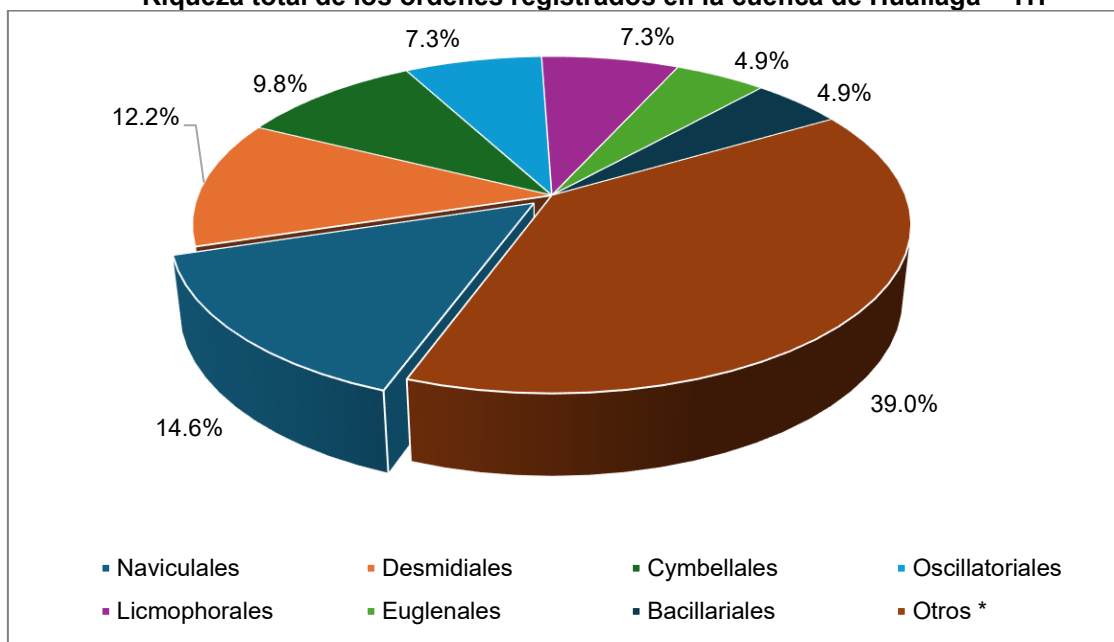
Gráfico 4.2.6-270
Riqueza total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor riqueza para el orden Naviculales (Heterokontophyta), el cual registró un total de 6 especies (14.6%), seguido por Desmidiáles (Charophyta) con 5 especies (12.2%), Cymbellales (Heterokontophyta) con 4 especies (9.8%) y Oscillatoriales (Cyanobacteria) y Licmophorales (Heterokontophyta) con 3 especies (7.3%) cada uno. Por su parte, los órdenes que presentaron baja riqueza fueron Euglenales (Euglenozoa) y Bacillariales (Heterokontophyta) con 2 especies (4.9%) cada uno. Los órdenes que presentaron 1 especie fueron agrupados en la categoría “Otros”, representando un total de 16 especies (39%).

Gráfico 4.2.6-271
Riqueza total de los órdenes registrados en la cuenca de Huallaga – TH

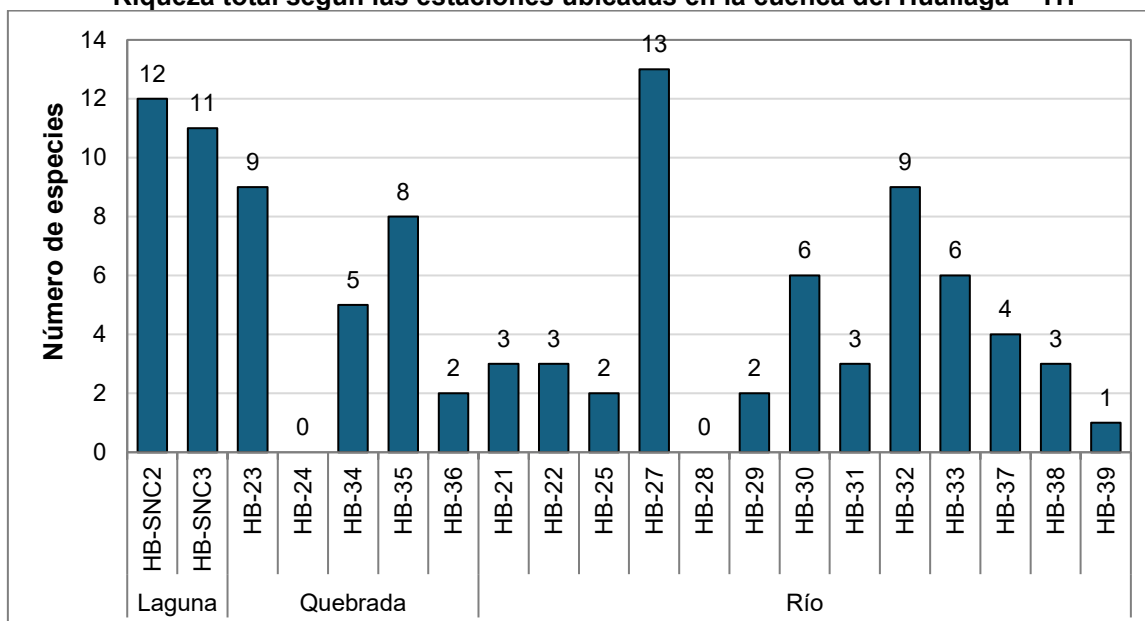


Otros*: Órdenes que registraron 01 especie.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga se mostró que las estaciones HB-24 (quebrada), HB-28 (río) y HB-29 (río) no registraron especies de perifiton. La estación HB-27 (río) presentó la mayor riqueza con 13 especies, seguida de las estaciones HB-SNC2 (laguna) con 12 especies y HB-SNC3 (laguna) con 11 especies. Asimismo, las estaciones HB-23 (quebrada) y HB-35 (quebrada) registraron también una riqueza considerable con 9 y 8 especies, respectivamente.

Por el contrario, las estaciones con menor riqueza fueron las estaciones HB-21 (río), HB-22 (río), HB-31 (río) y HB-38 (río) con 3 especies cada una; HB-25, HB-29 (río) y HB-36 (quebrada) con 2 especies cada una, y HB-39 (río) con únicamente 1 especie.

Gráfico 4.2.6-272
Riqueza total según las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



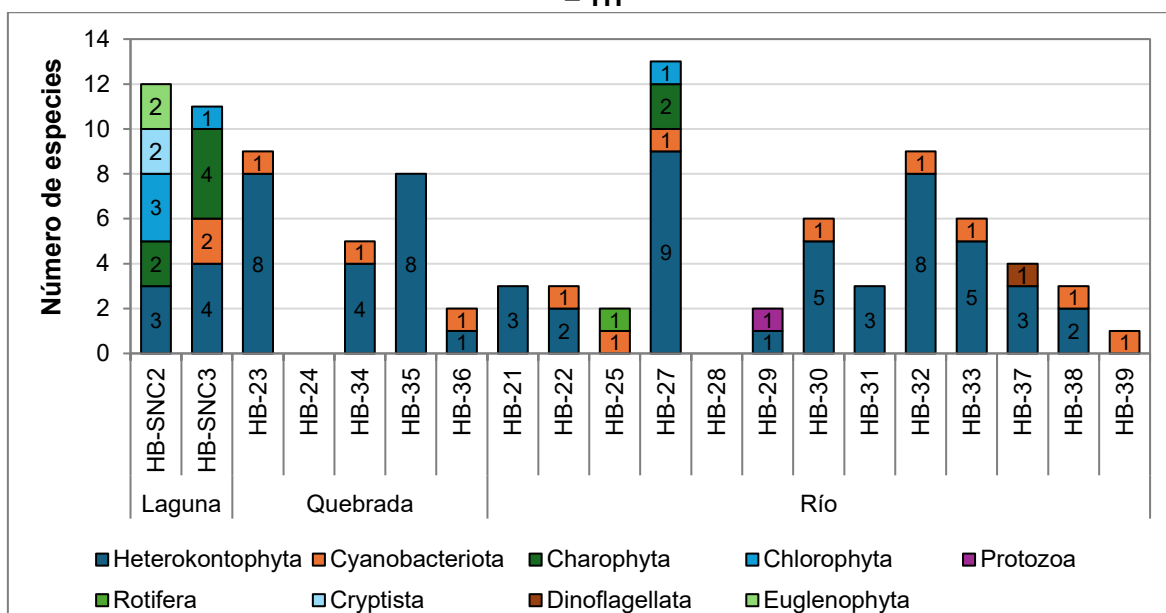
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca, se observó que el phylum Heterokontophyta presentó la mayor riqueza, con presencia en casi todas las estaciones y con valores que oscilaron entre 1 especie (HB-12, HB-29, HB-25) y 8 especies (HB-23, HB-35). El phylum Cyanobacteria estuvo presente en 13 estaciones, destacando especialmente en HB-SNC3 (laguna) con 4 especies y HB-33 (río) con 5 especies. Por su parte, Charophyta se encontró en 7 estaciones, con la mayor riqueza registrada en la estación HB-SNC2 (laguna) con 3 especies, mientras que el phylum Chlorophyta se registró en 9 estaciones, con una mayor riqueza en HB-SNC3 con 4 especies.

El phylum Protozoa fue identificado únicamente en 2 estaciones (HB-SNC2 y HB-27), Rotifera solo en HB-25, Cryptista en HB-21, Dinoflagellata en HB-37 y Euglenophyta en HB-SNC2, cada uno con 1 o 2 especies. Estos últimos phyla fueron escasamente representados a lo largo de las estaciones.

Gráfico 4.2.6-273

Riqueza total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH

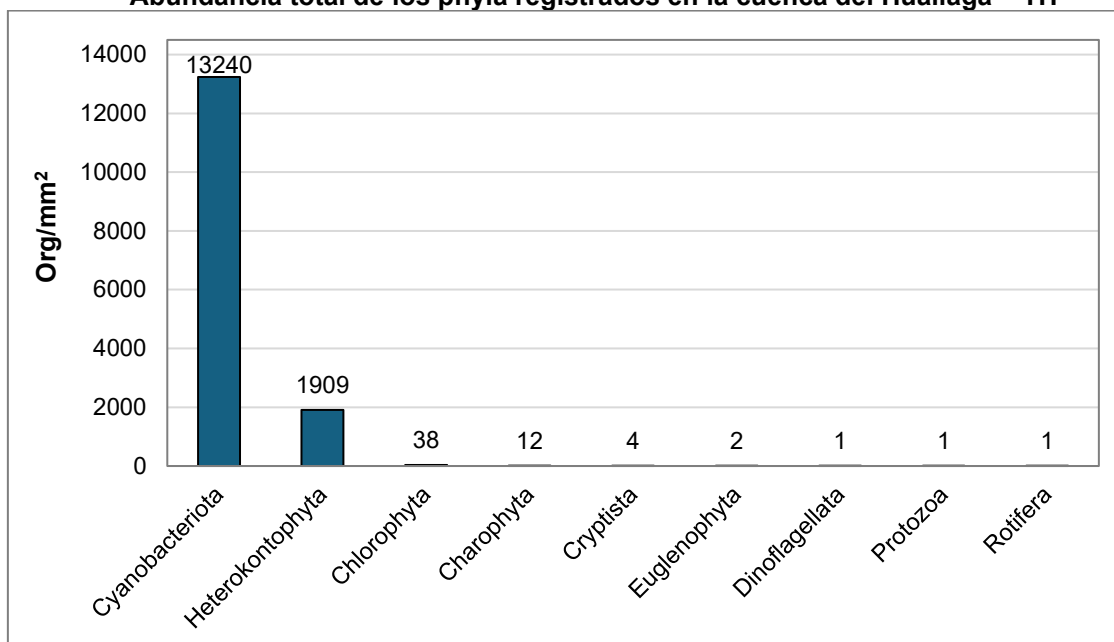


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 15,208 Org/mm². De las cuales, el phylum con mayor abundancia reportada para dicha cuenca fue Cyanobacteriota con 13,240 Org/mm² (87.1%), seguido por Heterokontophyta con 1,909 Org/mm² (12.5%). Otros phyla como Chlorophyta registraron una abundancia de 38 Org/mm² (0.25%), Charophyta con 12 Org/mm² (0.08%) y Cryptista con 4 Org/mm² (0.03%). En contraste, Euglenophyta, Dinoflagellata, Protozoa y Rotifera presentaron las menores abundancias con apenas 1 a 2 Org/mm² (<0.02%) cada una.

Gráfico 4.2.6-274
Abundancia total de los phyla registrados en la cuenca del Huallaga – TH

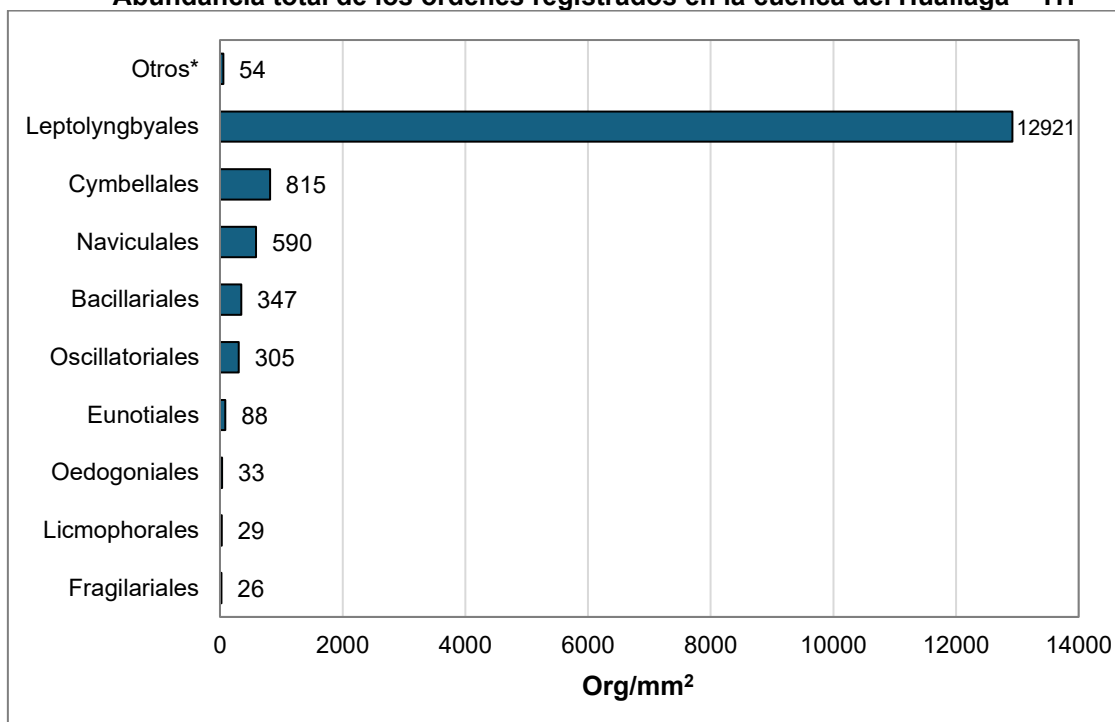


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para el orden Leptolyngbyales (Cyanobacteriota) con 12,921 Org/mm² (84.9%), seguido por Cymbellales (Heterokontophyta) con 815 Org/mm² (5.4%), Naviculales (Heterokontophyta) con 590 Org/mm² (3.9%), Bacillariales (Heterokontophyta) con 347 Org/mm² (2.3%) y Oscillatoriales (Cyanobacteria) con 305 Org/mm². Los demás órdenes presentaron una abundancia menor, destacando Eunotiales (Heterokontophyta) con 88 Org/mm², Oedogoniales (Chlorophyta) con 33 Org/mm², Licmophorales (Heterokontophyta) con 29 Org/mm² y Fragilariales (Heterokontophyta) con 26 Org/mm².

Por el contrario, los órdenes que presentaron las menores abundancias fueron aquellos que obtuvieron menos de 20 Org/mm² y se agruparon en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-275
Abundancia total de los órdenes registrados en la cuenca del Huallaga – TH

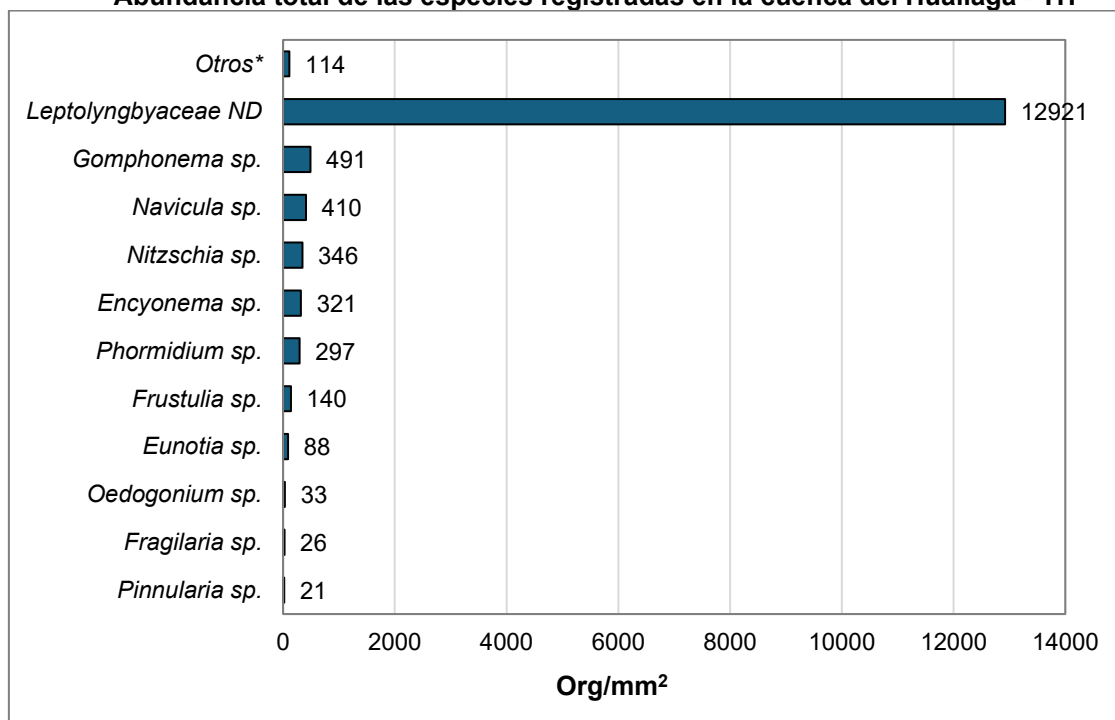


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, la especie *Leptolyngbya* sp. presentó 12,921 Org/mm², siendo la de mayor abundancia, seguida de *Gomphonema* sp. con 491 Org/mm², *Navicula* sp. con 410 Org/mm², *Nitzschia* sp. con 346 Org/mm² y *Encyonema* sp. con 321 Org/mm². En contraste, las especies de menor abundancia fueron *Oedogonium* sp. con 33 Org/mm², *Fragilaria* sp. con 26 Org/mm² y *Pinnularia* sp. con 21 Org/mm².

Las especies que presentaron menos de 20 Org/mm² fueron agrupadas en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-276
Abundancia total de las especies registradas en la cuenca del Huallaga - TH

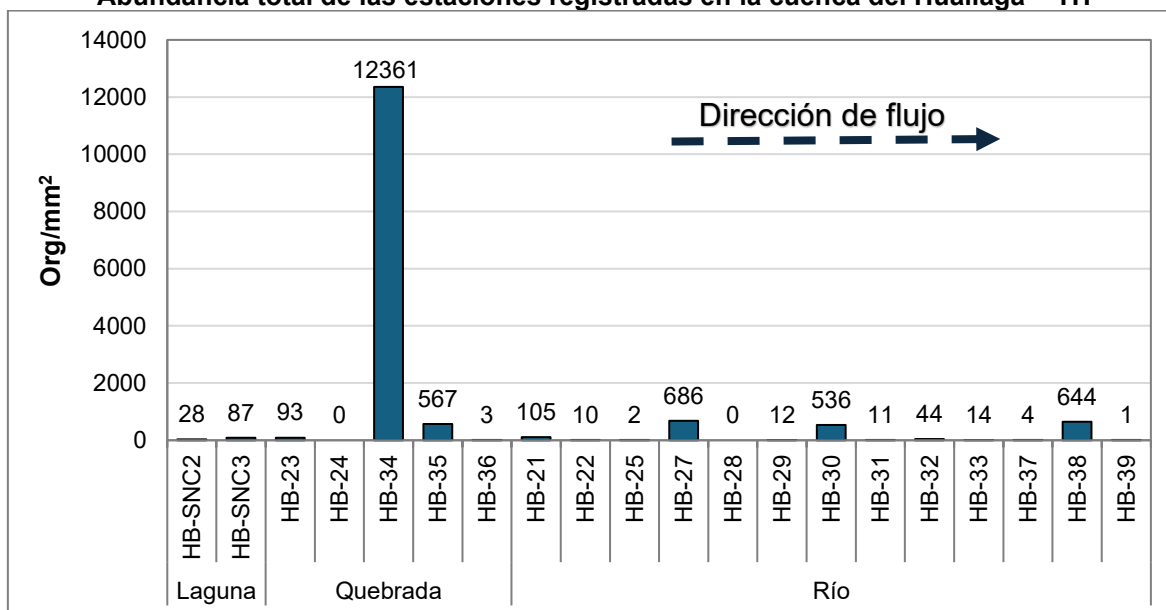


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga, se mostró que la estación HB-34, ubicada en quebrada, presentó la mayor abundancia con 12,361 Org/mm², seguida de la estación HB-27 (río) con 686 Org/mm², HB-38 (río) con 644 Org/mm², HB-35 (quebrada) con 567 Org/mm² y HB-30 con 536 Org/mm².

Por otro lado, las estaciones con menores abundancias fueron HB-39 (río) con 1 Org/mm², HB-25 (río) con 2 Org/mm², HB-36 (quebrada) con 3 Org/mm² y HB-37 (río) con 4 Org/mm².

Gráfico 4.2.6-277
Abundancia total de las estaciones registradas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

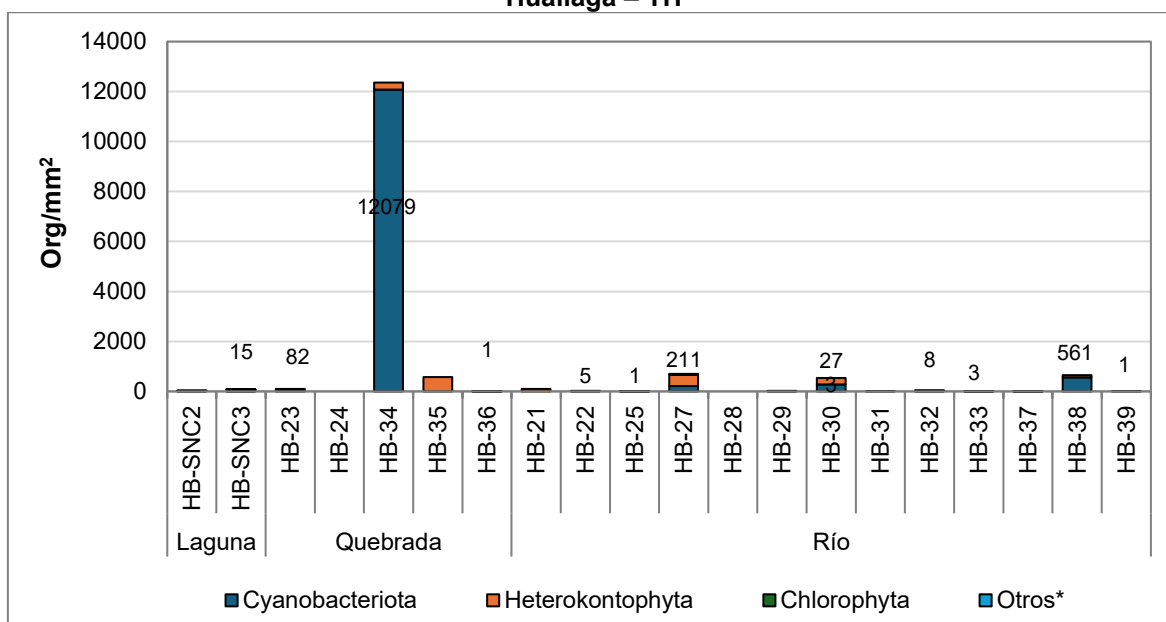
En cuanto a las abundancias de los phyla registrados en las estaciones de la cuenca, se observó que el phylum Cyanobacteria estuvo presente en casi todas las estaciones, excepto en HB-24, HB-28 y HB-39, donde no se registró. Presentó su mayor abundancia en la estación HB-34 (quebrada) con 12,079 Org/mm², seguido por HB-30 (río) con 273 Org/mm² y HB-38 (río) con 561 Org/mm². El phylum Heterokontophyta también fue ampliamente distribuido, con su mayor abundancia en la estación HB-35 (quebrada) con 567 Org/mm², seguido de HB-30 (río) con 263 Org/mm² y HB-34 (quebrada) con 282 Org/mm². Las menores abundancias se registraron en estaciones como HB-36, HB-22 y HB-39 con 1 Org/mm² cada una.

Por su parte, el phylum Chlorophyta destacó principalmente en la estación HB-SNC2 (laguna) con 15 Org/mm², y también se registraron pequeños valores en HB-25 (río) con 22 Org/mm² y en HB-37 (río) con 3 Org/mm².

Las abundancias del grupo clasificado como “Otros” fueron menores y dispersas, sin valores destacados. Por ello, no se expresaron en el gráfico principal; sin embargo, los detalles completos pueden consultarse en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-278

Abundancia total de los phyla registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

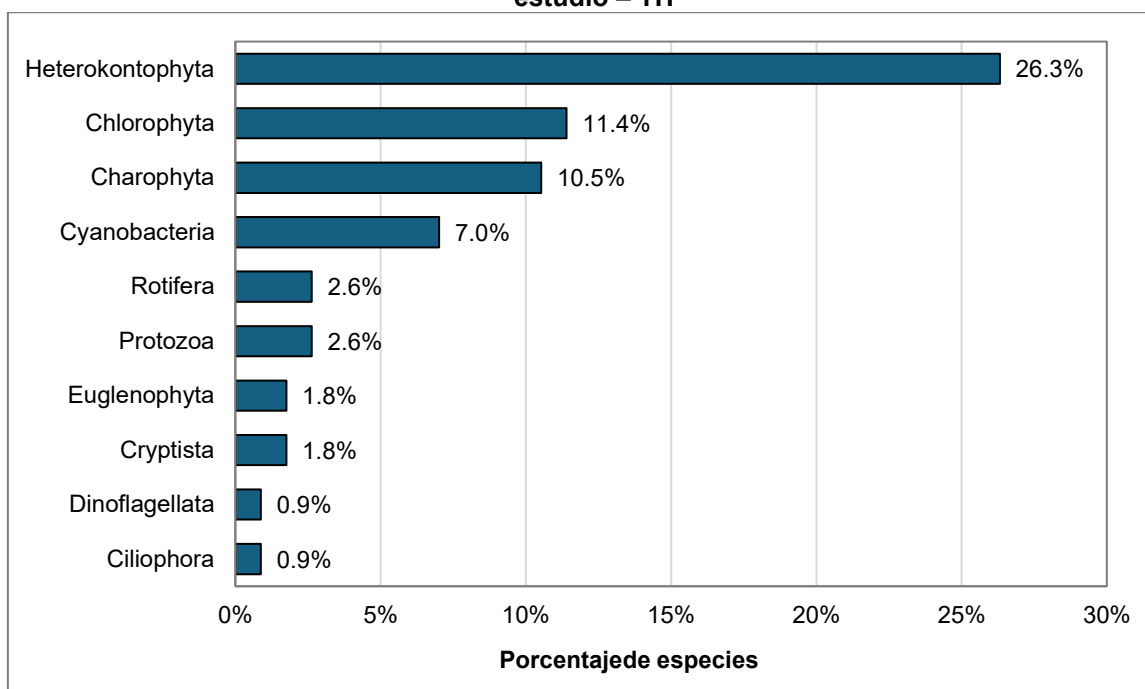
4.2.6.4.2.3.3.4 Cuencas totales

4.2.6.4.2.3.3.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de 75 especies, 46 familias, 36 órdenes, 14 clases, y 12 Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Heterokontophyta con 30 especies (26.3%), seguida de Chlorophyta con 13 especies (11.4%), Charophyta con 12 especies (10.5%) y Cyanobacteriota con 08 especies (7.0%). En menor riqueza Euglenophyta y Cryptista con 02 especies (1.8%) cada uno, y finalmente Dinoflagellata y Ciliophora con 01 especie (0.9%) cada uno, respectivamente.

Gráfico 4.2.6-279

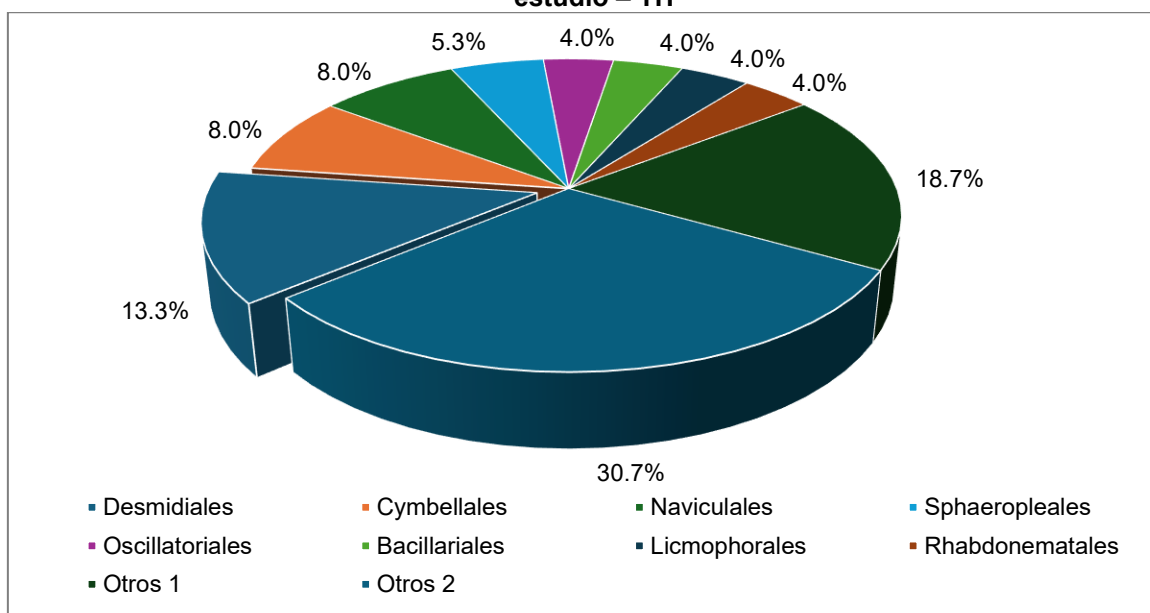
Riqueza total de los phyla del perifiton registradas para todas las cuencas en el área de estudio – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general, se evidenció una mayor riqueza para el orden Desmidiaceae (Charophyta), con un total de 10 especies (13.3%), seguido por Cymbellales y Naviculales (Heterokontophyta), con 6 especies (8.0%) cada uno. Por otra parte, los órdenes con menores riqueza fueron Sphaeroplea (Chlorophyta) con 4 especies (5.3), mientras que, los órdenes Oscillatoriales (Cyanobacteriota), Bacillariales, Licmophorales y Rhabdonematales (Heterokontophyta) registraron 3 especies (4.0%) cada uno. Se agruparon en los grupos "Otros 1", los órdenes que registraron 2 especies y "Otros 2", los órdenes que registraron 1 especie.

Gráfico 4.2.6-280
Riqueza total de los órdenes del perifiton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH

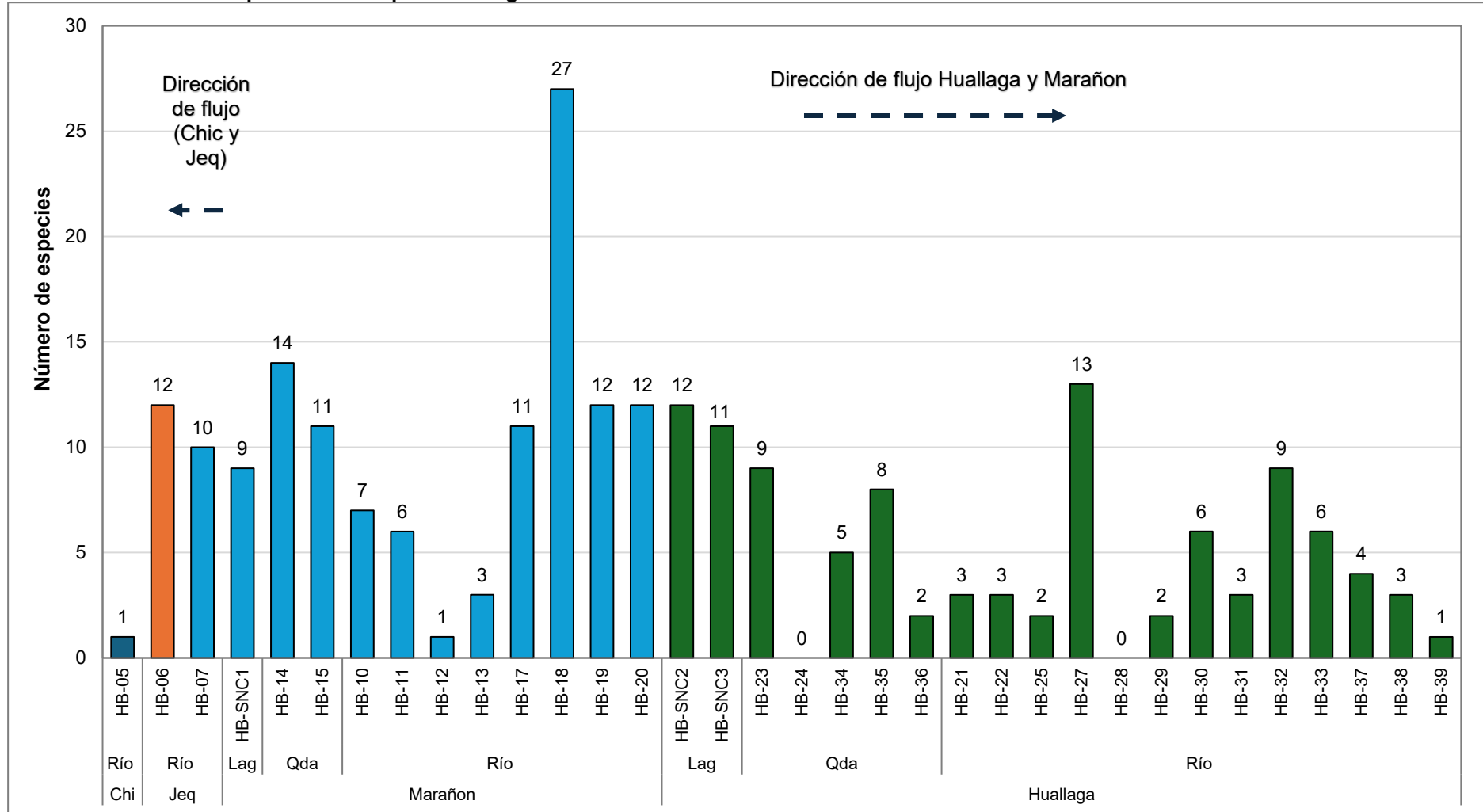


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, la mayor riqueza se registró en la estación HB-18 (río) con 27 especies y por HB-14 (quebrada) con 14 especies, ambas ubicadas en la cuenca del Marañón; seguida por las estaciones HB-27 (río) con 13 especies y HB-SNC2 (laguna) con 12 especies, ambas ubicada en la cuenca del Huallaga. En contraste, las estaciones con menor riqueza se encontraron en las estaciones HB-39 (río) en la cuenca del Huallaga y HB-12 (río) en la cuenca del Marañón con 01 especie. En general, los resultados evidencian una mayor riqueza en la cuenca del Marañón, particularmente en ríos; y las estaciones con menor riqueza se encontraron principalmente en la cuenca del Huallaga, sin embargo, los cuerpos lénticos del Huallaga también mostraron riqueza moderada. Las diferencias entre estaciones podrían estar relacionadas con las características del cuerpo de agua.

Gráfico 4.2.6-281

Riqueza total del perifiton según las estaciones ubicadas en todas las cuencas en el área de estudio – TH



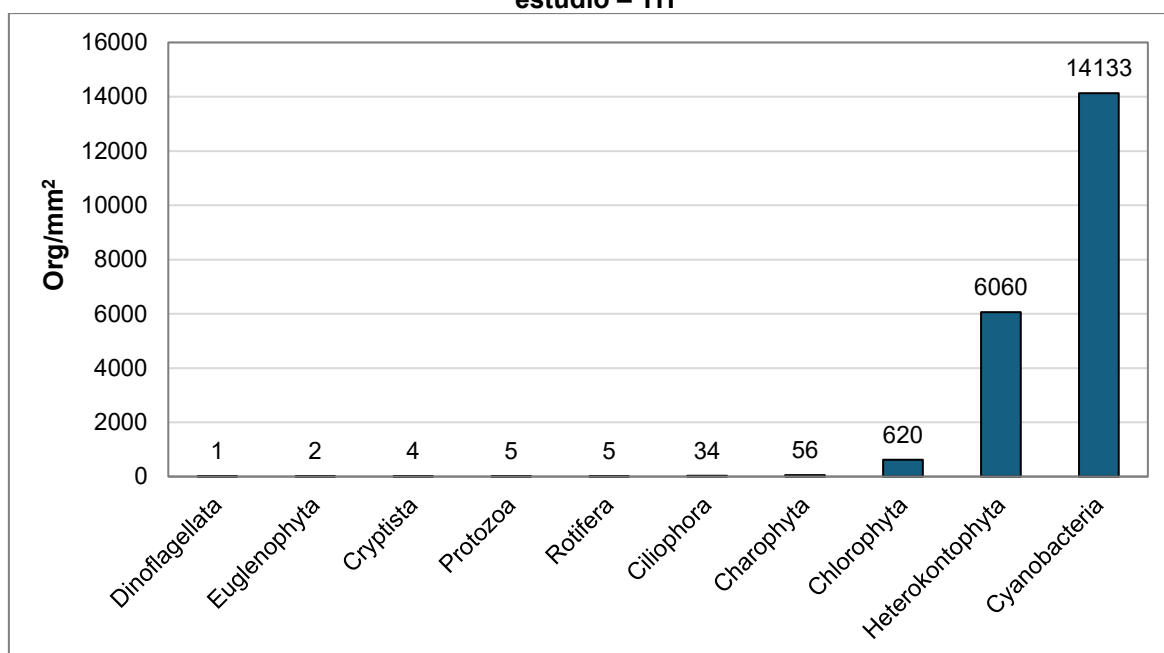
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en las cuencas de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga, se registró una abundancia total de 20 920 Org/mm². La división con mayor abundancia fue Cyanobacteria con 14 133 Org/mm² (65.7%), seguida de Heterokontophyta con 6 060 Org/mm² (28.2%) y Chlorophyta con 620 Org/mm² (2.9%). Otras divisiones con menor representación fueron Charophyta (56 Org/mm²; 0.26%) y Ciliophora (34 Org/mm²; 0.16%). Por otro lado, con abundancias inferiores a 10 Org/mm² (menos del 0.05%) se encontraron Rotifera, Protozoa, Cryptista, Euglenophyta y Dinoflagellata, reflejando una muy baja representación dentro del total registrado.

Gráfico 4.2.6-282

Abundancia total de los phyla del perifiton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH

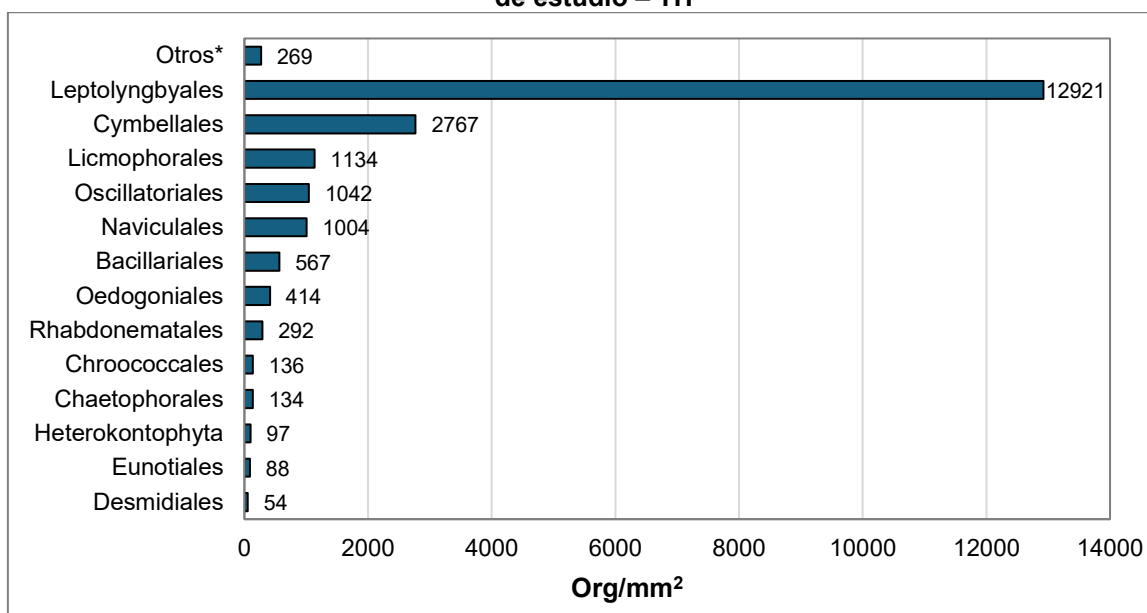


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Leptolyngbyales con 12 921 Org/mm² (60.1%), seguido de Cymbellales con 2 767 Org/mm² (12.9%), Licmophorales con 1 134 Org/mm² (5.3%), Oscillatoriales con 1 042 Org/mm² (4.8%) y Naviculales con 1 004 Org/mm² (4.7%). También destacaron Bacillariales con 567 Org/mm², Oedogoniales con 414 Org/mm² y Rhabdonematales con 292 Org/mm², con una representación moderada. Los demás órdenes presentaron abundancias inferiores a 50 Org/mm² y fueron agrupados en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-283

Abundancia total de los órdenes del perifiton registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH

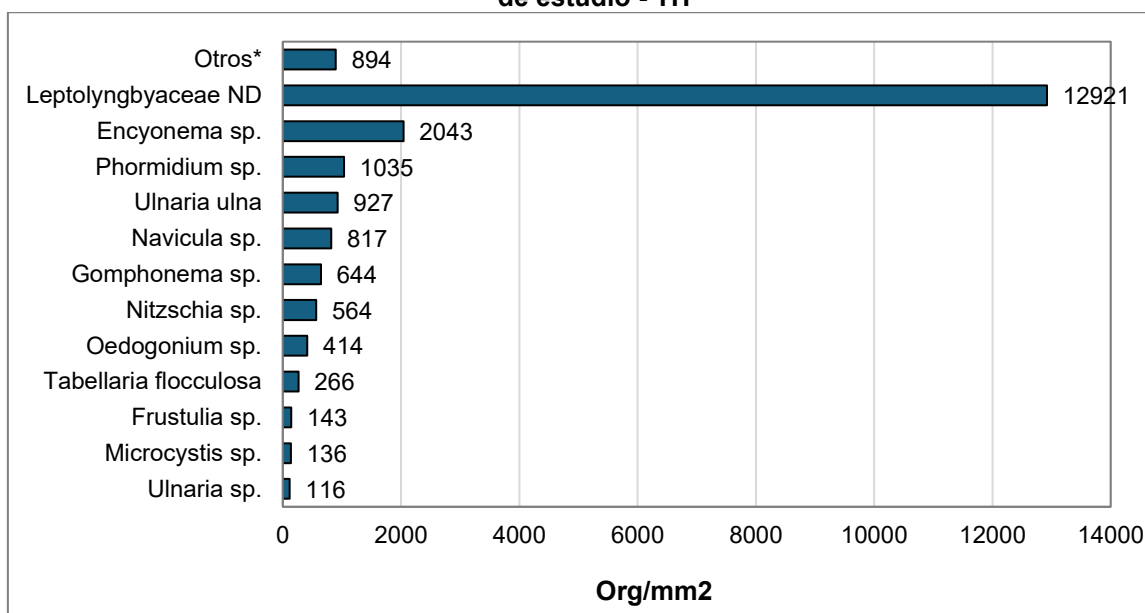


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, la especie *Leptolyngbya sp.* presentó la mayor abundancia con 12 921 Org/mm², seguida de *Encyonema sp.* con 2 043 Org/mm², *Phormidium sp.* con 1,035 Org/mm², *Ulnaria ulna* con 927 Org/mm², *Navicula sp.* con 817 Org/mm², y *Gomphonema sp.* con 644 Org/mm². En contraste, las especies con menor abundancia fueron *Frustulia sp.* con 143 Org/mm², *Microcystis sp.* con 136 Org/mm² y *Ulnaria sp.* con 116 Org/mm². Las demás especies con valores menores a 100 Org/mm² fueron agrupadas en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-284

Abundancia total de las especies de perifiton registradas para todas las cuencas en el área de estudio - TH

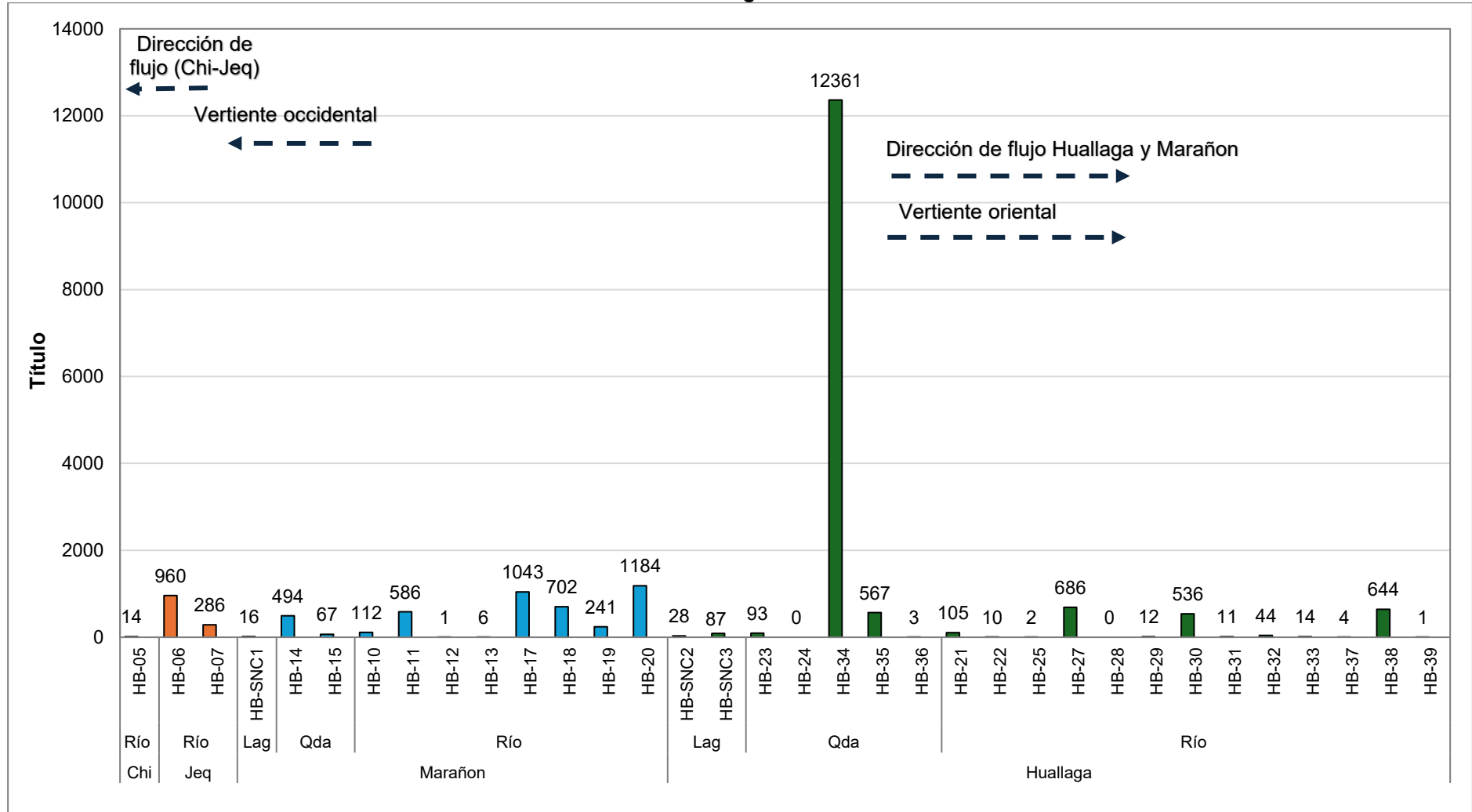


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, se observó que la estación HB-34, ubicada en una quebrada de la cuenca Huallaga, presentó la mayor abundancia con un total de 12 361 Org/mm², destacándose ampliamente sobre el resto. Le siguió la estación HB-20 (río) con 1 184 Org/mm² y la estación HB-17 (río) con 1,043 Org/mm², ambas pertenecientes a la cuenca del Marañón. En la cuenca Jequetepeque, la estación con mayor abundancia fue HB-06 (río) con 960 Org/mm². Mientras tanto, en la cuenca Chicama, la única estación evaluada (HB-05) mostró una abundancia de 14 Org/mm².

Por otro lado, las estaciones con menores abundancias se registraron también en la cuenca Huallaga, destacando HB-24 (quebrada) y HB-28 (río), ambas con 0 Org/mm², seguidas de HB-39 (río) con apenas 1 Org/mm². Estos resultados reflejan una notable heterogeneidad en la distribución de organismos entre estaciones, incluso dentro de una misma cuenca.

Gráfico 4.2.6-285
Abundancia total de las estaciones del Perifiton registradas en las cuencas del área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.2.3.3.5 Diversidad alfa

Según los índices para la diversidad alfa obtenida en todas las estaciones de muestreo se indica lo siguiente.

En el análisis de la comunidad perifítica de las cuatro cuencas principales (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga), se evidencian diferencias notables en los índices de diversidad, influenciadas tanto por el tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) como por las condiciones locales.

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 presentó riqueza y abundancia muy bajas (1 especie y 14 org), lo que se reflejó en un valor nulo para los índices Shannon, Margalef y equidad de Pielou. Esto sugiere una comunidad perifítica pobre y dominada por una única especie, *Nitzschia sp.*, sin presencia significativa de diversidad.

En la cuenca Jequetepeque, se evaluaron dos estaciones en cuerpos de agua tipo río. La estación HB-06 registró una riqueza de 12 especies y una abundancia de 960 Org/mm², con un índice de Shannon-Wiener (H') de 1.574 nats/ind, Margalef (Dm) de 1.602 y equidad de Pielou (J') de 0.439, lo que indica una diversidad moderada con una distribución algo desigual; y la estación HB-07 mostró un valor ligeramente mayor de diversidad (H' = 1.993 nats/ind), con una riqueza de 10 especies, abundancia de 286 Org/mm² y una equidad ligeramente más alta (J' = 0.5999), lo que refleja una comunidad más balanceada.

En la cuenca del Marañón se evaluaron estaciones en lagunas, quebradas y ríos. Para las quebradas, la estación HB-14 presentó una riqueza de 14 especies y una abundancia de 494 Org/mm², con un índice de Shannon-Wiener (H') de 2.206 nats/ind, Margalef (Dm) de 2.096 y Pielou (J') de 0.5795, indicando una diversidad relativamente moderada y distribución ligeramente equitativa. En cambio, HB-15 tuvo una riqueza de 11 especies y baja abundancia con 67 Org/mm², pero registró un H' de 2.564, Dm de 2.378 y J' de 0.7412, lo que sugiere una comunidad diversa y bien distribuida. En la laguna HB-SNC1, se identificaron 09 especies con una abundancia de 16 Org/mm². Se registraron valores de diversidad de H' = 2.852 nats/ind, Dm = 2.885 y J' = 0.8998, lo que evidencia una diversidad moderada y muy equilibrada.

En cuanto a los ríos de esta cuenca, HB-10 destacó con una diversidad moderada (H' = 2.313 nats/ind), riqueza de 07 especies y Dm = 1.272, con equidad alta (J' = 0.8237). Asimismo, la estación HB-18 presentó la mayor riqueza específica de la cuenca (27 especies), con una abundancia de 702 Org/mm² y H' = 2.343 nats/ind, Dm = 3.967 y J' = 0.4928, lo cual evidencia diversidad moderada aunque con distribución moderadamente desigual.

En la cuenca Huallaga, las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron diferencias. La primera tuvo una riqueza de 12 especies y una baja abundancia (28 Org/mm²), con un índice de diversidad alto (H' = 2.939 nats/ind), Margalef (Dm = 3.301) y una equidad destacable (J' = 0.8198). En contraste, HB-SNC3 registró una riqueza de 11 especies, abundancia de 87 Org/mm² y valores más bajos en los índices (H' = 2.073, Dm = 2.239, J' = 0.5913), reflejando una comunidad algo menos equitativa.

En las quebradas de Huallaga, se destaca HB-35 con una riqueza de 8 especies y 567 org, obteniendo $H' = 1.838$ nats/ind, $Dm = 1.104$ y $J' = 0.6128$, indicando una diversidad intermedia. Por otro lado, la estación HB-34, con una abundancia extremadamente alta (12361 Org/mm²), presentó un valor muy bajo de diversidad ($H' = 0.2018$, $Dm = 0.4245$) y baja equidad ($J' = 0.08691$), debido a la dominancia clara de una sola especie (*Legionellaceae sp.* con 12079 Org/mm²).

Entre los ríos de Huallaga, la estación HB-32 fue notable por su diversidad alta, con $H' = 2.787$, $Dm = 2.114$, y una comunidad altamente equitativa ($J' = 0.8791$). Similarmente, HB-27 presentó una riqueza de 13 especies y abundancia de 686 Org/mm², con valores de $H' = 2.367$, $Dm = 1.837$ y $J' = 0.6396$, indicando una comunidad diversa y equitativa. En contraste, otras estaciones como HB-38, con riqueza de 3 especies y abundancia de 644 Org/mm², presentaron muy baja diversidad ($H' = 0.6271$ nats/ind) y valores muy bajos de equidad ($J' = 0.3957$), mostrando dominancia marcada por pocas especies. Esta situación se repite en otras estaciones como HB-29 con 12 Org/mm² mostró $H' = 0.4138$, $Dm = 0.4024$ y $J' = 0.4185$.

Los resultados de los índices de diversidad alfa del perifiton varían notablemente entre las cuencas y cuerpos de agua evaluados. Las estaciones con mayor riqueza y abundancia en ríos o lagunas tienden a mostrar una mayor diversidad y una distribución más equitativa de las especies, mientras que las estaciones con abundancia extremadamente alta presentan una mayor dominancia de unas pocas especies y una menor equidad en la distribución. En general, la cuenca del Marañón es la que mostró mayor diversidad y equidad en la comunidad de perifiton evaluadas en las estaciones, seguida por la cuenca del Huallaga (con mayor variabilidad), Jequetepeque y finalmente Chicama.

Tabla 4.2.6-19
Índice de diversidad alfa para la comunidad perifítica en las estaciones del área de estudio - TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Chicama	Río	HB-05	1	14	0	0	-
Jequetepeque	Río	HB-06	12	960	1.574	1.602	0.439
		HB-07	10	286	1.993	1.591	0.5999
Marañón	Laguna	HB-SNC1	9	16	2.852	2.885	0.8998
	Quebrada	HB-14	14	494	2.206	2.096	0.5795
		HB-15	11	67	2.564	2.378	0.7412
	Río	HB-10	7	112	2.313	1.272	0.8237
		HB-11	6	586	1.407	0.7845	0.5441
		HB-12	1	1	0	-	-
		HB-13	3	6	1.459	1.116	0.9206
		HB-17	11	1043	1.729	1.439	0.4997
		HB-18	27	702	2.343	3.967	0.4928

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou(J')
Huallaga		HB-19	12	241	2.188	2.006	0.6103
		HB-20	12	1184	0.8321	1.554	0.2321
	Laguna	HB-SNC2	12	28	2.939	3.301	0.8198
		HB-SNC3	11	87	2.073	2.239	0.5991
	Quebrada	HB-23	9	93	0.8609	1.765	0.2716
		HB-24	0	0	0	-	-
		HB-34	5	12361	0.2018	0.4245	0.08691
		HB-35	8	567	1.838	1.104	0.6128
		HB-36	2	3	0.9183	1	0.9183
		HB-21	3	105	1.024	0.4297	0.6458
	Río	HB-22	3	10	1.361	1	0.8587
		HB-25	2	2	1	1.443	1
		HB-27	13	686	2.367	1.837	0.6396
		HB-28	0	0	0	-	-
		HB-29	2	12	0.4138	0.4024	0.4138
		HB-30	6	536	1.125	0.7957	0.4351
		HB-31	3	11	1.539	0.8341	0.9713
		HB-32	9	44	2.787	2.114	0.8791
		HB-33	6	14	2.503	1.895	0.9682
		HB-37	4	4	2	2.164	1
		HB-38	3	644	0.6271	0.3092	0.3957
		HB-39	1	1	0	-	-

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

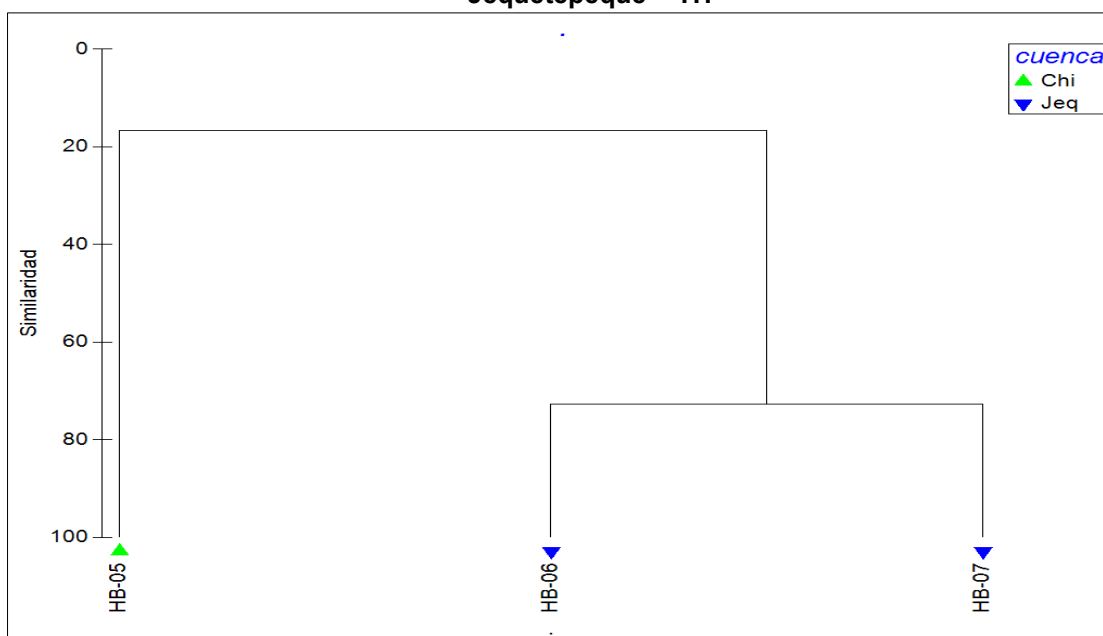
4.2.6.4.2.3.3.6 Diversidad beta

La presente sección se evaluará por cuencas debido a la mejor interpretación de los datos.

4.2.6.4.2.3.3.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

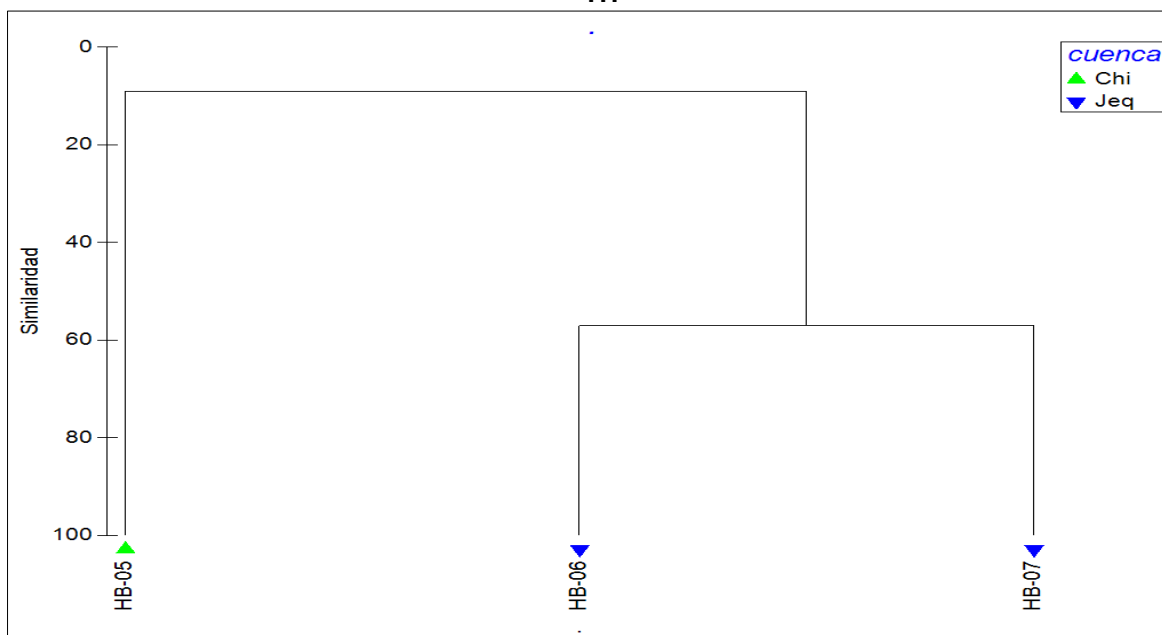
En cuanto a los índices de similitud de Jaccard y Sorensen, ambos permitieron identificar una mayor similitud entre las estaciones HB-06 y HB-07, pertenecientes a la cuenca Jequetepeque, con un 57.14 % según Jaccard y un 72.73 % según Sorensen. Esta elevada similitud indica que ambas estaciones comparten un número considerable de especies y se refleja con mayor énfasis en el índice de Sorensen, que otorga más peso a las especies compartidas. En contraste, la estación HB-05 (Chicama) presentó una menor similitud con las estaciones de Jequetepeque: 30 % con HB-07 y 8.33 % con HB-06 según Jaccard, y 18.18 % con HB-07 y 15.38 % con HB-06 según Sorensen. Esta baja similitud puede atribuirse a que, aunque todas las estaciones corresponden a cuerpos de agua tipo río, pertenecen a cuencas hidrográficas distintas, con condiciones ecológicas particulares que influyen directamente en la composición y riqueza del perifiton.

Gráfico 4.2.6-286
Índice de similaridad de Sorensen para el perifiton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-287
Índice de similaridad de Jaccard para el perifiton en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

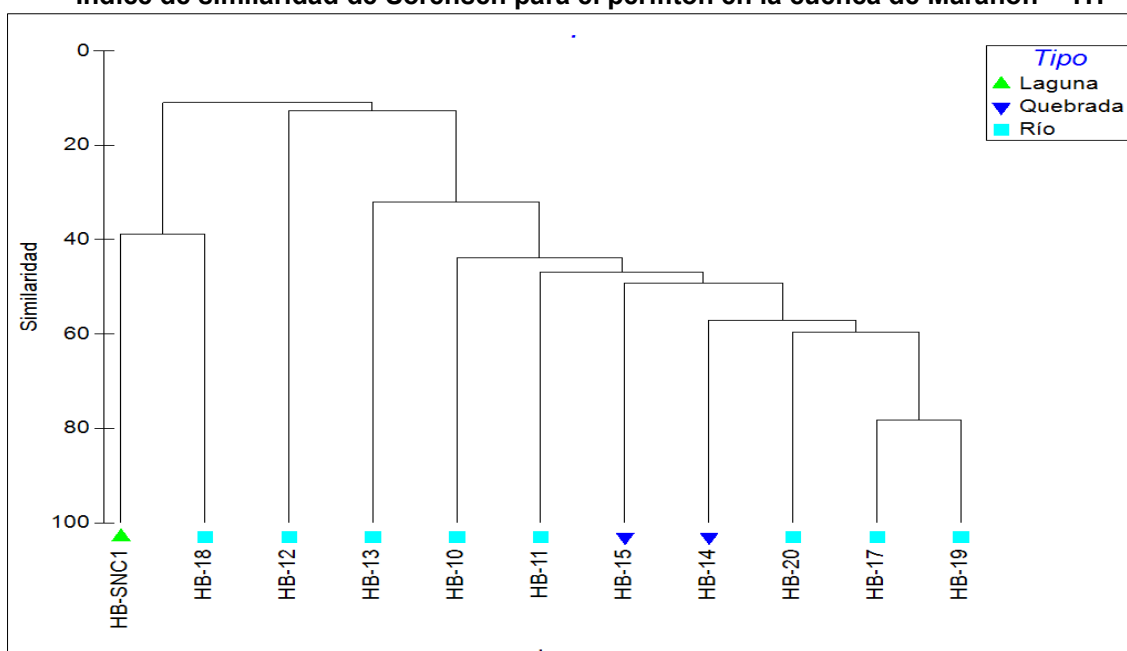
4.2.6.4.2.3.3.6.2 Cuenca de Marañón

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales. Estos grupos se definieron de la siguiente manera:

En el primer grupo se agruparon: la laguna HB-SNC1 y el río HB-18. A pesar de tratarse de un ambiente léntico y lótico, comparten un conjunto muy reducido de especies, con una similitud de 38,9 % según Sorensen y 24,1 % según Jaccard. Mostrando una clara separación entre la laguna y los cuerpos lóticos.

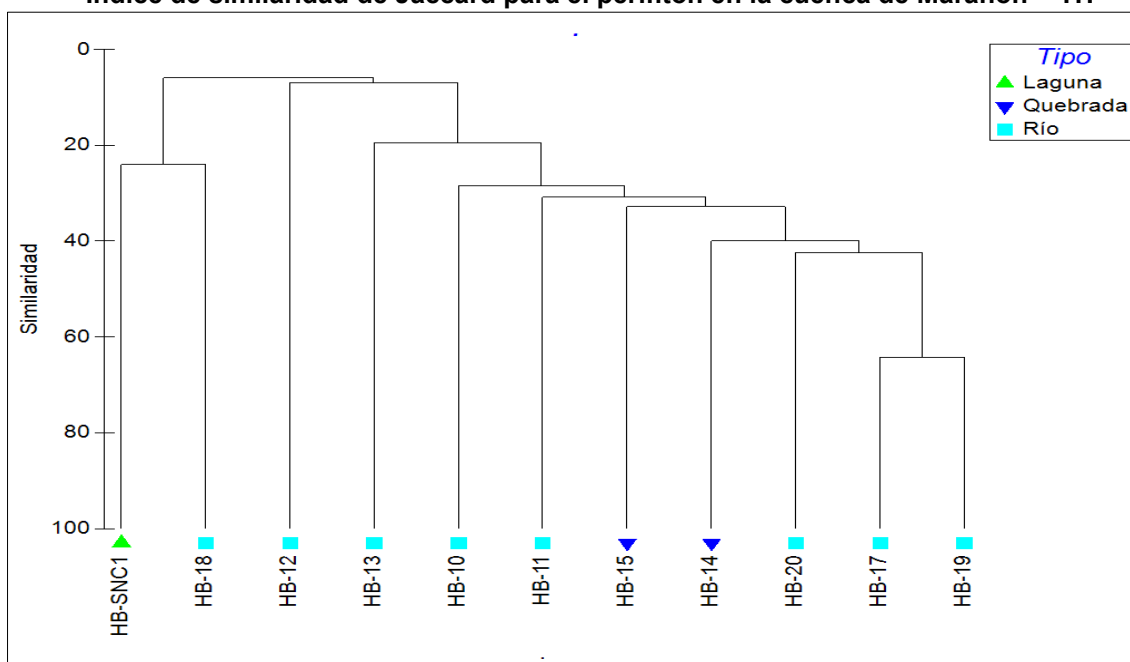
El segundo grupo integró al resto de estaciones (HB-14, HB-15, HB-10, HB-11, HB-12, HB-13, HB-17, HB-19 y HB-20) donde, las estaciones HB-17 y HB-19 se destacaron por tener la mayor similitud dentro del grupo, alcanzando 76,5 % de similitud según Sorensen y 62,1 % según Jaccard. Estos altos valores indican un solapamiento muy alto en su composición de especies. En contraste, HB-12 resultó ser la estación más atípica dentro de este conjunto, con las similitudes más bajas frente al resto: 18,0 % según Sorensen y 9,0 % según Jaccard. Estos valores reflejan una composición perifítica distinta.

Gráfico 4.2.6-288
Índice de similitud de Sorensen para el perifiton en la cuenca de Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-289
Índice de similitud de Jaccard para el perifiton en la cuenca de Marañon – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.6.3 Cuenca de Huallaga

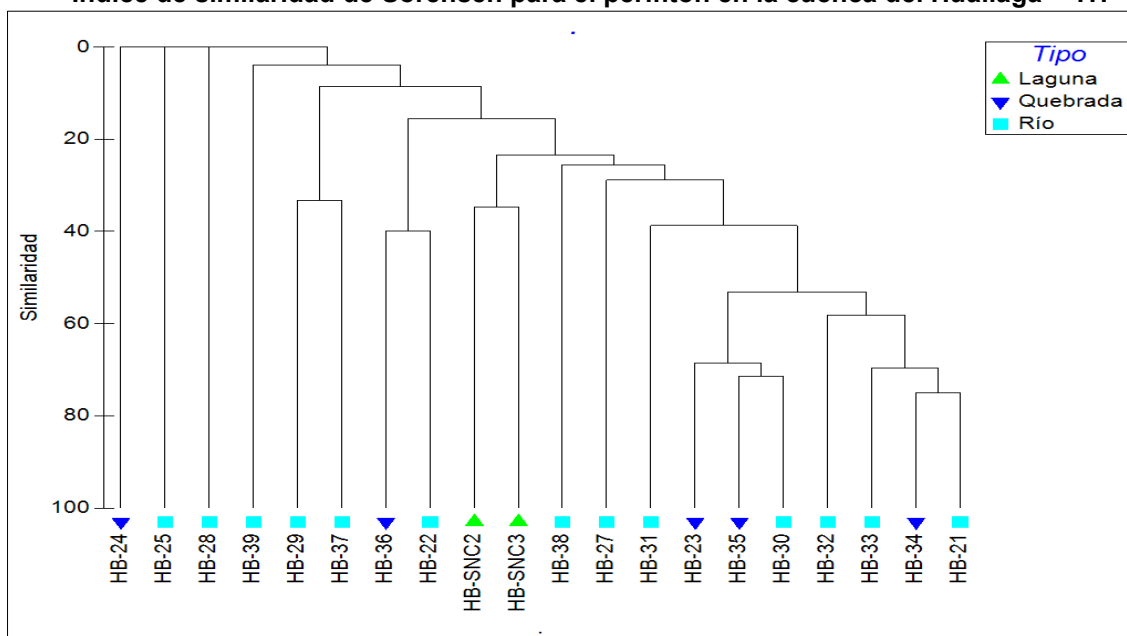
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales. Estos grupos se definieron de la siguiente manera:

En el primer grupo se agruparon las estaciones HB-24 (quebrada), HB-28 (río) que no registraron especies de perifiton; y HB-25 que registró solo 02 especies. Por lo que, no estuvieron asociados con el resto de estaciones, explicando sus valores de similitud nulos (0 %) en ambos índices y su separación inmediata en los dendrogramas.

El segundo grupo integró todas las demás estaciones: donde las estaciones HB-21 (río) y HB-34 (quebrada) mostraron la mayor semejanza con 75 % de similitud según Sorensen y 60 % según Jaccard. Muy cerca de estos valores, también alcanzaron altas similitudes las estaciones HB-35 y HB-30 (ambos ríos) con 61,5 % según Sorensen y 55 % según Jaccard, lo que indica que comparten una composición de especies muy semejante. Además, dentro del segundo grupo, las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) se agruparon juntas en una subrama, con 35 % de similitud según Sorensen y 21 % según Jaccard, evidenciando que, pese a ser ambientes lénticos en la misma cuenca, mantienen una comunidad de especies más parecida entre sí que con cualquier estación lótica.

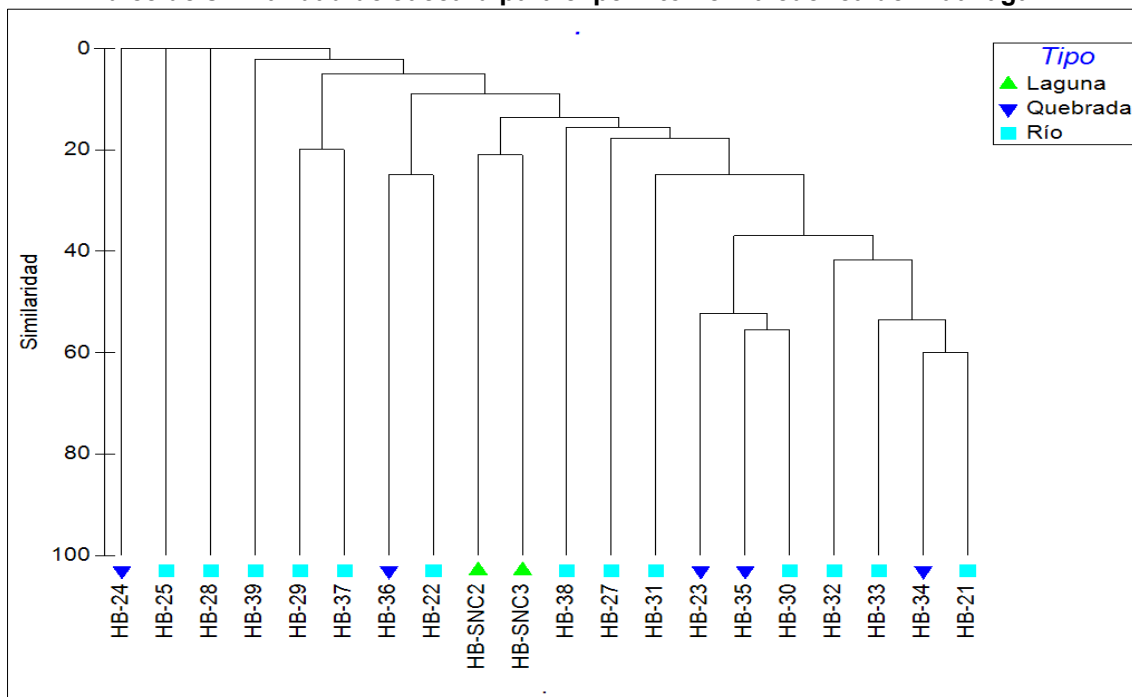
En el extremo opuesto, las estaciones HB-29 y HB-37 resultaron ser las más alejadas entre sí dentro del grupo, con similitudes de solo 14 % según Sorensen y 7 % según Jaccard, reflejando comunidades de especies prácticamente distintas.

Gráfico 4.2.6-290
Índice de similaridad de Sorensen para el perifiton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-291
Índice de similitud de Jaccard para el perifiton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.3.7 Indicadores biológicos para ambientes acuáticos continentales

4.2.6.4.2.3.3.7.1 Índice IDG (Índice de Diatomeas Generales)

En la cuenca Chicama, la estación HB-05 del río presentó un valor de IDG de 1.00, lo que representa el nivel más bajo registrado en la tabla, indicando una contaminación muy fuerte, con pérdida total de especies sensibles y una calidad del agua extremadamente deteriorada. Este resultado evidencia una situación crítica en dicha estación.

En la cuenca Jequetepeque, se evaluaron dos estaciones en el río, todas con valores bajos del IDG: HB-06 (2.29), HB-07 (2.99), lo cual indica de forma consistente la desaparición de especies sensibles y una contaminación fuerte en toda la cuenca. Estos resultados reflejan una alteración significativa de la calidad del agua, probablemente vinculada a actividades agrícolas o industriales cercanas, y sugieren que el ecosistema acuático ha perdido buena parte de su biodiversidad natural.

En la cuenca Marañón se observaron valores de IDG variados entre diferentes tipos de cuerpos de agua. La laguna HB-SNC1 presentó valor de IDG de 2.36, lo cual indica de forma consistente la desaparición de especies sensibles y una contaminación fuerte. En las quebradas, la estación HB-14 presentó el valor más alto (4.38), lo que indica calidad normal y baja contaminación, y sugiere un entorno acuático saludable con buena biodiversidad. No obstante, otras estaciones como HB-15 (3.67), HB-17 (3.85), HB-18 (3.47) y HB-19 (3.88) reflejaron contaminación moderada y presencia de eutrofización, lo que indica que, aunque aún existe biodiversidad, ya se observan impactos negativos por el aumento de nutrientes y materia orgánica. Por otro lado, estaciones como HB-11 (2.16) y HB-20 (2.99) presentan una situación más comprometida, con desaparición de especies sensibles y contaminación fuerte. En general, la cuenca Marañón muestra una combinación

de estaciones con buena calidad de agua y otras con signos claros de degradación ambiental.

En la cuenca Huallaga, que cuenta con el mayor número de estaciones evaluadas, se reportó una amplia gama de condiciones ecológicas. En las lagunas, la estación HB-SNC2 obtuvo un IDG de 2.71 (contaminación fuerte) y la HB-SNC3 registró 3.00, lo que indica una contaminación media con eutrofización acentuada, evidenciando un proceso de deterioro progresivo del entorno lacustre. En las quebradas, la estación HB-23 (3.97) indica contaminación moderada, mientras que HB-34 (2.53) y HB-35 (1.73) presentan desaparición de especies sensibles y contaminación muy fuerte, siendo esta última una de las estaciones más afectadas de la cuenca. La estación HB-36, con un IDG de 3.00, refleja una contaminación media con eutrofización acentuada. En los ríos, se identificaron condiciones contrastantes: mientras las estaciones HB-27 (4.24) y HB-28 (4.08) reflejan calidad normal y baja contaminación, otras como HB-21 (2.94), HB-31 (2.94), HB-33 (2.33) y HB-38 (3.00) indican niveles de contaminación fuerte y media, con signos claros de desaparición de especies sensibles y eutrofización. HB-22 (4.00) representa una excepción positiva, con condiciones relativamente saludables.

En conjunto, el análisis del Índice de Diatomeas (IDG) en las cuencas Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga revela una gran heterogeneidad en la calidad del agua. Si bien algunas estaciones alcanzan valores superiores a 4, que indican buena calidad biológica y baja contaminación, muchas otras se ubican por debajo de 3, con desaparición de especies sensibles y presencia de procesos de eutrofización, lo cual compromete seriamente la biodiversidad acuática. Las cuencas Chicama y Jequetepeque presentan un panorama más crítico, con valores consistentemente bajos, mientras que en Marañón y Huallaga se identifican tanto zonas con buena calidad como otras con deterioro significativo.

Tabla 4.2.6-20
Índice del DG para todas las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor IDG	Significado
Chicama	Río	HB-05	1.00	Contaminación muy fuerte
Jequetepeque	Río	HB-06	2.29	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-07	2.99	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
Marañón	Laguna	HB-SNC1	2.36	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
	Quebrada	HB-14	4.38	Calidad Normal
		HB-15	3.67	Contaminación moderada. Eutrofización
	Río	HB-11	2.16	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-17	3.85	Contaminación moderada. Eutrofización

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor IDG	Significado
		HB-18	3.47	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-19	3.88	Contaminación moderada. Eutrofización
		HB-20	2.99	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	2.71	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-SNC3	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
	Quebrada	HB-23	3.97	Contaminación moderada. Eutrofización
		HB-34	2.53	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-35	1.73	Contaminación muy fuerte
		HB-36	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
	Río	HB-21	2.94	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-22	4.00	Calidad Normal Contaminación débil
		HB-27	4.24	Calidad Normal Contaminación débil
		HB-30	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-31	2.94	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-32	3.17	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-33	2.33	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-37	2.50	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte
		HB-38	3.00	Contaminación media. Eutrofización acentuada
		HB-39	2.7	Desaparición de especies sensibles. Contaminación fuerte

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4 Bentos

Para el presente informe, las estaciones de muestreo se agruparán según la cuenca hidrográfica a la que pertenecen, lo que permitirá un análisis más organizado y claro de los

resultados. Al final de este capítulo, se presentará un resumen global que integrará todas las cuencas consideradas.

4.2.6.4.2.3.4.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

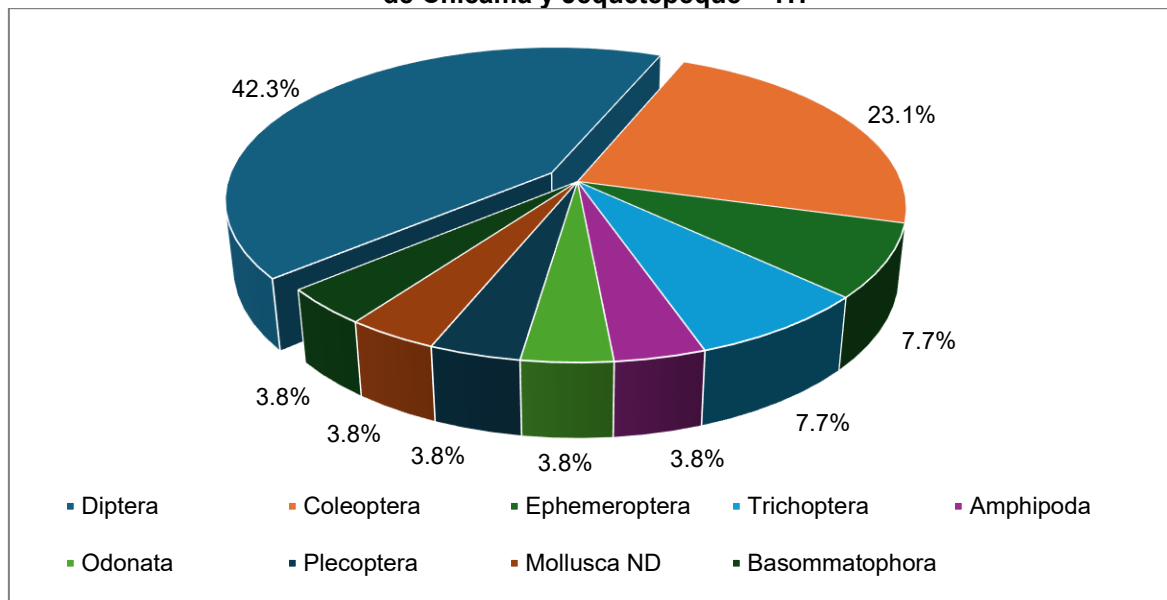
Estas cuencas hidrográficas se agruparon por dos motivos principales: en primer lugar, ambas pertenecen a la vertiente occidental, lo que significa que desembocan en el océano Pacífico. En segundo lugar, ambas presentaron una escasez de estaciones activas. En la cuenca del Chicama, solo la estación HB-05 registró presencia de agua, mientras que las estaciones HB-01 a HB-04 permanecieron secas. De manera similar, en la cuenca del Jequetepeque, solo las estaciones HB-06 y HB-07 tuvieron agua disponible.

4.2.6.4.2.3.4.1.1 Riqueza

En el área de estudio de las cuencas del Chicama y Jequetepeque se registraron un total de 26 especies, pertenecientes 15 familias, nueve (09) órdenes, tres (03) clase, y dos (02) phylum (Arthropoda y Mollusca). Los órdenes con mayores riquezas fueron Diptera con 11 especies (42.3%), seguida de Coleoptera con 06 especies (23.1%); y Ephemeroptera y Trichoptera con 02 especies (7.7%) cada uno. En contraste, el orden con menor riqueza fueron los órdenes Amphipoda, Odonata, Plecoptera, el morfotipo Mollusca ND y Basommatophora con 01 especie (3.8%) cada una.

Gráfico 4.2.6-292

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

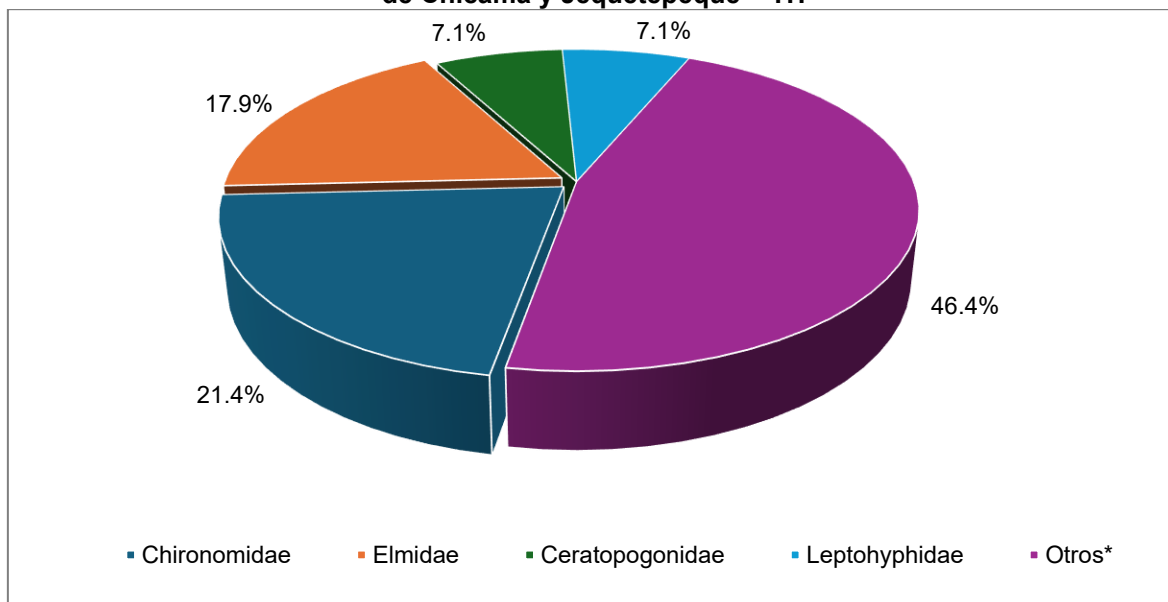


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas en las cuencas del Chicama y Jequetepeque, se evidenció una mayor riqueza para las familias Chironomidae (Diptera) con 6 especies (21.4%) y Elmidae (Coleoptera) con 5 especies (17.9%). Les siguen las familias Ceratopogonidae y Leptohyphidae (Ephemeroptera) con 2 especies cada una (7.1% cada una). En contraste,

se registraron 13 familias que obtuvieron solo 1 especie, agrupadas en la categoría *Otros*, siendo las de menor riqueza y representando cada una de ellas el 3.5%.

Gráfico 4.2.6-293
Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

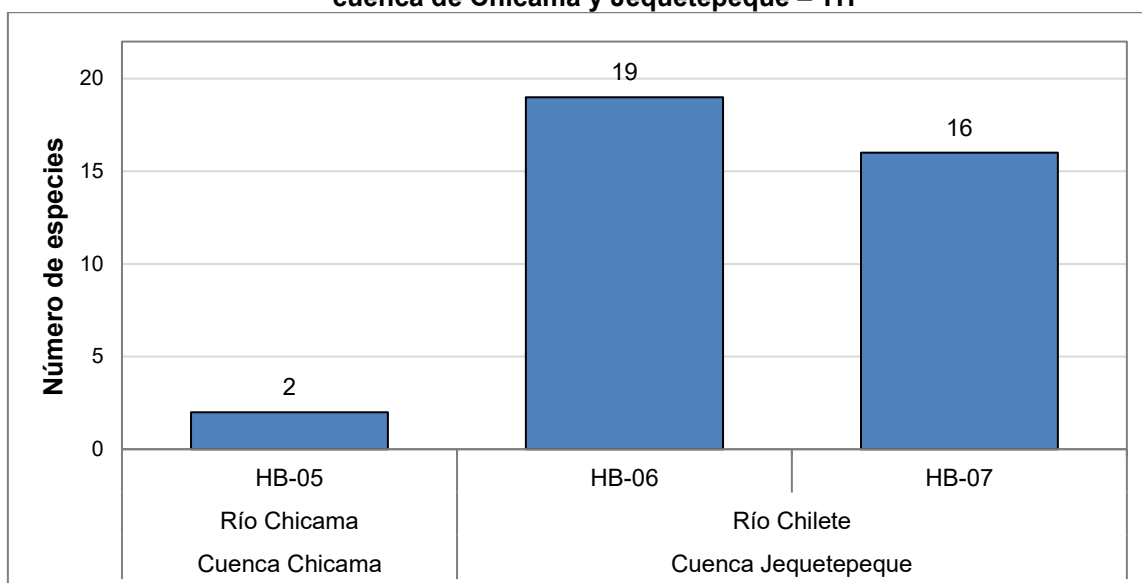


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para cada cuenca, se observó que la estación HB-05, perteneciente a la cuenca Chicama, presentó la menor riqueza con 2 especies registradas. En contraste, la estación HB-06, situada en el río Chilete, que pertenece a la cuenca Jequetepeque, registró la mayor riqueza con 19 especies, seguida por la estación HB-07 con 16 especies.

Gráfico 4.2.6-294

Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos según las estaciones ubicadas en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

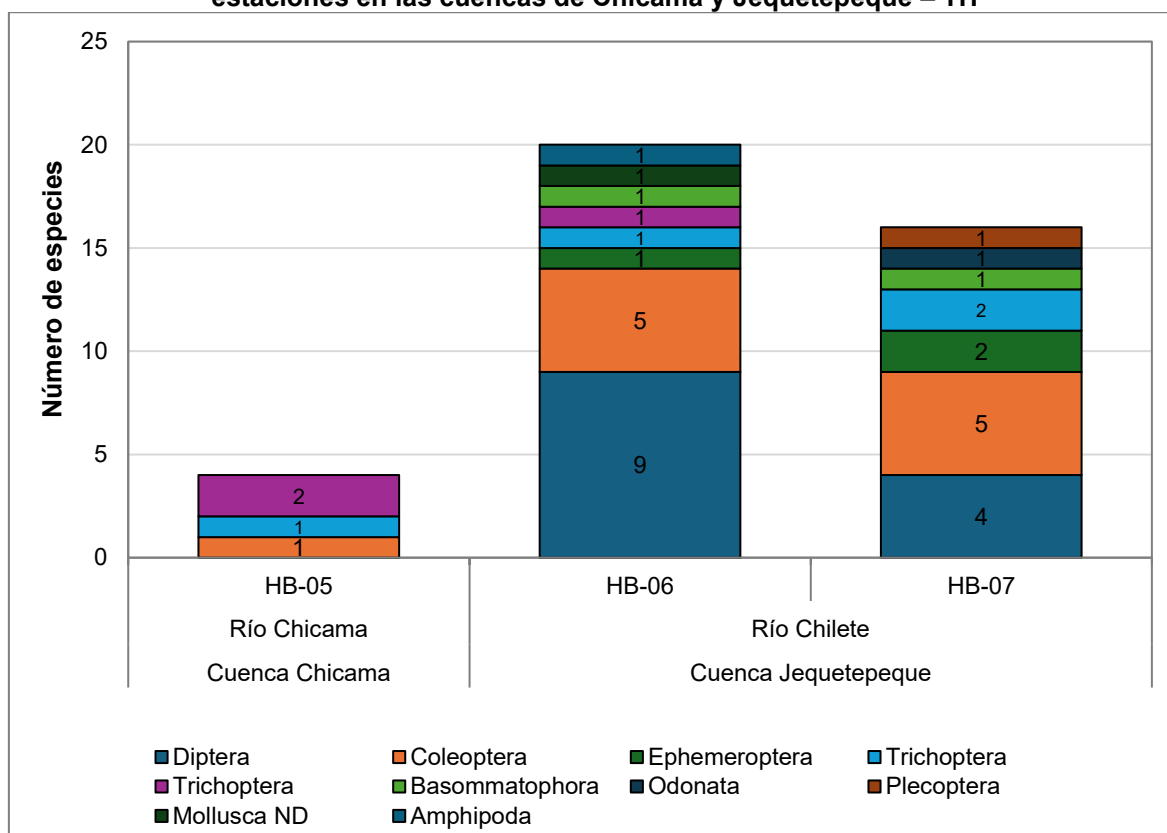
A nivel de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en las cuencas del Chicama y Jequetepeque, se observó que en la estación HB-05 (cuenca de Chicama), el orden Trichoptera presentó la mayor riqueza con 2 especies (40.0%), seguido de Coleoptera y Ephemeroptera con 1 especie cada uno (20.0% respectivamente).

Por otro lado, en la estación HB-06 (cuenca de Jequetepeque), el orden Diptera registró la mayor riqueza con 9 especies (47.4%), seguido de Coleoptera con 5 especies (26.3%) y Ephemeroptera con 1 especie (5.3%). Otros órdenes como Trichoptera, Basommatophora, Odonata, Mollusca ND y Amphipoda también estuvieron representados con 1 especie cada uno (5.3%).

En la estación HB-07 (también en la cuenca de Jequetepeque), Coleoptera también fue el orden con mayor riqueza con 5 especies (31.3%), seguido de Diptera con 4 especies (25.0%), y Ephemeroptera y Trichoptera con 2 especies cada uno (12.5%). Órdenes como Basommatophora, Odonata, Plecoptera y Amphipoda presentaron la menor riqueza, con 1 especie cada uno (6.3%).

Gráfico 4.2.6-295

Riqueza total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



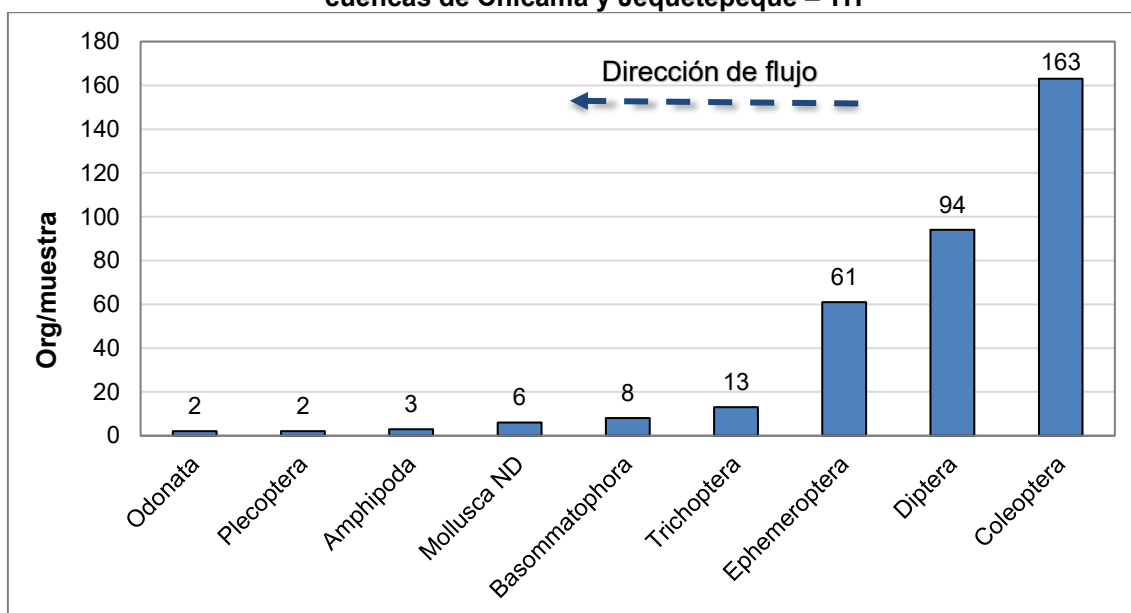
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.1.2 Abundancia

El área de estudio registró una abundancia total de 352 organismos/muestra. El orden Coleoptera presentó la mayor abundancia con 163 organismos/muestra (46.3%), seguido de Diptera con 94 organismos/muestra (26.7%) y Ephemeroptera con 61 organismos/muestra (17.3%). En menor abundancia se encontraron los órdenes Odonata y Plecoptera con 02 organismos/muestra cada uno (0.6%).

Gráfico 4.2.6-296

Abundancia total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

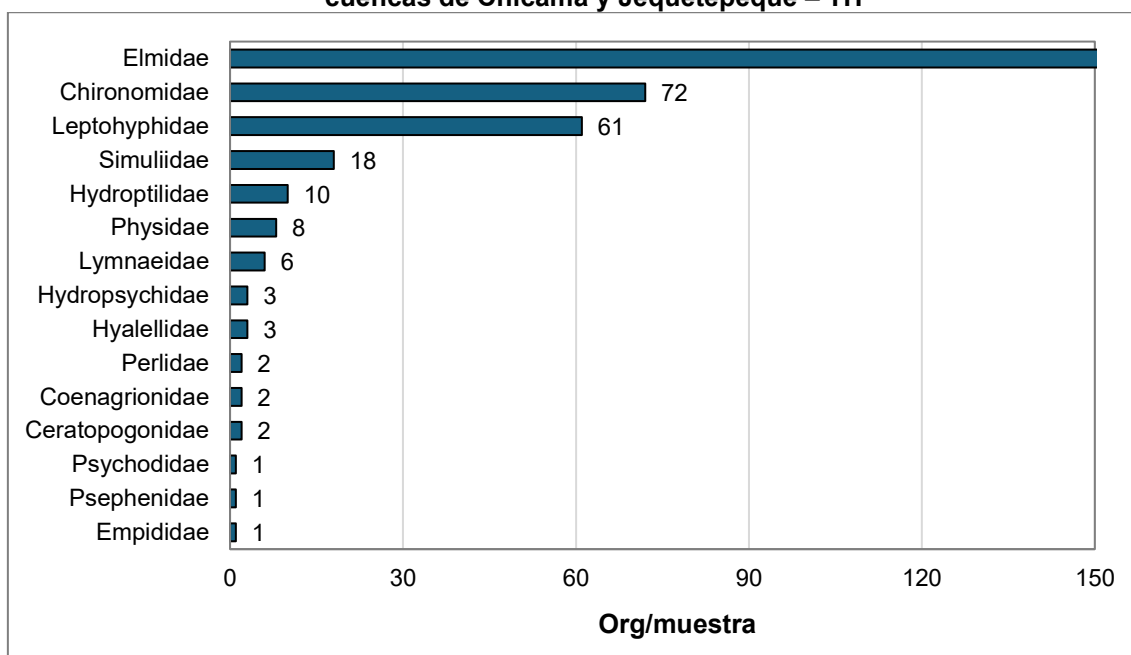


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas a nivel general en las cuencas, se observó que la familia Elmidae (Coleoptera) fue la de mayor abundancia con 162 organismos/muestra (46.0%), seguida por Chironomidae (Diptera) con 72 organismos/muestra (20.4%) y Leptohyphidae (Ephemeroptera) con 61 organismos/muestra (17.3%). En contraste, las familias Empididae (Diptera), Psephenidae (Coleoptera) y Psychodidae (Diptera) registraron las menores abundancias con 1 organismo/muestra cada una (0.3%).

Gráfico 4.2.6-297

Abundancia total de las familias de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

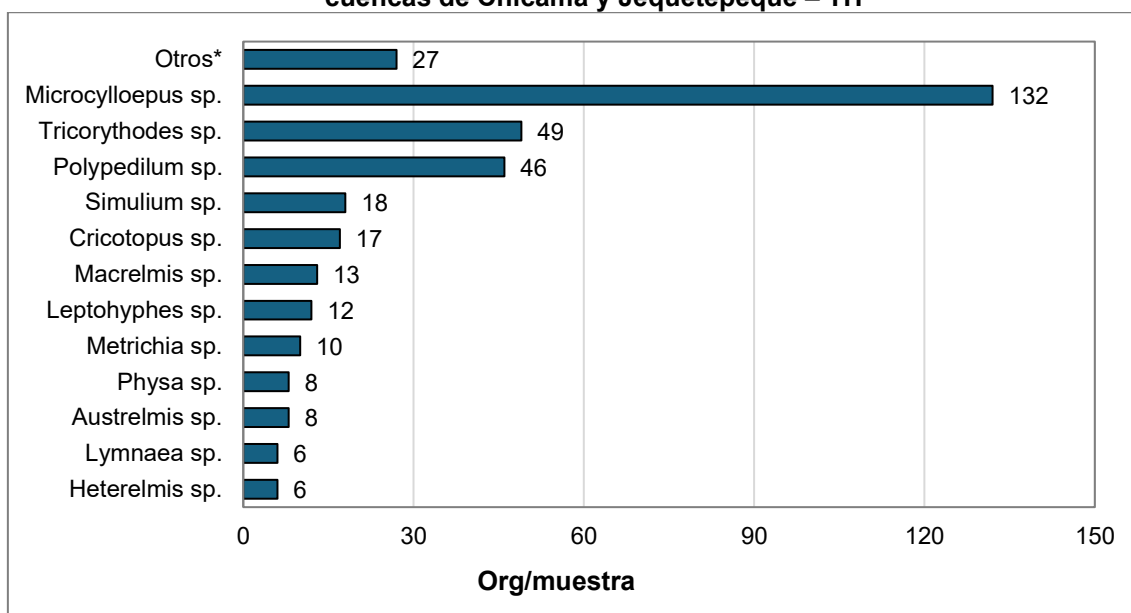


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en ambas cuencas, la especie *Microcylloepus sp.* presentó la mayor abundancia con 132 organismos/muestra, seguida por *Tricorythodes sp.* con 49 organismos/muestra y *Polypedilum sp.* con 46 organismos/muestra. Por el contrario, las especies *Heterelmis sp.* y *Lymnaea sp.* fueron las de menor abundancia con 6 organismos/muestra cada una. Además, se identificaron especies con una abundancia entre 1 a 3 organismos/muestra que fueron agrupadas en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-298

Abundancia total de las especies de macroinvertebrados bentónicos registrados en las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH

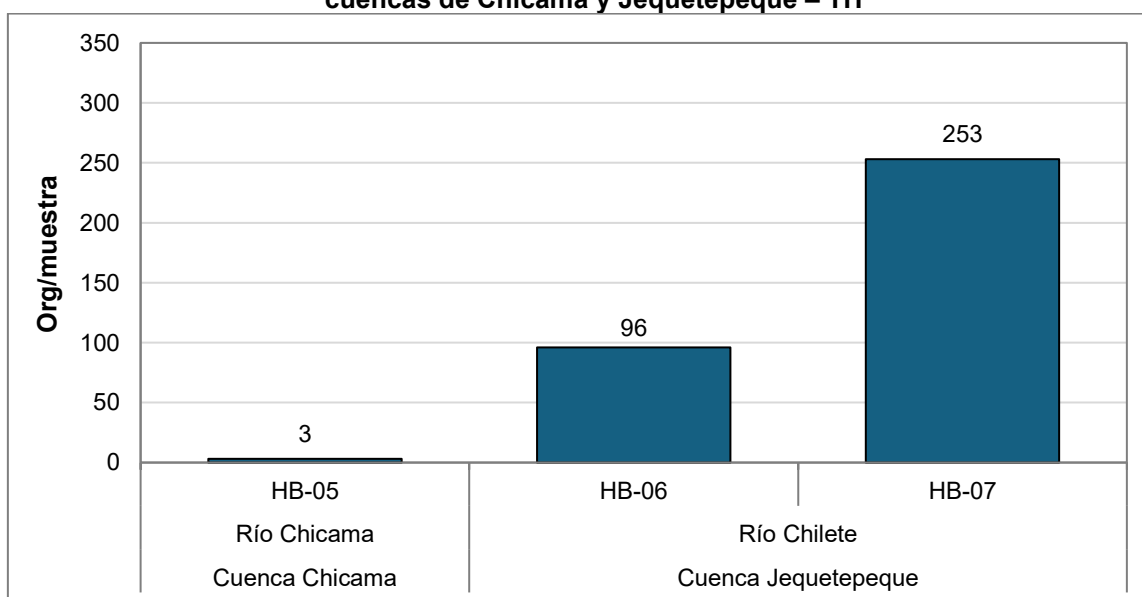


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas en cada cuenca, se observó que la estación HB-07, situada en el río Chilite de la cuenca Jequetepeque, registró la mayor abundancia con 253 organismos/muestra. En cambio, la estación HB-05, ubicada en el río Chicama de la cuenca Chicama, presentó la menor abundancia con 3 organismos/muestra, mientras que la estación HB-06, también en el río Chilite (cuenca Jequetepeque), registró una abundancia intermedia de 96 organismos/muestra.

Gráfico 4.2.6-299

Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones de las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

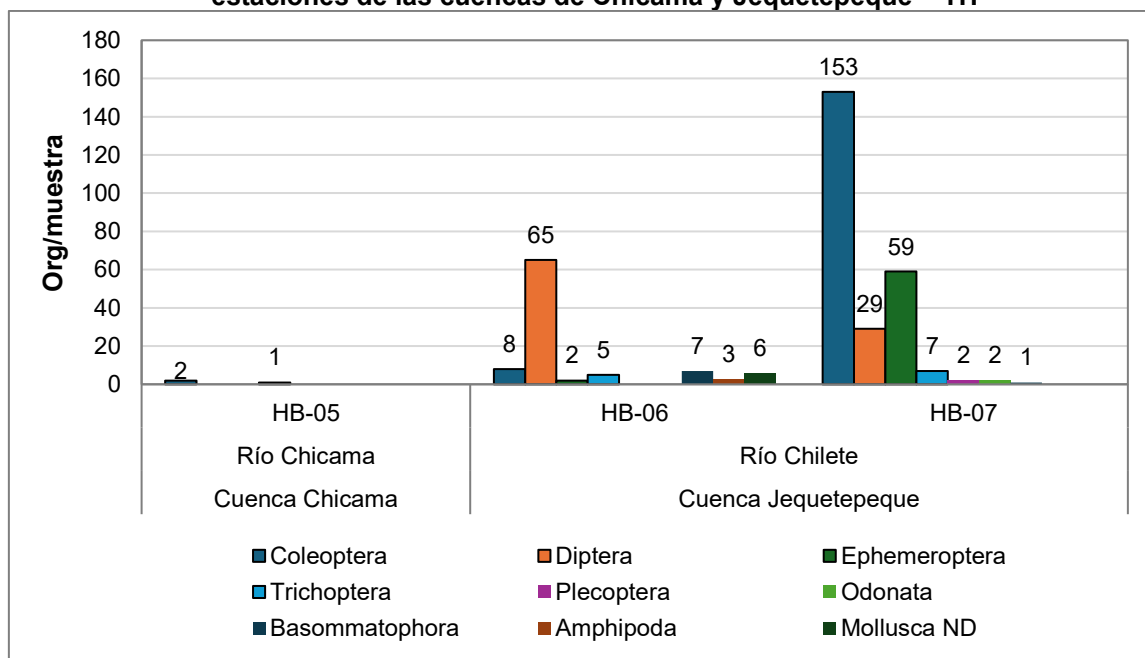
A nivel de las abundancias de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en ambas cuencas, se observó que para la estación HB-05, ubicada en la cuenca Chicama, el orden Coleoptera registró la mayor abundancia con 2 Org/muestra (66.7%), seguido por Trichoptera con 1 Org/muestra (33.3%). Los demás órdenes no estuvieron representados en esta estación.

Por otro lado, en la estación HB-06, ubicada en el río Chilete de la cuenca Jequetepeque, el orden Diptera presentó la mayor abundancia con 65 Org/muestra (67.7%), seguido de Coleoptera con 8 Org/muestra (8.3%) y Basommatophora con 7 Org/muestra (7.3%). El orden con menor abundancia fue Ephemeroptera con 2 Org/muestra (2.1%).

Finalmente, en la estación HB-07, también en el río Chilete (cuenca Jequetepeque), se observó que el orden Coleoptera presentó la mayor abundancia con 153 Org/muestra (60.5%), seguido por Ephemeroptera con 59 Org/muestra (23.3%) y Diptera con 29 Org/muestra (11.5%). Los órdenes con menor abundancia fueron Basommatophora con 1 Org/muestra, Plecoptera y Odonata con 01 Org/muestra (0.8%). En general, el orden Coleoptera fue dominante en ambas cuencas, seguida por Diptera.

La dominancia del orden Coleoptera, particularmente de familias como Elmidae, puede deberse a su alta tolerancia a una amplia gama de condiciones ambientales, así como a su capacidad para habitar tanto aguas limpias como ambientes moderadamente alterados (Roldán, 2003).

Gráfico 4.2.6-300
Abundancia total de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos registrados en las estaciones de las cuencas de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.2 Cuenca Marañón

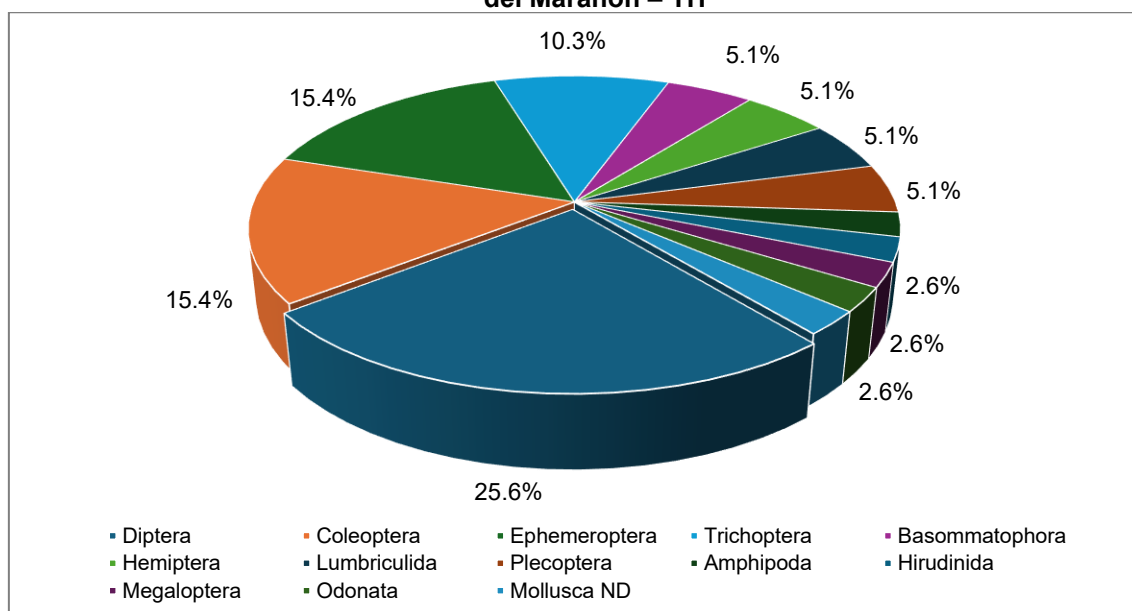
4.2.6.4.2.3.4.2.1 Riqueza

En el área de estudio de la cuenca del Marañón se registraron un total de 39 especies, 28 familias, 12 órdenes, 04 clases y 03 phyla. La phyla registradas fueron Annelida (03 especie), Mollusca (03 especies) y Arthropoda (33 especies).

Se observó que el orden con mayor riqueza fue Diptera con 10 especies (25.6%), seguido de Coleoptera y Ephemeroptera, ambos con 6 especies (15.4%) y Trichoptera con 4 especies (10.3%). Todos estos órdenes pertenecen al phylum Arthropoda. En contraste, los órdenes Amphipoda, Megaloptera, Odonata (Arthropoda), Mollusca ND (Mollusca), y Hirudinida (Annelida), registraron solo 1 especie (2.6%) cada uno, representando los grupos con menor riqueza registrada en el estudio.

Gráfico 4.2.6-301

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH

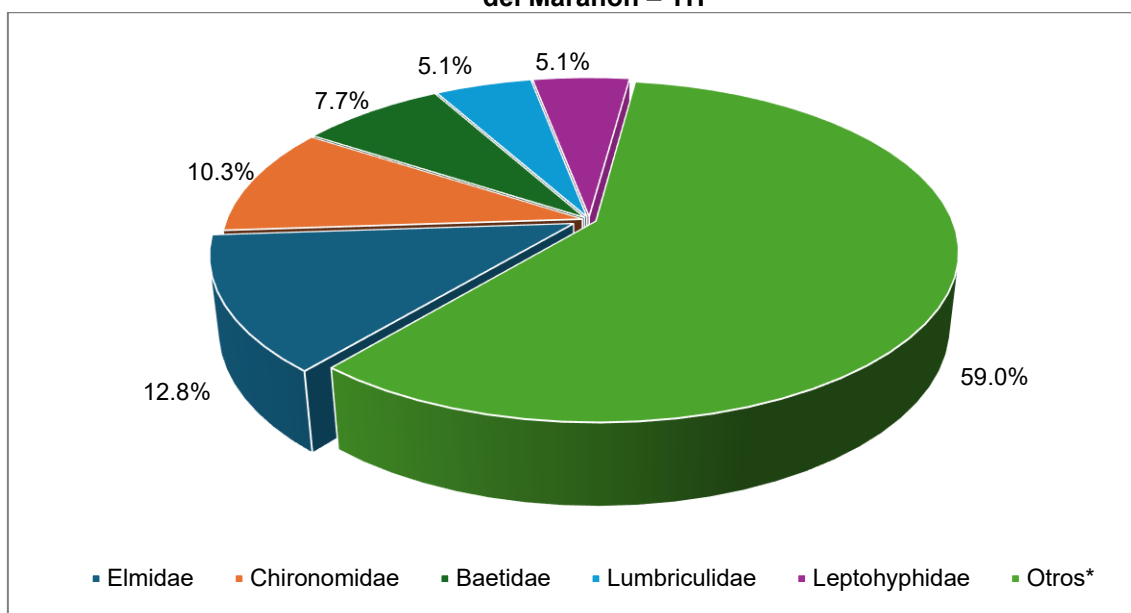


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas, se observó una mayor riqueza en aquellas pertenecientes al phylum Arthropoda, donde la familia Elmidae (Coleoptera) presentó la mayor riqueza con un total de 5 especies (12.8%), seguida de Chironomidae (Diptera) con 4 especies (10.3%), Baetidae (Ephemeroptera) con 3 especies (7.7%) y las familias Lumbriculidae (Haplotaenidae) y Leptohyphidae (Ephemeroptera) con 2 especies cada una (5.1%). Además, 23 familias registraron únicamente 1 especie y fueron agrupadas bajo la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-302

Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH



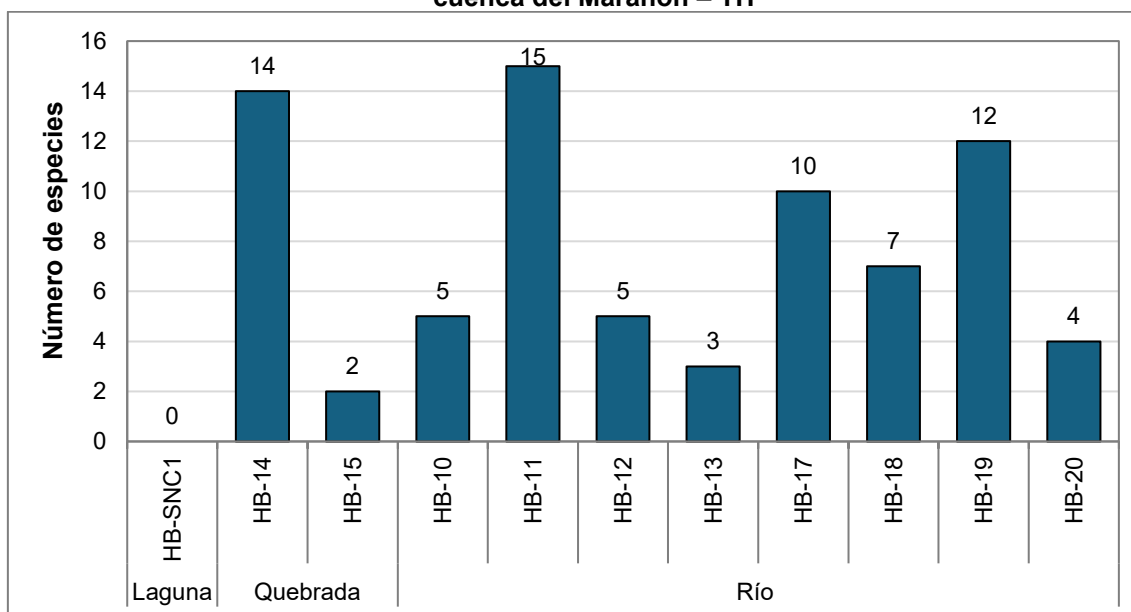
Otros*: Especies que presentaron una riqueza de 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la riqueza de especies registrada en las estaciones de muestreo, se observó que la estación HB-11 (río), presentó la mayor riqueza con un total de 15 especies, seguida de HB-14 (quebrada) con 14 especies y HB-19 (río) con 12 especies. También destacaron las estaciones HB-17 (río) con 10 especies y HB-18 (río) con 7 especies. Por otro lado, la estación con menor riqueza fue HB-15 (quebrada) con solo 2 especies y la estación HB-SNC1 (laguna) no se registraron especies.

Gráfico 4.2.6-303

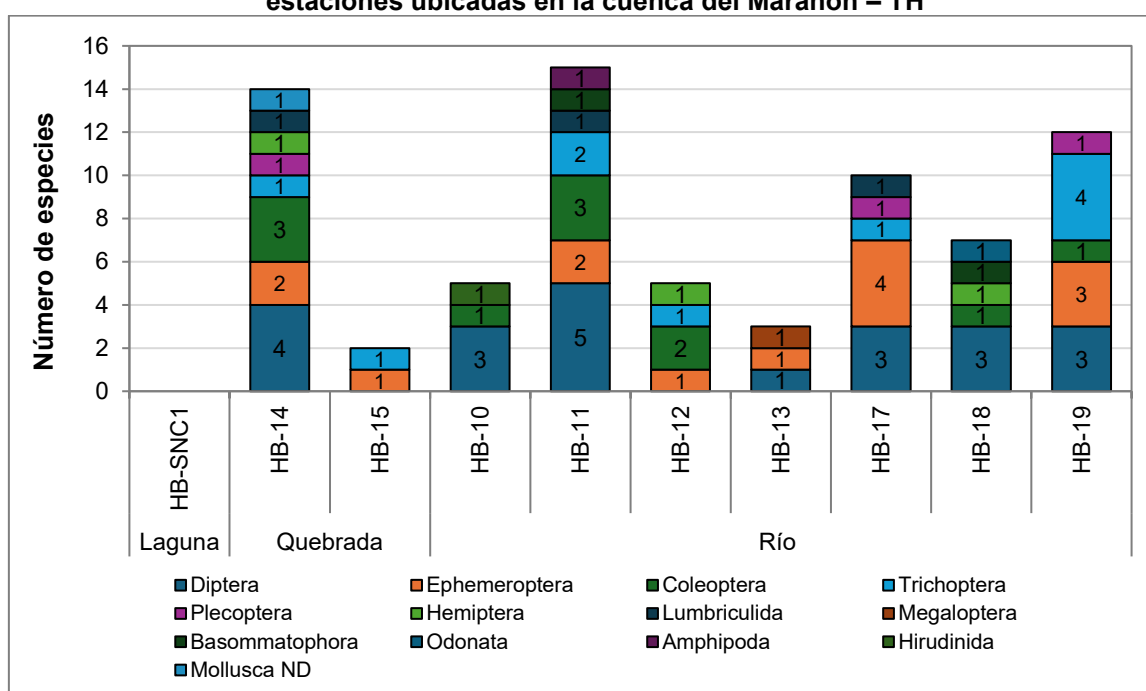
Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones evaluadas, se observó que el orden Diptera destacó ampliamente en casi todas las estaciones, registrando entre 5 especies en la estación HB-11 (Río) y 1 especie en estaciones como HB-13 y HB-20 (Río). Asimismo, el orden Ephemeroptera estuvo presente en la mayoría de las estaciones, con mayor representación en HB-17 (Río) con 4 especies. El orden Coleoptera también mostró amplia distribución, destacando en HB-11 (Río) y HB-14 (quebrada) con 3 especies y presente en varias estaciones. En cuanto a Trichoptera, se registró principalmente en estaciones del río como HB-11 y HB-19 con 2 y 4 especies, respectivamente. En contraste, los órdenes Amphipoda y Odonata se registraron de forma aislada. Asimismo, Hirudinida y Mollusca ND se presentaron únicamente, cada uno con una sola especie.

Gráfico 4.2.6-304
Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH

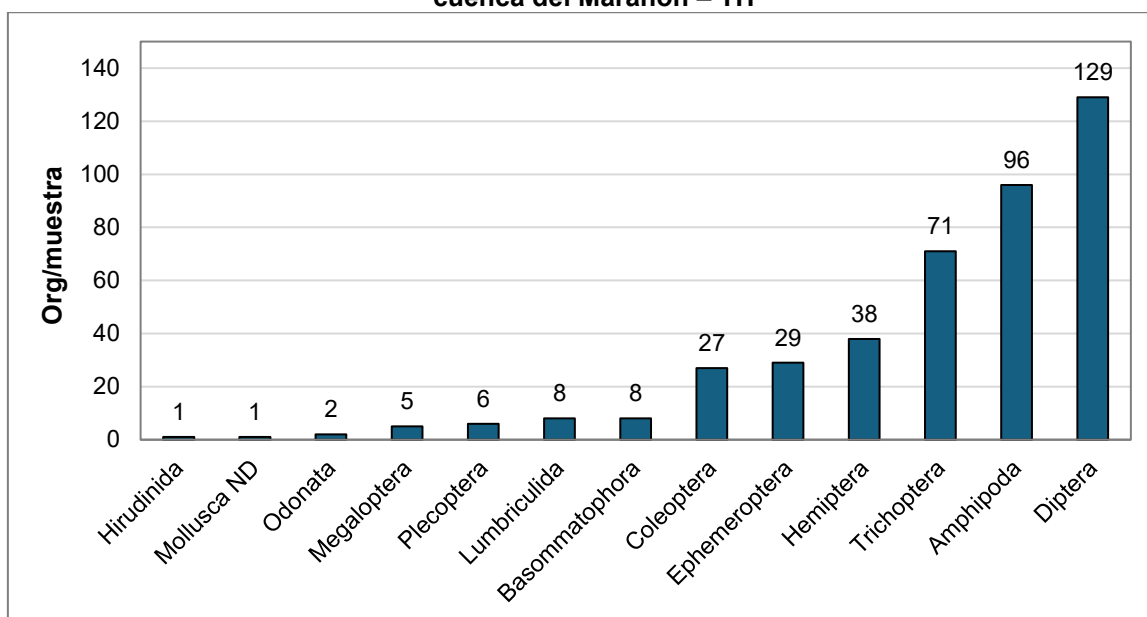


Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.2.2 Abundancia

En el área de estudio, se registró una abundancia total de 421 Org/muestra. El orden Diptera (Arthropoda) fue el más dominante, registrando una abundancia de 129 Org/muestra (30.6%), seguido de Amphipoda (Arthropoda) con 96 Org/muestra (22.8%) y Trichoptera (Arthropoda) con 71 Org/muestra (16.9%). Por otro lado, los órdenes con menores abundancias fueron Hirudinida (Annelida) y Mollusca ND (Mollusca) con 1 Org/muestra (0.2%) cada uno.

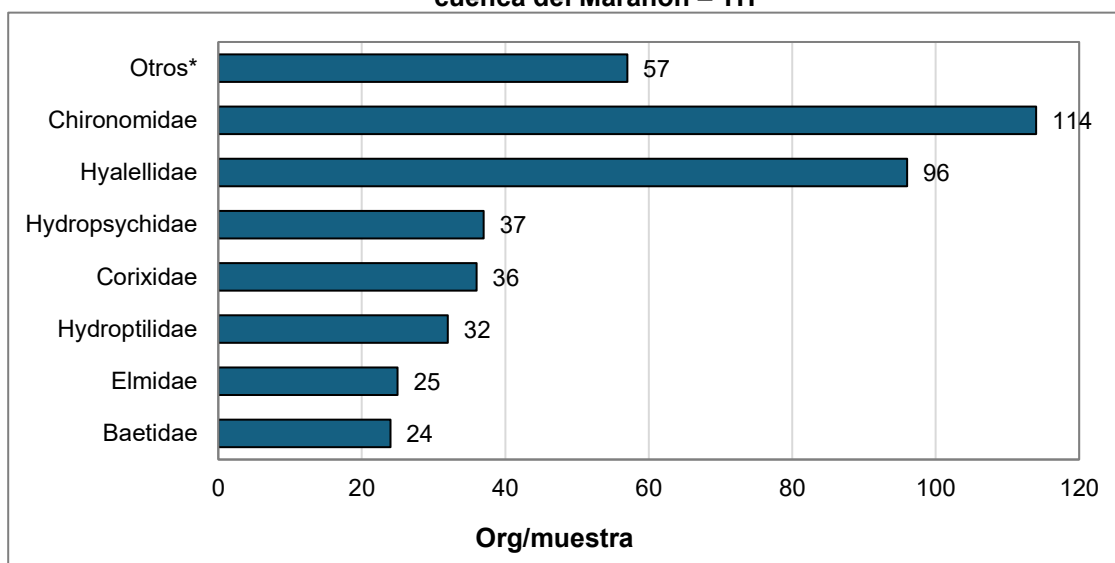
Gráfico 4.2.6-305
Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas en el área de estudio, se observó una predominancia significativa de la familia Chironomidae con 114 Org/muestra (27.1%), seguida por Hyalellidae con 96 Org/muestra (22.8%). Otras familias presentaron una abundancia que varió entre 37 Org/muestra (Hydropsychidae) y 24 Org/muestra (Baetidae). Las familias con menores abundancias, es decir, aquellas que presentaron valores inferiores a 20 Org/muestra, fueron agrupadas bajo la categoría de “Otros”. La familia Chironomidae, pertenecientes al orden Diptera, son reconocidos por su amplia distribución en ecosistemas acuáticos y su capacidad para colonizar hábitats con diferentes niveles de calidad del agua, incluyendo aquellos con bajos niveles de oxígeno disuelto o con carga orgánica elevada (Domínguez & Fernández, 2009).

Gráfico 4.2.6-306
Abundancia total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH

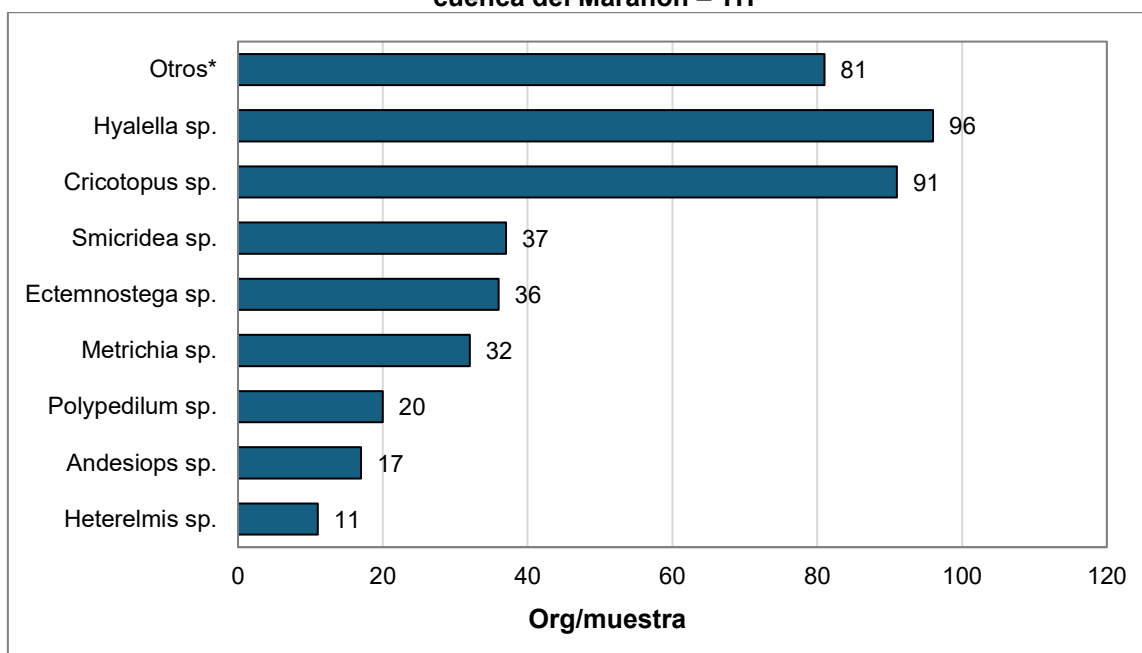


Otros*Especies que presentaron una abundancia menor de 20 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a las especies registradas, la especie *Hyalella sp.* presentó la mayor abundancia con 96 Org/muestra, esta especie es comúnmente encontrada tanto en ambientes lénticos y lóticos, y se caracteriza por su capacidad de adaptación a diversos hábitats, incluidos aquellos con alteraciones moderadas, su presencia abundante puede estar relacionada con la disponibilidad de materia orgánica y estructuras como hojarasca o macrófitas, que favorecen su refugio y alimentación (Miserendino, 2001). Seguida por la especie *Cricotopus sp.* con 91 Org/muestra y *Smicridea sp.* con 37 Org/muestra. Asimismo, otras especies mostraron abundancias intermedias, como *Ectemnostega sp.* con 36 Org/muestra, *Metrichia sp.* con 32 Org/muestra y *Polypedilum sp.* con 20 Org/muestra. Las especies que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas con menos de 10 organismos, fueron agrupadas bajo la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-307
Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH

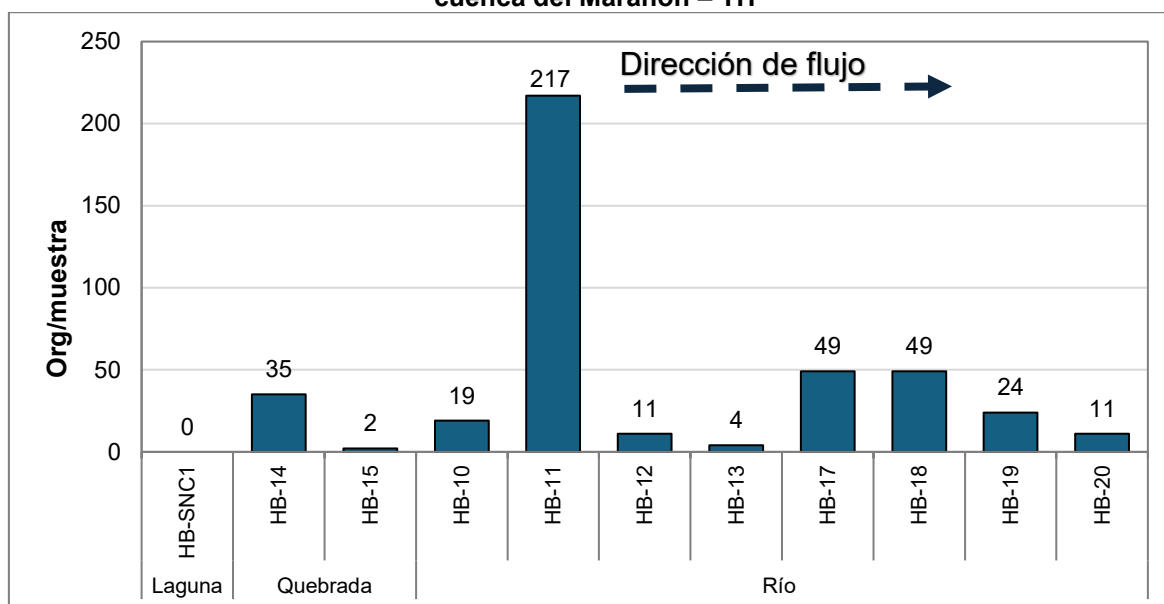


Otros*Especies que presentaron una abundancia inferior a 10 Org/muestra.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas en la cuenca, se observó que la estación HB-11 (río) presentó la mayor abundancia con un total de 217 org/muestra, seguida por, las estaciones HB-17 y HB-18 (ambas río) con 49 org/muestra cada una. En contraste, las estaciones con menores abundancias fueron HB-15 (quebrada) con 2 org/muestra y HB-13 (río) con 4 org/muestra. Por su parte, la estación HB-SNC1 (laguna) no registró organismos en la muestra.

Gráfico 4.2.6-308
Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

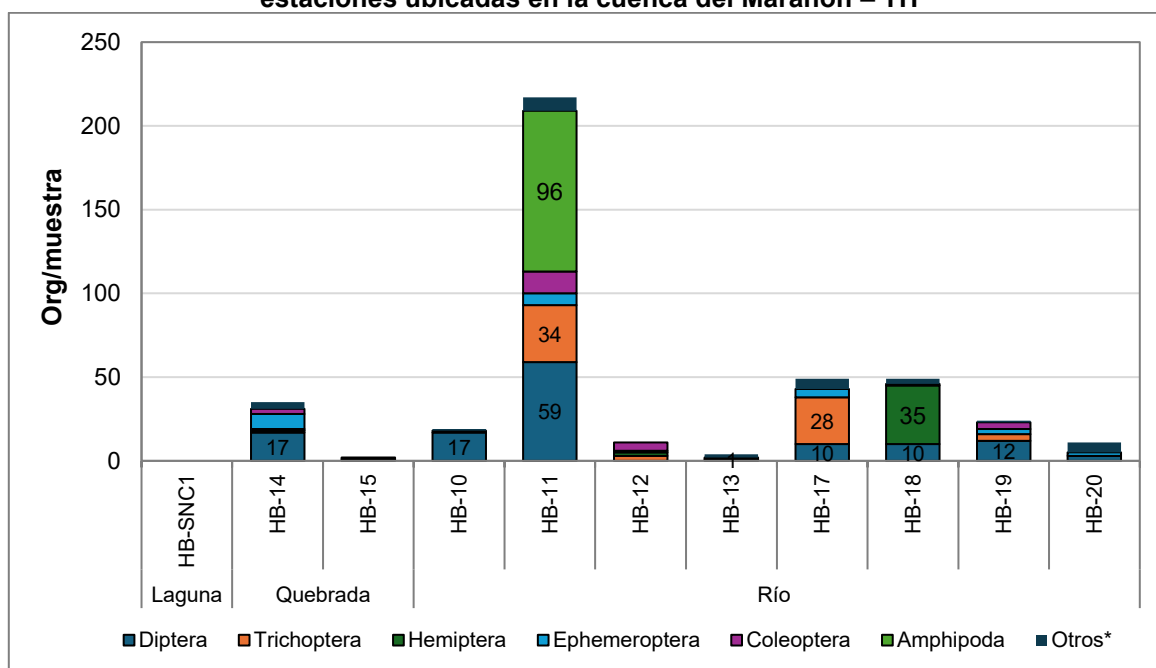
En cuanto a las abundancias de los órdenes registrados, el orden Diptera fue el más dominante y estuvo presente en la mayoría de las estaciones. Su abundancia osciló entre 1 org/muestra (en la estación HB-13) y 59 org/muestra (en la estación HB-11). Este orden tiene alta tolerancia a diversas condiciones ambientales, incluyendo niveles moderados o altos de contaminación orgánica, así como su capacidad para habitar en diferentes tipos de sustratos y cuerpos de agua. Esta plasticidad ecológica les permite colonizar eficientemente tanto ambientes lóticos como lénticos. Específicamente, muchas especies de Diptera, como las del grupo Chironomidae, son conocidas por su adaptabilidad a ecosistemas impactados o con baja concentración de oxígeno disuelto (Domínguez & Fernández, 2009).

Por otro lado, el phylum Trichoptera se posicionó como el segundo en abundancia con una mayor representación en la estación HB-11, donde se registraron 34 org/muestra y HB-17 con 28 org/muestra. En las demás estaciones presentó valores entre 1 y 4 org/muestra. Este orden está asociado a aguas corrientes con buena calidad, donde sus larvas pueden construir refugios con materiales del fondo. (Domínguez & Fernández, 2009).

El orden Hemiptera también se destacó en algunas estaciones, particularmente en HB-18, con 35 org/muestra, mientras que en otras estaciones su presencia fue baja o nula. Asimismo, Ephemeroptera se registró en la mayoría de estaciones, donde su mayor registro en abundancia fue en HB-14 con 9 org/muestra, y más escaso en las demás estaciones. El orden Coleoptera se destacó en HB-11 con 13 org/muestra y el orden Amphipoda solo se registró en HB-11 con una abundancia de 96 org/muestra; este último orden habita ambientes con buena disponibilidad de materia orgánica y refugios (Fernández & Domínguez, 2001).

Los otros órdenes registrados mostraron abundancias considerablemente menores en comparación con los anteriores, por lo que no se incluyen en el gráfico principal; sin embargo, se puede consultar los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-309
Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Marañón – TH



Otros*: Agrupados los órdenes con poca presencia y abundancia, entre ellas, Plecoptera, Megaloptera, Hirudinea, Lumbriculida, Odonata, Mollusca ND y Basommatophora.

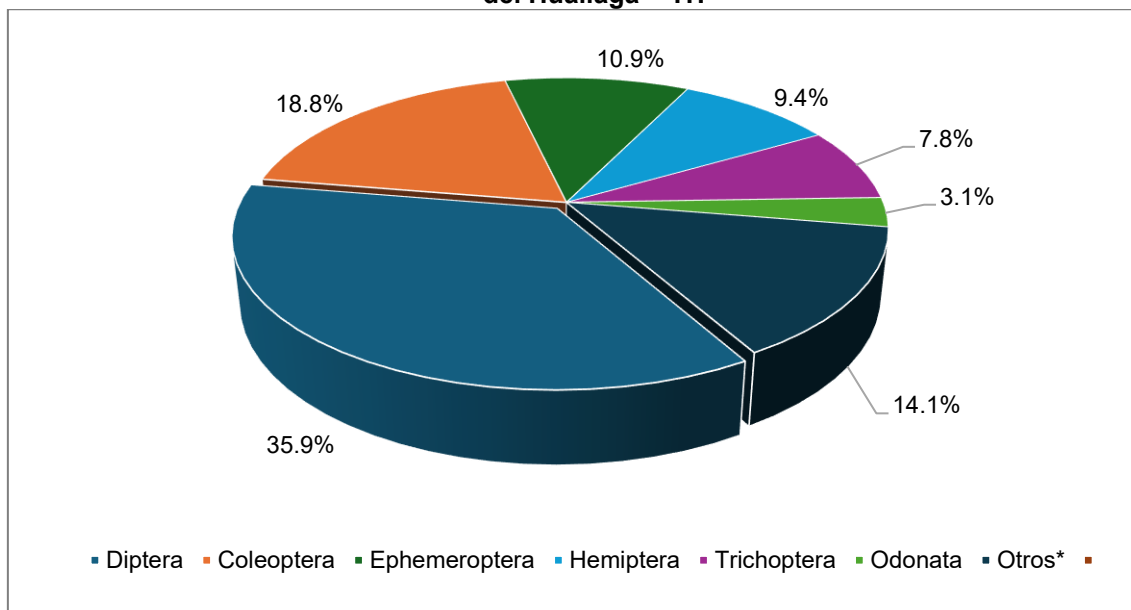
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.3 Cuenca Huallaga

4.2.6.4.2.3.4.3.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca del Huallaga se registró un total de 64 especies, 34 familias, 14 órdenes, 05 clases y 03 Phyla (Annelida, Arthropoda y Mollusca). El phylum con mayor riqueza fue Arthropoda con 59 especies, seguida de Mollusca con 03 especies y Annelida con 02 especie. Por otro lado, el orden con mayor riqueza reportada para dicha cuenca fue Diptera (Arthropoda) con 23 especies (35.9%), seguida de Coleoptera con 12 especies (18.8%) y Ephemeroptera con 07 especies (10.9%). En menor riqueza estuvieron los órdenes Trichoptera con 05 especies (7.8%) y Odonata con 02 especies (3.1%). Aquellos órdenes que presentaron 01 especie fueron agrupados en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-310
Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH

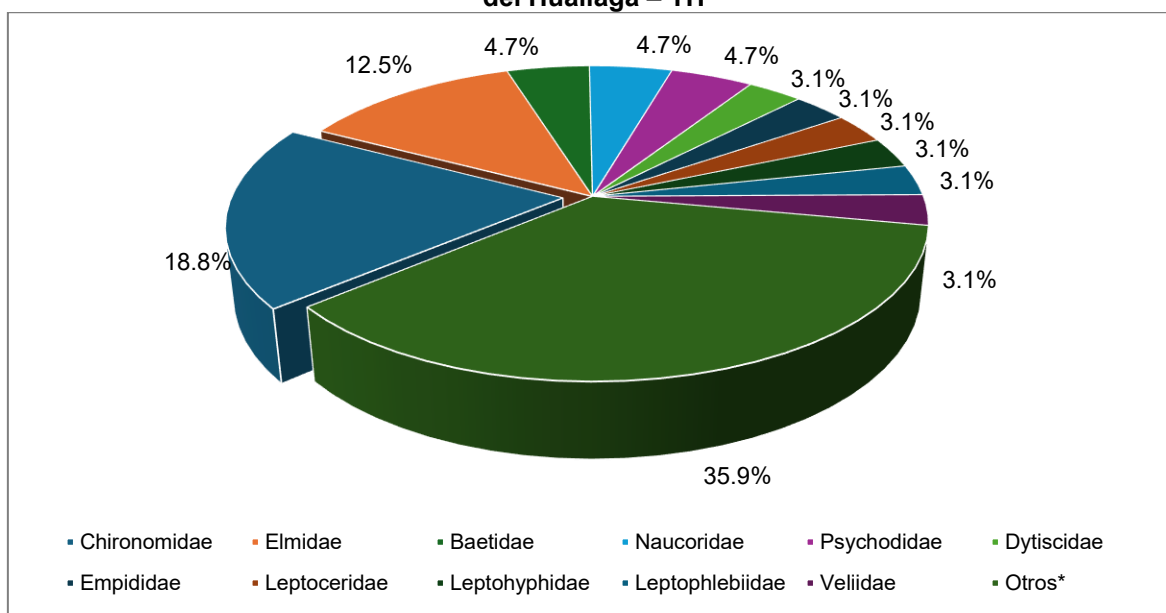


Otros*: Órdenes con una riqueza de 01 especie.

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según las familias registradas a nivel general, se evidenció una mayor riqueza para la familia Chironomidae (Diptera), la cual registró un total de 12 especies (18.8%), seguida de Elmidae (Coleoptera) con 8 especies (12.5%), mientras que las familias Baetidae (Ephemeroptera), Naucoridae (Hemiptera) y Psychodidae (Diptera) presentaron cada una 3 especies (4.7%). Por otro lado, se identificaron varias familias con menor riqueza, tales como Dytiscidae, Empididae, Leptoceridae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Veliidae, todas con 2 especies cada una (3.1%). Finalmente, se incluye la categoría “Otros”, compuesta por diversas familias con una sola especie registrada.

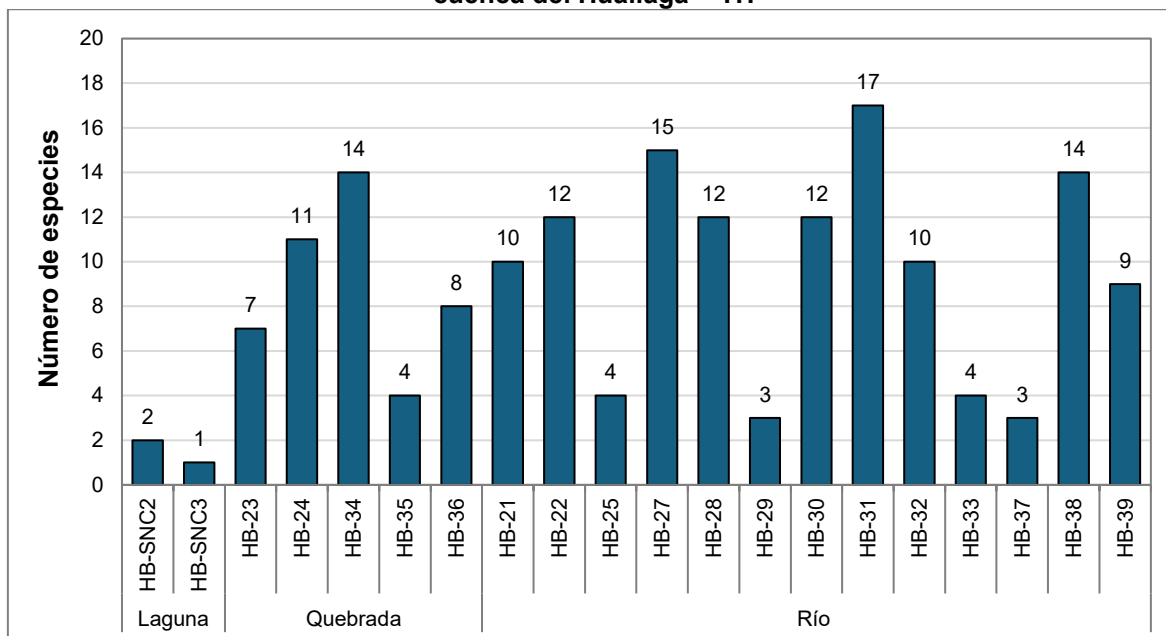
Gráfico 4.2.6-311
Riqueza total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



Otros*: Familias que presentaron 01 especie.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga, se observó que las estaciones ubicadas en los ríos presentaron la mayor riqueza, tales como HB-31, con un total de 17 especies, seguida de la estación HB-27 con 15 especies; y HB-38 y la estación HB-34 (ubicada en una quebrada) con 14 especies. Asimismo, las estaciones HB-24 (quebrada) y HB-30 (río) mostraron valores destacados con 11 y 12 especies respectivamente. En contraste, las estaciones con menor riqueza se registraron en cuerpos de agua de tipo laguna, la estación HB-SNC2 con 02 especies y HB-SNC3 con 1 especie. Del mismo modo, estaciones como HB-29 y HB-37, ubicadas en ríos, reportaron también baja riqueza con apenas 3 especies cada una.

Gráfico 4.2.6-312
Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



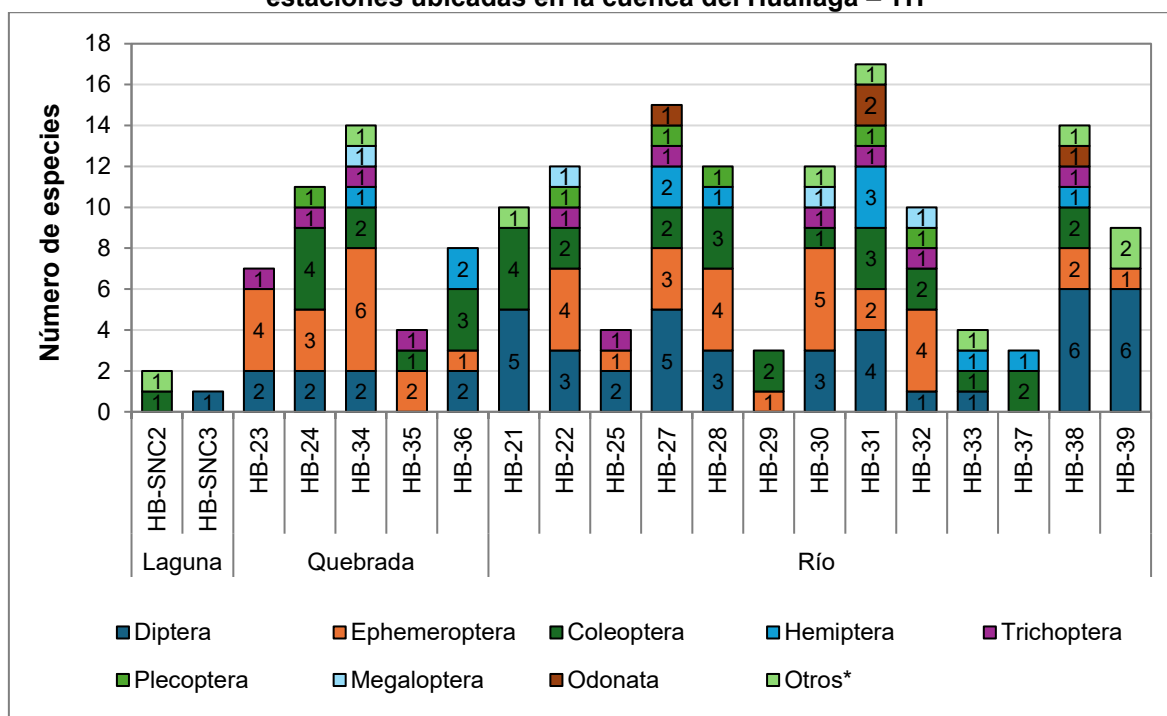
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de los órdenes registrados en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga, se observó que el orden Diptera presentó la mayor riqueza general, estando presente en casi todas las estaciones, con valores que oscilaron entre 1 especie (HB-SNC2, HB-32 y HB-33) y 6 especies (HB-38 y HB-39). Por su parte, el orden Ephemeroptera también mostró amplia distribución, registrado en 13 estaciones, con una riqueza que varió entre 1 especie (HB-38) y 6 especies (HB-34). El orden Coleoptera fue igualmente representativo, estando presente en casi todas las estaciones con una riqueza que osciló entre 1 y 4 especies. El orden Hemiptera fue registrado en 11 estaciones, con un máximo de 3 especies en HB-31. En menor proporción, se encontraron los órdenes Trichoptera y Plecoptera, presentes en 8 y 6 estaciones respectivamente, con una riqueza de 01 especie por estación. De forma aún más restringida se observaron los órdenes Megaloptera (presente en 4 estaciones) y Odonata (3 estaciones) con una riqueza de 1 a 2 especies.

Finalmente, los organismos agrupados en la categoría de “Otros”, que incluyen órdenes de baja representación como Trombidiformes, Caenogastropoda, Basommatophora, Decapoda, Hirudinida, Lumbriculida y un grupo indeterminado fueron registrados en un número limitado de estaciones, con 01 especie por estación.

Gráfico 4.2.6-313

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH

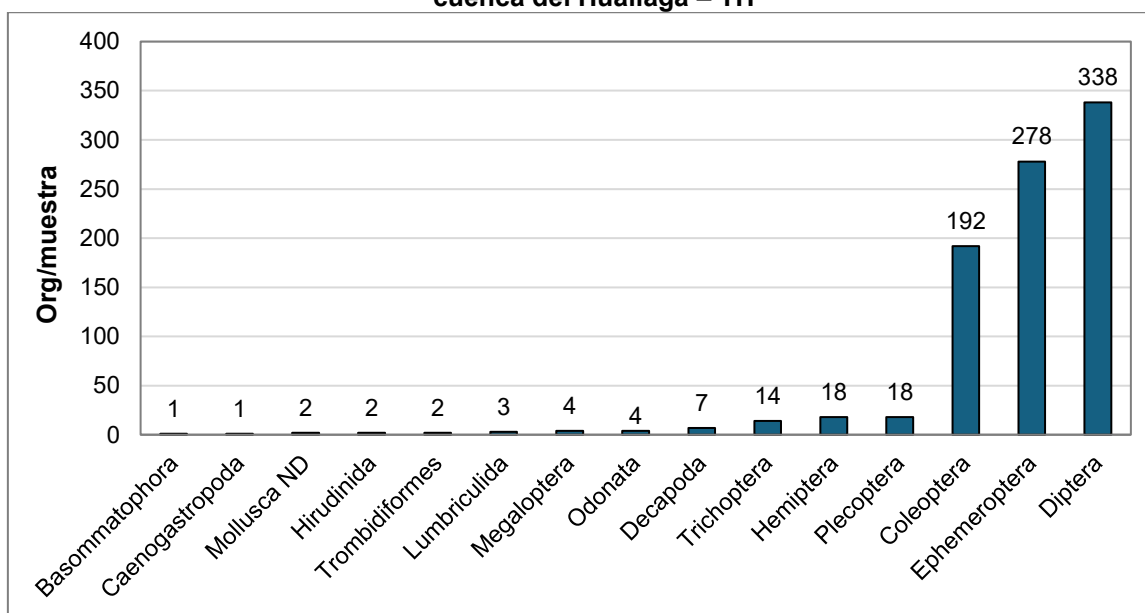


Otros*: Familias que registraron 01 especie y en pocas estaciones.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.3.2 Abundancia

En el área de estudio se registró una abundancia total de 884 Org/muestra. El orden con mayor abundancia reportada fue Díptera con 338 Org/muestra (38.2%), seguido de Ephemeroptera con 278 Org/muestra (31.4%) y Coleoptera con 192 Org/muestra (21.7%). En menor proporción se encontraron los órdenes Hemiptera y Plecoptera, con 18 Org/muestra cada uno (2.0%) y Trichoptera con 14 Org/muestra (1.6%). En contraste, los órdenes con menor abundancia fueron Basommatophora y Caenogastropoda con apenas 1 Org/muestra (0.1% cada uno), seguidos por Mollusca ND, Hirudinida y Trombidiformes, con 2 Org/muestra cada uno (0.2%).

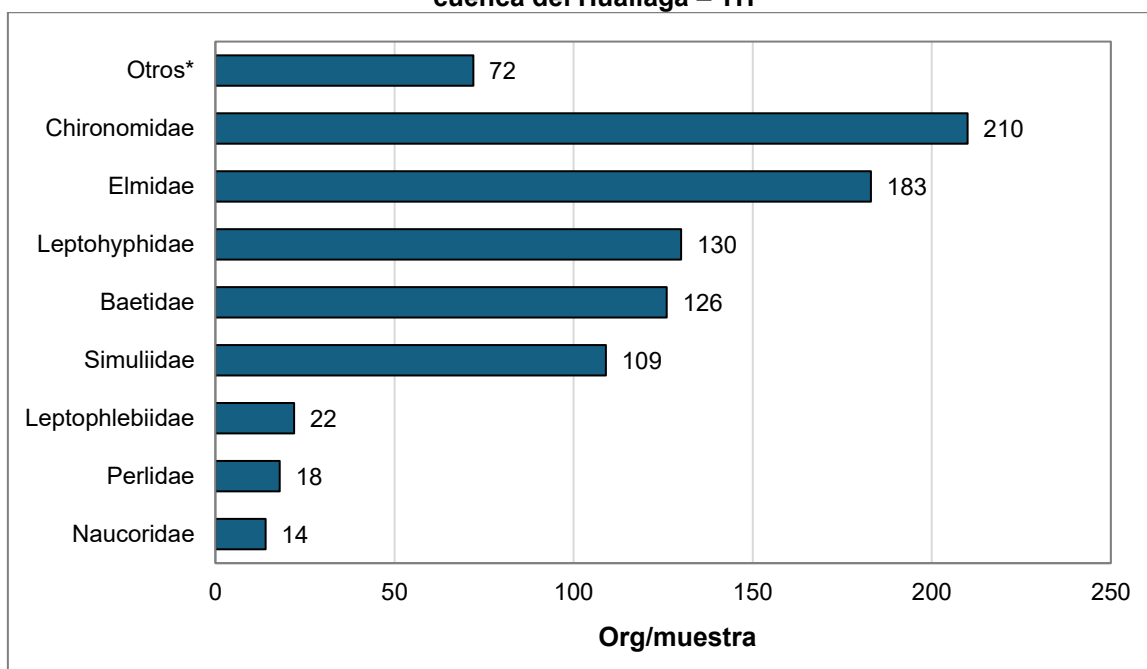
Gráfico 4.2.6-314
Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de las familias registradas a nivel general de la cuenca, se evidenció una mayor abundancia para la familia Chironomidae con 210 Org/muestra (23.8%), seguida de Elmidae con 183 Org/muestra (20.7%) y Leptohyphidae con 130 Org/muestra (14.7%). Asimismo, las familias Baetidae y Simuliidae registraron valores considerables con 126 Org/muestra (14.3%) y 109 Org/muestra (12.3%), respectivamente. En menor proporción se encontraron las familias Leptophlebiidae con 22 Org/muestra (2.5%), Perlidae con 18 Org/muestra (2.0%) y Naucoridae con 14 Org/muestra (1.6%). Las familias que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 10 Org/muestra, fueron agrupadas en la categoría de “Otros”.

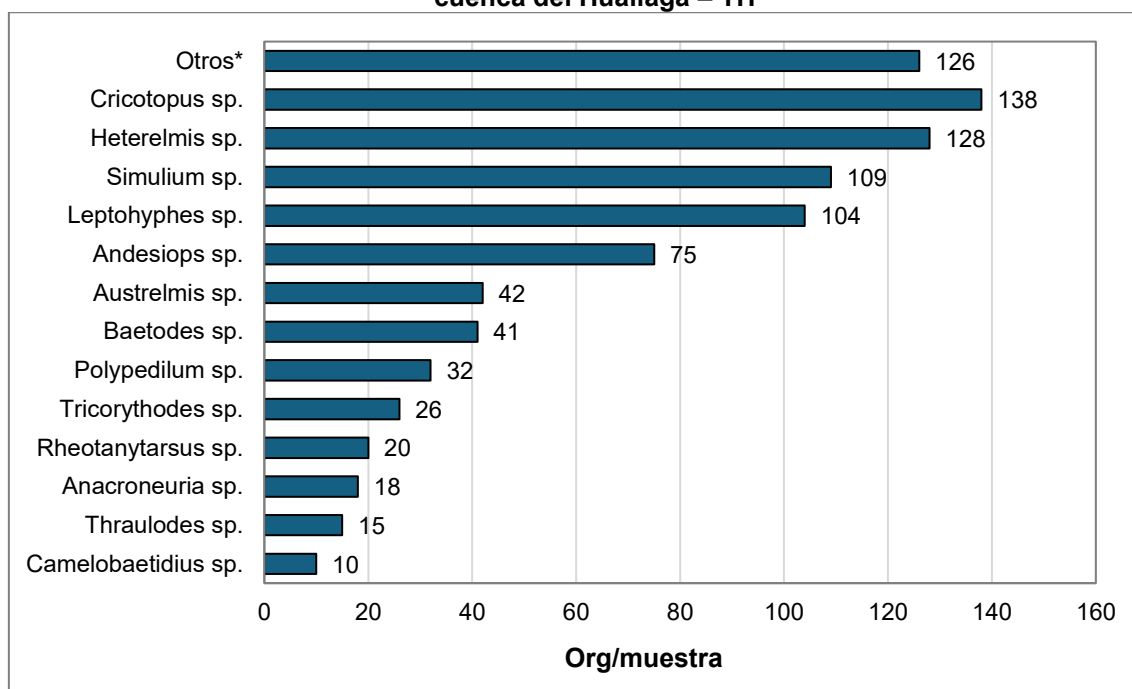
Gráfico 4.2.6-315
Abundancia total de las familias registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



Otros*: Familias que presentaron una abundancia menor de 10 Org/muestra.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en la cuenca estudiada, la especie que presentó la mayor abundancia fue *Cricotopus sp.* con 138 Org/muestra, seguido de *Heterelmis sp.* con 128 Org/muestra y *Simulium sp.* con 109 Org/muestra. Otras especies con abundancia destacable fueron *Leptohyphes sp.* con 104 Org/muestra y *Andesiops sp.* con 75 Org/muestra. En contraste, las especies con menor abundancia fueron *Camelobaetis sp.* con 10 Org/muestra, *Thraulodes sp.* con 15 Org/muestra y *Anacroneuria sp.* con 18 Org/muestra. Además, aquellas especies que obtuvieron una abundancia menor de 10 Org/muestra fueron agrupadas en la categoría “Otros”.

Gráfico 4.2.6-316
Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



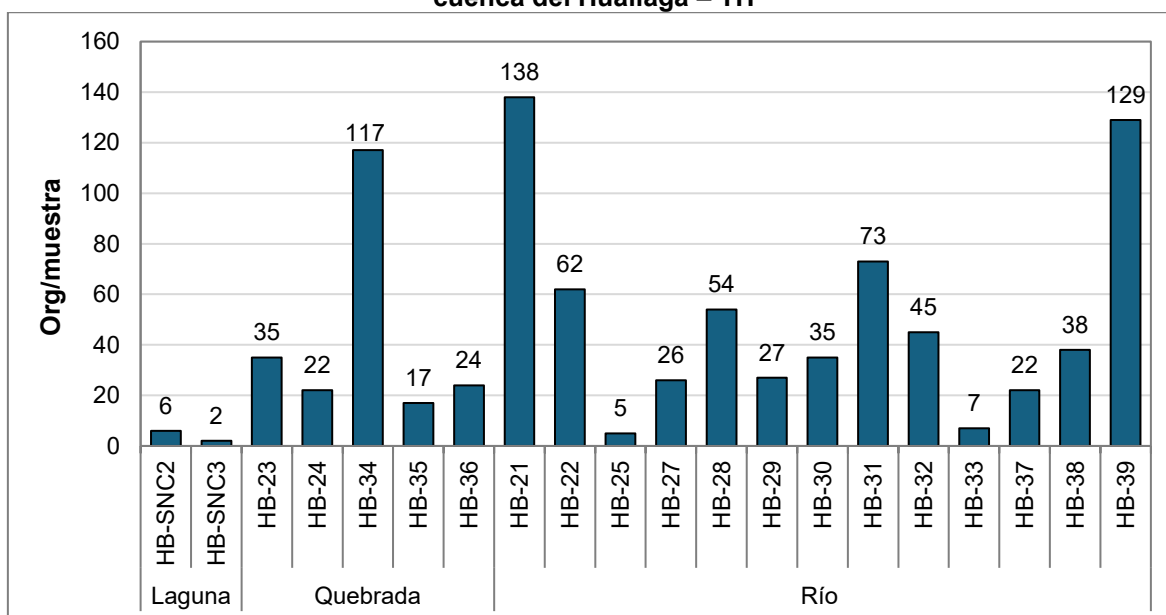
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 10 Org/muestra.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para la cuenca del Huallaga, se registró que las mayores abundancias se encontraron en los ríos, donde la estación HB-21 presentó la mayor abundancia con 138 Org/muestra, seguida de HB-39 con 129 Org/muestra, asimismo, la estación HB-34, ubicada en una quebrada, con 117 Org/muestra. En menor proporción se observaron las estaciones HB-31 (73 Org/muestra), HB-22 (62 Org/muestra) y HB-28 (54 Org/muestra), todas correspondientes a ríos. Por el contrario, las estaciones ubicadas en las lagunas, HB-SNC2 y HB-SNC3, mostraron las menores abundancias con 6 Org/muestra y 2 Org/muestra, respectivamente.

En general, se observa que los cuerpos de agua lóticos presentan una mayor abundancia de organismos que los lénticos. Esta diferencia puede estar asociada a las condiciones hidrodinámicas propias de los ecosistemas lóticos, las cuales favorecen una mayor oxigenación, una renovación continua del agua y una mayor disponibilidad de recursos alimenticios. Además, los ríos y quebradas suelen presentar una heterogeneidad estructural del hábitat más marcada, lo que se traduce en una diversidad de microhábitats. Estos elementos ofrecen refugio y diferentes nichos ecológicos que favorecen la colonización por una amplia variedad de macroinvertebrados (Allan & Castillo, 2007; Rosenberg & Resh, 1993). En contraste, los ambientes lénticos como las lagunas tienden a presentar una menor oxigenación, mayor acumulación de sedimentos finos y menor variedad de microhábitats, lo cual limita la presencia y abundancia de ciertos grupos más sensibles a estas condiciones.

Gráfico 4.2.6-317

Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

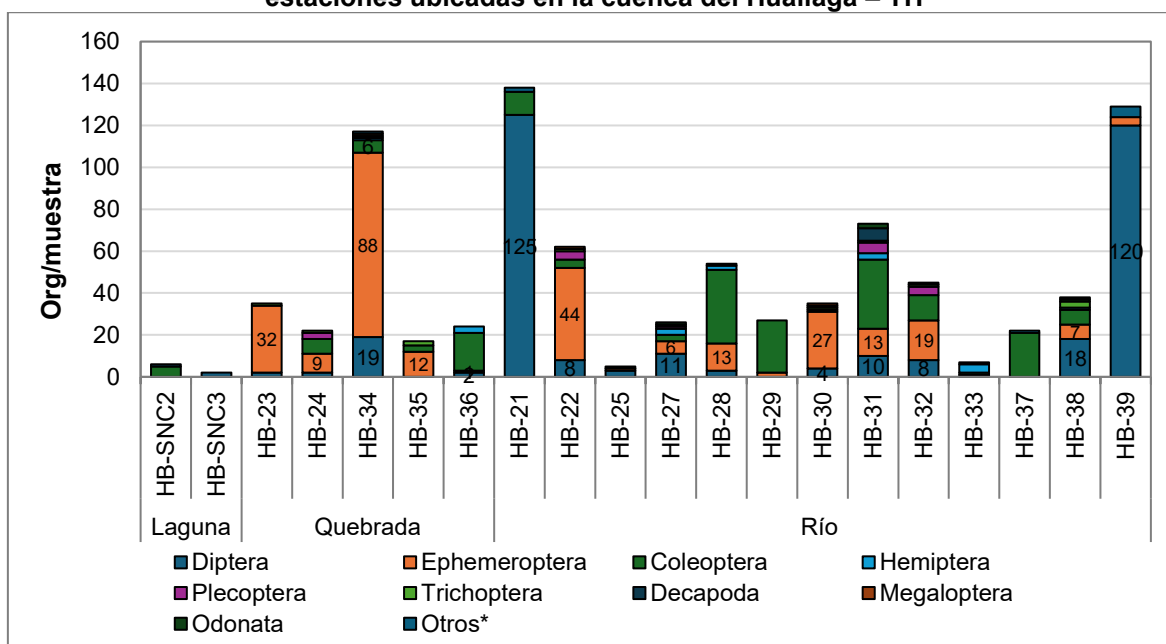
En cuanto a las abundancias de los órdenes registrados en las estaciones de la cuenca del Huallaga, se observó que, aunque el orden Diptera no estuvo presente con altos valores en todas las estaciones, alcanzó abundancias notables en estaciones como HB-21 y HB-39, con 125 y 120 Org/muestra, respectivamente. Esto influyó significativamente en los valores generales, dificultando la representación de los órdenes con bajas abundancias en el gráfico principal.

Por otro lado, el orden Coleoptera estuvo presente casi en todas las estaciones con abundancias que oscilaron entre 5 Org/muestra (HB-SNC3) y 88 Org/muestra (HB-34). En tanto, Ephemeroptera también se registró de forma significativa en las estaciones, mostró su mayor valor también en HB-34 con 88 Org/muestra, mientras que el orden Hemiptera se registró en la mitad de estaciones, alcanzando su pico en la estación HB-33 con 04 Org/muestra. El orden Trichoptera registro abundancias entre 1 Org/muestra a 2 Org/muestra.

Los demás órdenes fueron agrupados en “Otros” registrando abundancias considerablemente menores y no se representaron en el gráfico principal. No obstante, los resultados completos pueden consultarse en los anexos: **Anexo 4.2.6 - 03 Cadenas de Custodia**, **Anexo 4.2.6 - 04 Informes de Ensayo** y **Anexo 4.2.6 - 05 Matrices Hidrobiológicas**.

Gráfico 4.2.6-318

Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones ubicadas en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

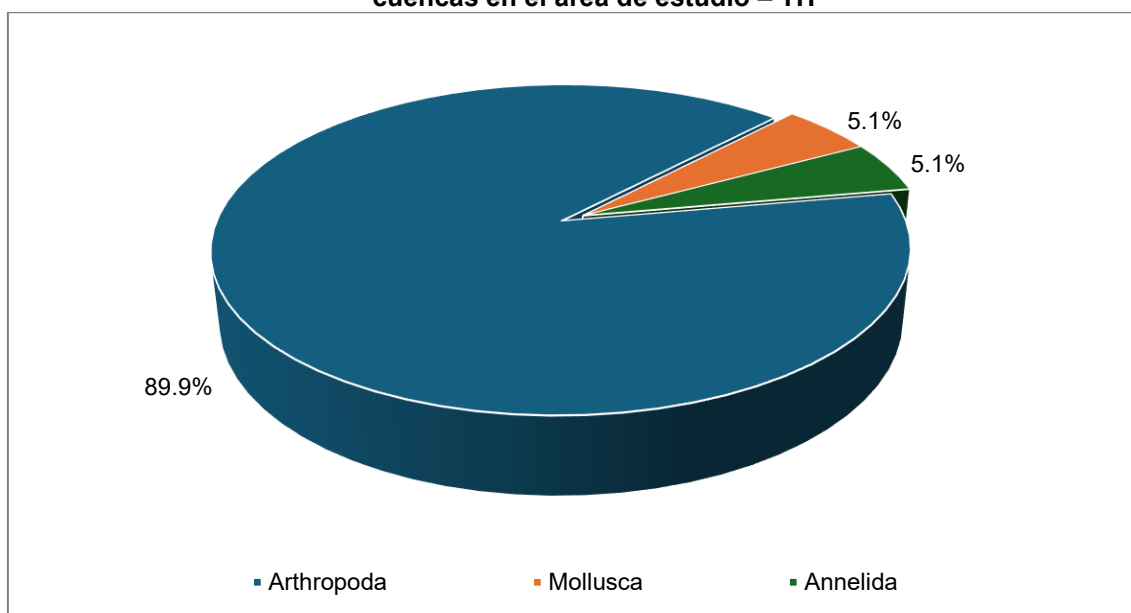
4.2.6.4.2.3.4.4 Cuencas totales

4.2.6.4.2.3.4.4.1 Riqueza

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró un total de 79 especies, 42 familias, 15 órdenes, 05 clases y 03 Phyla. El phylum con mayor riqueza reportada para todas las cuencas fue Arthropoda con 71 especies (89.9%), seguida de Mollusca y Annelida con 04 especies cada uno (5.1%).

Gráfico 4.2.6-319

Riqueza total de los phyla registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TH



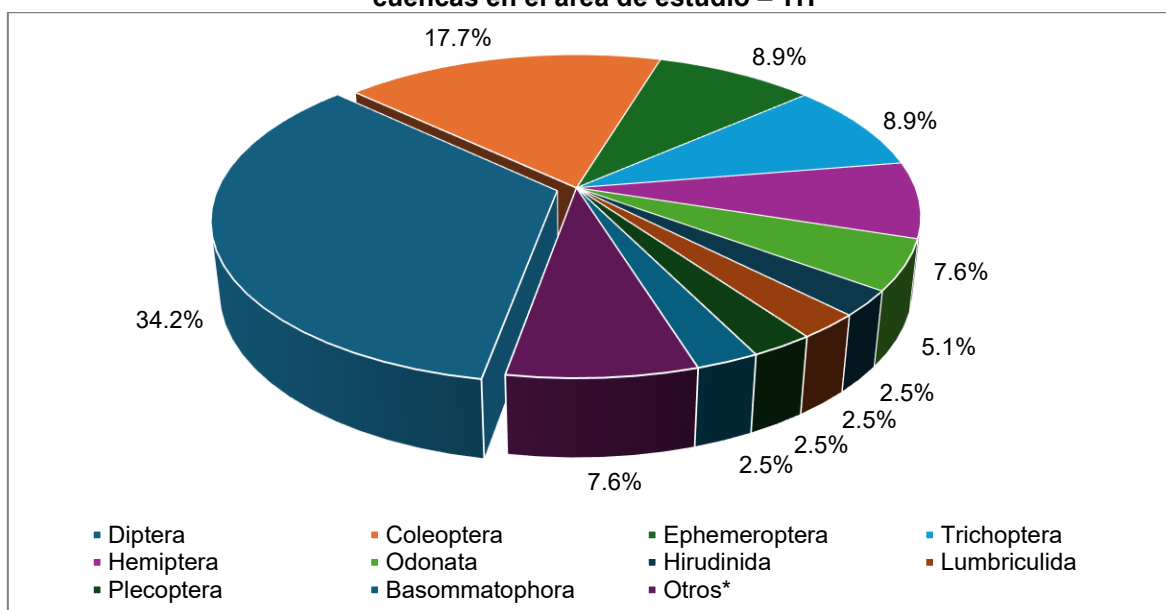
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según los órdenes registrados a nivel general de las cuencas abarcadas, se evidenció una mayor riqueza para el orden Diptera, el cual registró un total de 27 especies (34.2%), seguido de Coleoptera con 14 especies (17.7%), y los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera con 7 especies cada uno (8.9%). Asimismo, se registraron 6 especies del orden Hemiptera (7.6%) y 4 especies del orden Odonata (5.1%).

Por el contrario, los órdenes con menor riqueza fueron Hirudinea, Lumbriculida, Plecoptera y Basommatophora, con solo 2 especies cada uno (2.5%). Finalmente, los órdenes que presentaron una sola especie fueron agrupados en la categoría de “Otros”.

Gráfico 4.2.6-320

Riqueza total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TH

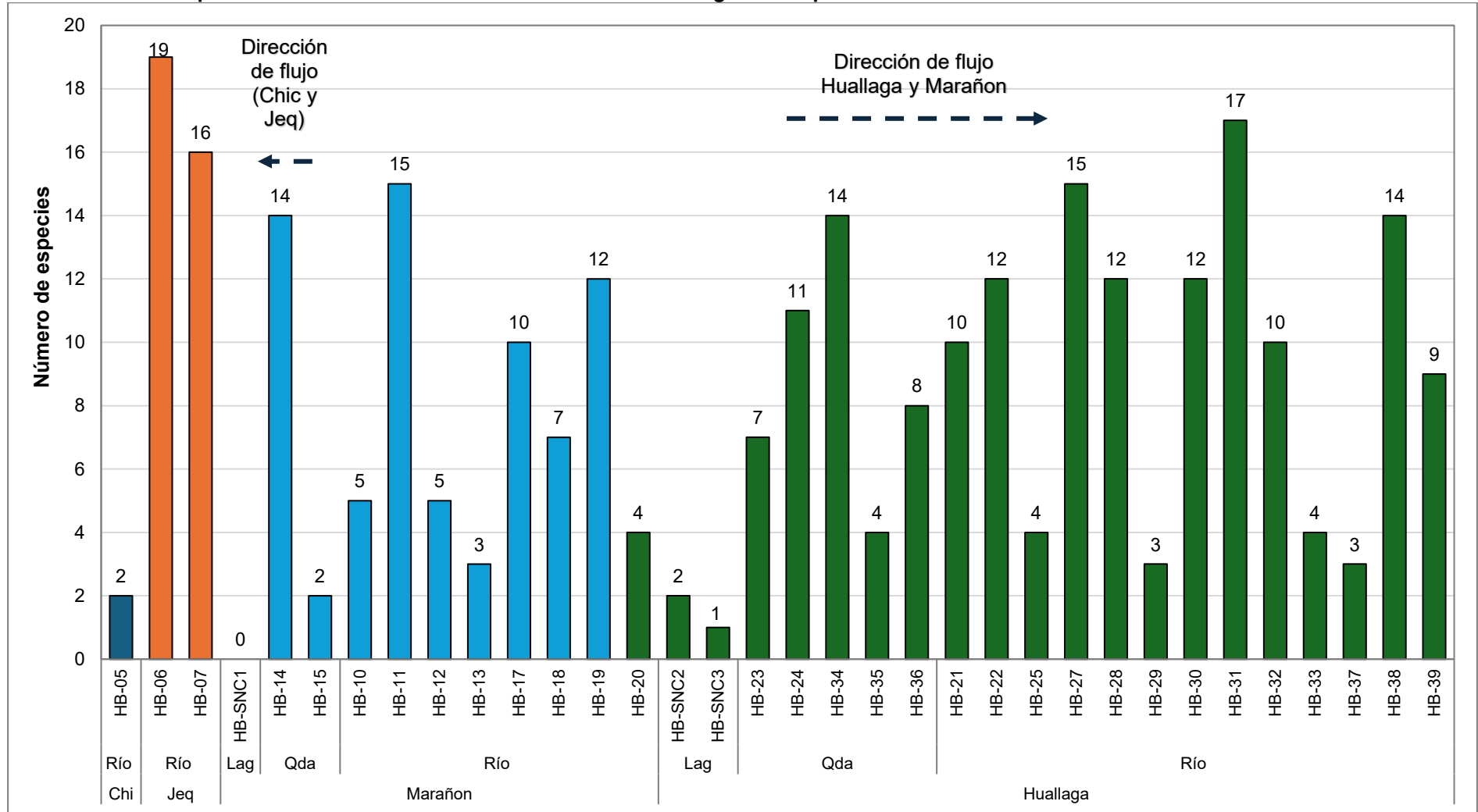


Otros*: Órdenes que presentaron 01 especie
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En las estaciones estudiadas de todas las cuencas, se evidenció que las mayores riquezas estuvieron principalmente en la cuenca del Huallaga, donde destacaron las estaciones HB-31 (río) con 17 especies, HB-06 (Jequetepeque, río) con 19 especies, y HB-07 con 16 especies. Asimismo, dentro del Huallaga, las estaciones HB-27 y HB-34 (quebrada) presentaron una riqueza de 15 y 14 especies, respectivamente. Por otro lado, las menores riquezas se registraron en las lagunas, HB-SNC2 con 2 especies, HB-SNC3 con 1 especie y HB-SNC1 (Marañón) no registro macroinvertebrados. Este patrón resalta la tendencia de mayor riqueza en cuerpos de agua lóticos (ríos y quebradas) frente a los lénticos, como lagunas.

Gráfico 4.2.6-321

Riqueza total de los macroinvertebrados bentónicos registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



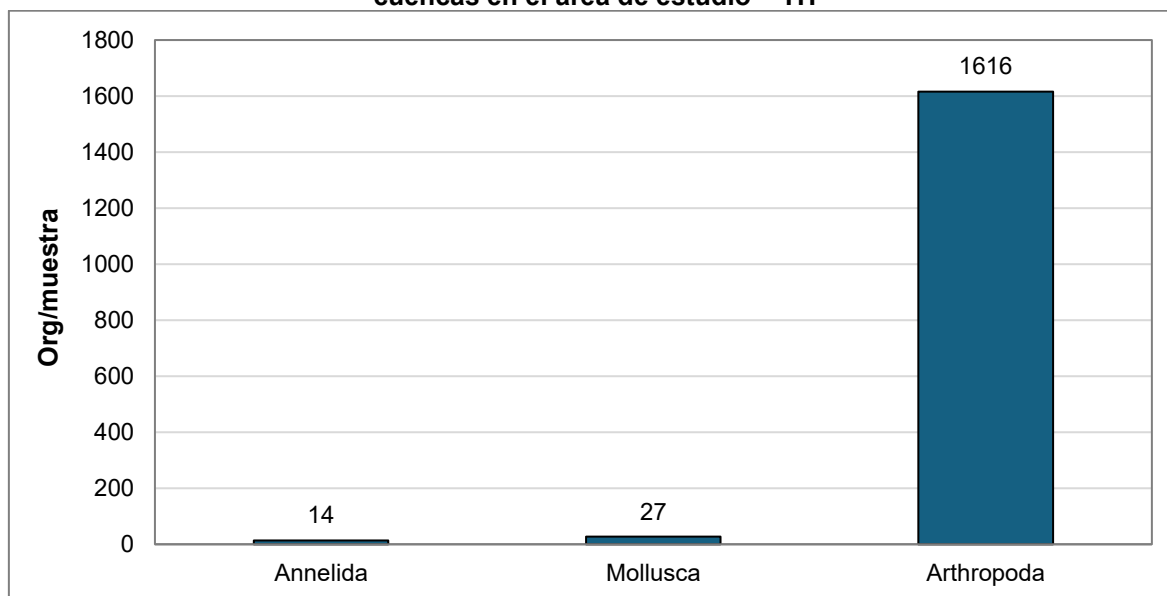
Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.4.2 Abundancia

En el área de estudio ubicado en la cuenca de Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga se registró una abundancia total de 1657 Org/muestra. De las cuales el phylum con mayor abundancia reportada a nivel de estudio fue notablemente Arthropoda con 1616 Org/muestra (97.5%), seguida de Mollusca con 27 Org/muestra (1.6%). Por otro lado, el phylum con menor abundancia fue Annelida con 14 Org/muestra (0.8%).

Gráfico 4.2.6-322

Abundancia total de los phyla registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TH



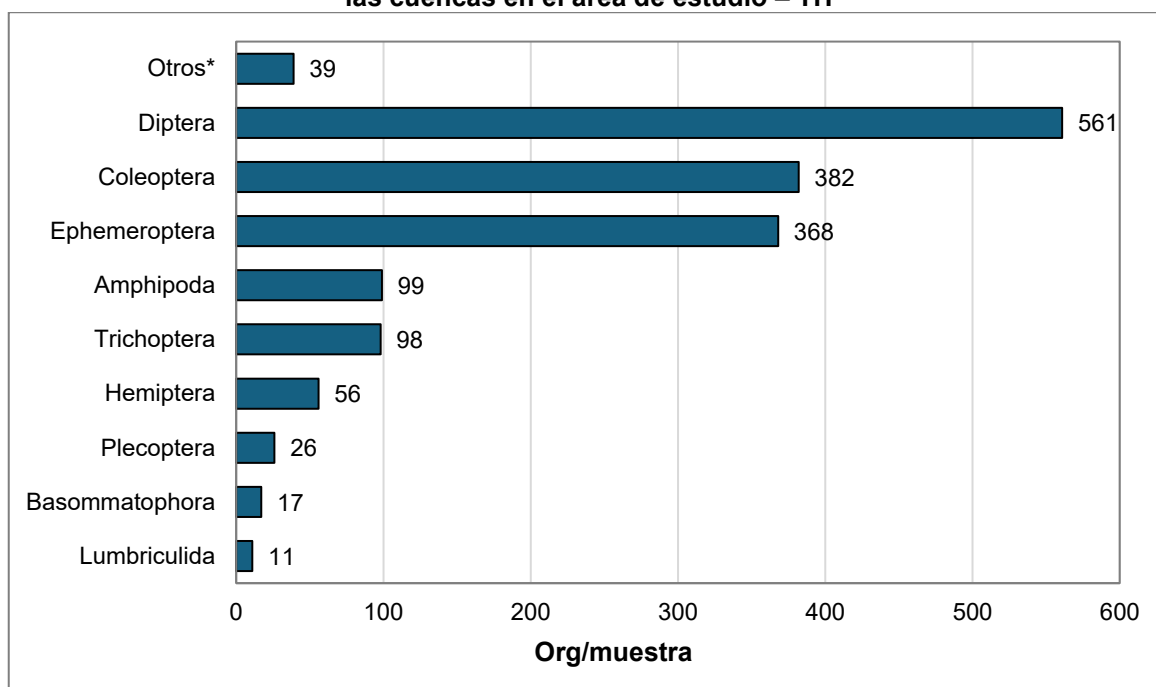
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Según la abundancia de los órdenes registrados a nivel general del área de estudio, se evidenció una mayor abundancia para el orden Diptera (Arthropoda) con 561 Org/muestra (33.9%), seguido de Coleoptera con 382 Org/muestra (23.1%) y Ephemeroptera con 368 Org/muestra (22.2%). Los demás órdenes presentaron una abundancia entre 99 Org/muestra (Amphipoda) y 11 Org/muestra (Lumbriculida). Los órdenes que presentaron las menores abundancias, es decir, aquellas que obtuvieron menos de 10 Org/muestra, se agruparon en la categoría de “Otros”.

La dominancia del orden Diptera en el área de estudio sigue un patrón ampliamente reportado en cuerpos de agua continentales, donde este grupo suele dominar las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Esto se debe a su gran diversidad ecológica, su alta capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, y su presencia tanto en ambientes prístinos como en aquellos sujetos a distintos grados de alteración (Merritt et al., 2008; Buss et al., 2002). La abundancia relativamente alta de Coleoptera y Ephemeroptera también es consistente con lo reportado en sistemas lóticos bien estructurados, donde estos órdenes encuentran condiciones favorables para su desarrollo (Bonada et al., 2006).

Gráfico 4.2.6-323

Abundancia total de los órdenes registrados de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TH



Otros*: Órdenes que presentaron una abundancia menor de 10 Org/muestra.

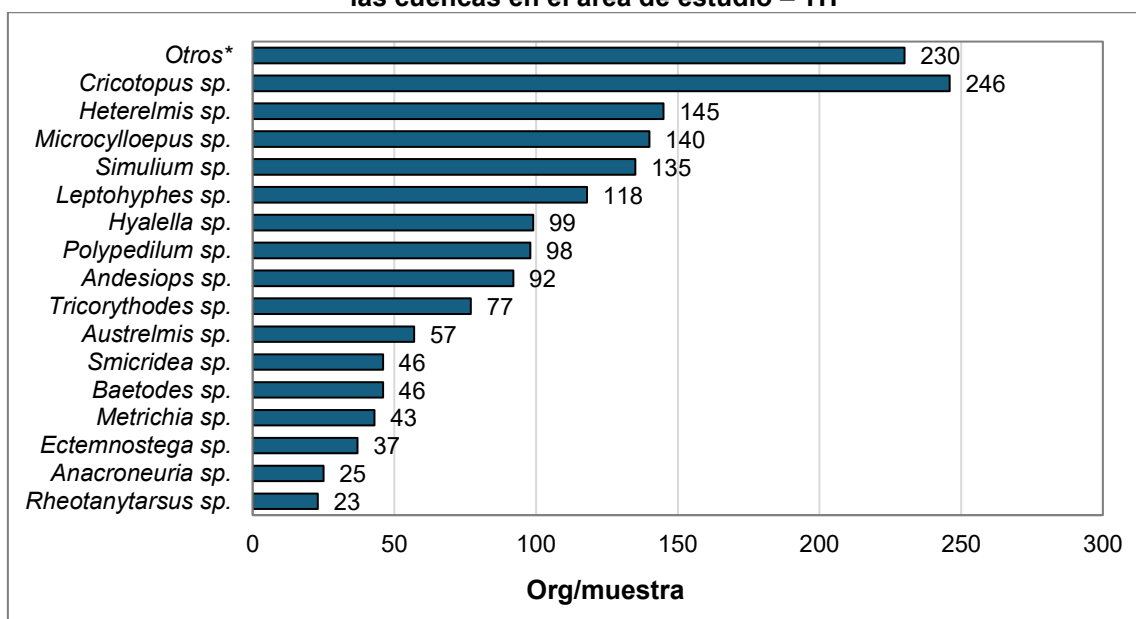
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las especies registradas en el área de estudio, la especie que presentó la mayor abundancia fue *Cricotopus sp.* con 246 Org/muestra, seguida de *Heterelmis sp.* con 145 Org/muestra y *Microcylloepus sp.* con 140 Org/muestra. En contraste, la especie con menor abundancia fue *Rheotanytarsus sp.* con 23 Org/muestra, mientras que aquellas especies que presentaron una abundancia menor de 20 Org/muestra se agruparon en la categoría “Otros”.

Cricotopus sp., perteneciente a la familia Chironomidae, incluye especies con una alta capacidad de adaptación a diferentes niveles de calidad del agua, desde ambientes oligotróficos hasta sistemas moderadamente contaminados (Rosenberg & Resh, 1993). Asimismo, *Heterelmis sp.* (Elmidae) y *Microcylloepus sp.* (Elmidae) tienen afinidad por hábitats bien oxigenados y con presencia de sustratos rocosos o vegetación acuática sumergida. Su presencia indica ambientes lóticos estables, con buena calidad del agua y escasa perturbación física (Merritt et al., 2008).

Gráfico 4.2.6-324

Abundancia total de las especies registradas de macroinvertebrados bentónicos para todas las cuencas en el área de estudio – TH



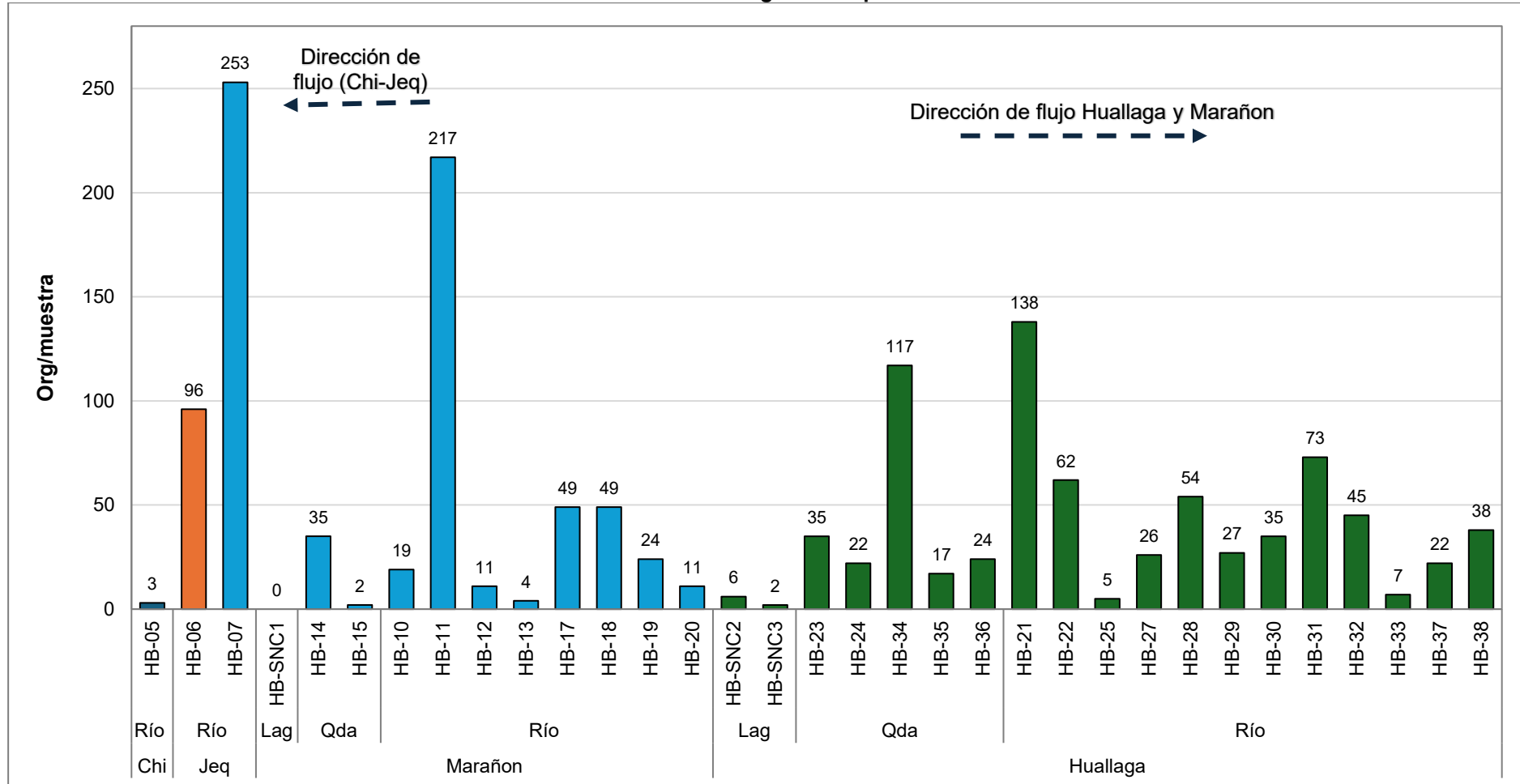
Otros*: Especies que presentaron una abundancia menor de 52 Org/muestra.
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de las estaciones estudiadas para todas las cuencas, se observó que las estaciones con mayores abundancias fueron HB-07, correspondiente a un río en la cuenca del Jequetepeque con 253 Org/muestra, y HB-11, río ubicado en la cuenca del Marañón, con 217 Org/muestra. Por otro lado, aquellas ubicadas en lagunas, como HB-SNC2 y HB-SNC3 en la cuenca del Huallaga, mostraron las menores abundancias con 2 Org/muestra y 6 Org/muestra, respectivamente; asimismo, la estación HB-SNC1 de la cuenca Marañón no registro individuos de macroinvertebrados. La abundancia registrada en la cuenca de Chicama fue bajas con un total de 3 Org/muestra. La cuenca del Huallaga presentó una mayor variabilidad en sus estaciones, con abundancias que van desde 5 Org/muestra (HB-25) hasta 138 Org/muestra (HB-21).

En general, los ríos fueron los cuerpos de agua que sostuvieron mayores abundancias en todas las cuencas, en especial en el Huallaga y Marañón, mientras que las lagunas y algunas quebradas mostraron valores bajos, reflejando diferencias naturales entre ambientes lóticos y lénticos, así como posibles impactos locales.

Gráfico 4.2.6-325

Abundancia total de los macroinvertebrados bentónicos registrados para todas las cuencas en el área de estudio – TH



Leyenda: Chi: Chicama, Jeq: Jequetepeque, Lgn: Laguna y Qda: Quebrada
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.5 Diversidad alfa

En el análisis de las comunidades biológicas de las cuatro cuencas principales (Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga) se observaron diferencias significativas en los índices de diversidad, dependiendo del tipo de cuerpo de agua (ríos, quebradas y lagunas) y las condiciones locales.

En la cuenca **Chicama**, la estación HB-05 registró baja riqueza (2 especies) y una abundancia total de 3 organismos, reflejando una diversidad baja. El índice de Shannon-Wiener ($H' = 0.9183$) y la equidad de Pielou ($J' = 0.9183$) sugieren una distribución equitativa de las especies, aunque con poca complejidad estructural.

En la cuenca **Jequetepeque**, la estación HB-06 mostró una elevada riqueza (19 especies) y una abundancia intermedia (96 organismos). Los índices reflejan diversidad alta con comunidad equilibrada, con un valor de $H' = 3.006$, $Dm = 3.944$ y una equidad de $J' = 0.7081$. Por otro lado, HB-07 tuvo una riqueza de 16 especies y una alta abundancia (253 organismos), con índices moderados de diversidad ($H' = 2.487$, $Dm = 2.711$, $J' = 0.6218$), indicando dominancia relativa de ciertas especies.

En la cuenca del **Marañón**, se observaron marcadas diferencias entre estaciones. La laguna HB-SNC1 no presentó organismos, por lo que no se calcularon índices. En las **quebradas**, la estación HB-14 alcanzó una alta diversidad ($H' = 3.128$), riqueza ($Dm = 3.656$) y equidad ($J' = 0.8215$), reflejando una comunidad diversa y bien distribuida. En contraste, HB-15 mostró muy baja diversidad ($H' = 1$, $J' = 1$), debido a la presencia de solo una especie con dos individuos. En los ríos, las estaciones como HB-11 ($H' = 2.501$, $Dm = 2.602$, $J' = 0.8013$) y HB-13 ($H' = 2.818$, $Dm = 3.247$, $J' = 0.9212$) revelan diversidad intermedia y uniformemente distribuidas. Sin embargo, HB-17 y HB-18 presentaron diversidad moderada ($H' = 2.192$ y $H' = 1.42$, respectivamente), con diferencias notables en equidad.

En la cuenca **Huallaga** se muestra más diversas. En ríos, destacan estaciones como HB-27 ($H' = 3.738$, $Dm = 4.297$, $J' = 0.9281$) y HB-38 ($H' = 3.327$, $Dm = 3.144$, $J' = 0.8738$), con una combinación de alta riqueza y equidad, lo que indica ambientes favorables para el desarrollo de comunidades balanceadas. Estaciones como HB-31 y HB-32 también registran altos niveles de equidad ($J' > 0.72$), aunque con diversidad ligeramente menor. En cambio, HB-33 y HB-37 reflejan comunidades con menor diversidad y cierta dominancia ($J' < 0.7$). En lagunas, HB-SNC2 destaca por su baja diversidad ($H' = 0.65$)

En general, la cuenca Huallaga es la más diversa, con valores consistentemente altos de riqueza (Dm) y equidad (J'). Además, la cuenca del Marañón y Jequetepeque presentan comunidades más heterogéneas, con estaciones que oscilan entre alta y baja diversidad. Finalmente, la cuenca Chicama que muestra comunidades con menor equidad y mayor dominancia de especies específicas.

Tabla 4.2.6-21

Índice de diversidad alfa para los macroinvertebrados bentónicos de cada estación ubicada en todas las cuencas del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou(J')
Chicama	Río	HB-05	2	3	0.9183	0.9102	0.9183
Jequetepeque	Río	HB-06	19	96	3.008	3.944	0.7081
		HB-07	16	253	2.487	2.711	0.6218
Marañón	Laguna	HB-SNC1	0	0	0	-	-
	Quebrada	HB-14	14	35	3.128	3.656	0.8215
		HB-15	2	2	1	1.443	1
	Río	HB-10	5	19	1.783	1.358	0.768
		HB-11	15	217	2.501	2.602	0.6401
		HB-12	5	11	2.118	1.668	0.9122
		HB-13	3	4	1.5	1.443	0.9464
		HB-17	10	49	2.192	2.313	0.6598
		HB-18	7	49	1.42	1.542	0.5059
		HB-19	12	24	3.085	3.461	0.8605
		HB-20	4	11	1.981	1.251	0.9904
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	2	6	0.65	0.5581	0.65
		HB-SNC3	1	2	0	0	-
	Quebrada	HB-23	7	35	1.86	1.688	0.6624
		HB-24	11	22	3.192	3.235	0.9228
		HB-34	14	117	2.859	2.73	0.7509
		HB-35	4	17	1.452	1.059	0.7258
		HB-36	8	24	1.835	2.203	0.6117
	Río	HB-21	10	138	0.9926	1.827	0.2988
		HB-22	12	62	2.33	2.665	0.65
		HB-25	4	5	1.922	1.864	0.961
		HB-27	15	26	3.738	4.297	0.9568
		HB-28	12	54	2.336	2.758	0.6517
		HB-29	3	27	1.049	0.6068	0.6621
		HB-30	12	35	2.794	3.094	0.7795
		HB-31	17	73	2.974	3.729	0.7276
		HB-32	10	45	2.874	2.364	0.8651
		HB-33	4	7	1.664	1.542	0.8322
		HB-37	3	22	0.5304	0.647	0.3346
		HB-38	14	38	3.327	3.574	0.8738
		HB-39	9	129	1.026	1.646	0.3236

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.6 Diversidad beta

La presente sección se evaluará por cuencas debido a la mejor interpretación de los datos.

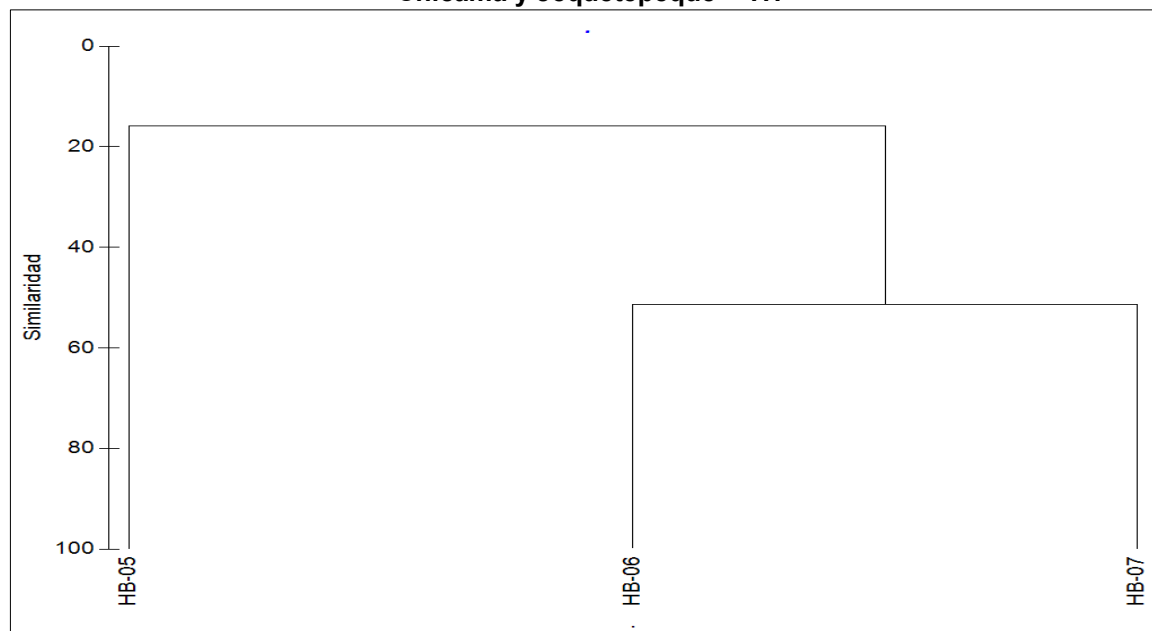
4.2.6.4.2.3.4.6.1 Cuenca de Chicama y Jequetepeque

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar patrones de agrupamiento entre las estaciones HB-05, HB-06 y HB-07, pertenecientes a las cuencas de Chicama y Jequetepeque. Según el índice de Sorensen, las estaciones pertenecientes a la cuenca Jequetepeque, HB-06 y HB-07, mostraron una similitud del 51.4%, mientras que HB-06 y HB-05 compartieron un 9.5%, y HB-07 con HB-05 alcanzaron una similitud del 22.2%. Estos valores indican que, aunque pertenecientes a la misma categoría de cuerpos de agua (ríos), las estaciones presentan diferencias considerables en su composición biológica, probablemente debido a factores ambientales o geográficos propios de cada cuenca.

Por su parte, el índice de Jaccard confirmó esta tendencia, arrojando un 34.6% de similitud entre HB-06 y HB-07, un 12.5% entre HB-07 y HB-05, y apenas un 5% entre HB-06 y HB-05. En comparación con Sorensen, Jaccard mostró valores de similitud ligeramente más bajos, ya que este índice penaliza más la presencia de especies exclusivas y no compartidas.

Gráfico 4.2.6-326

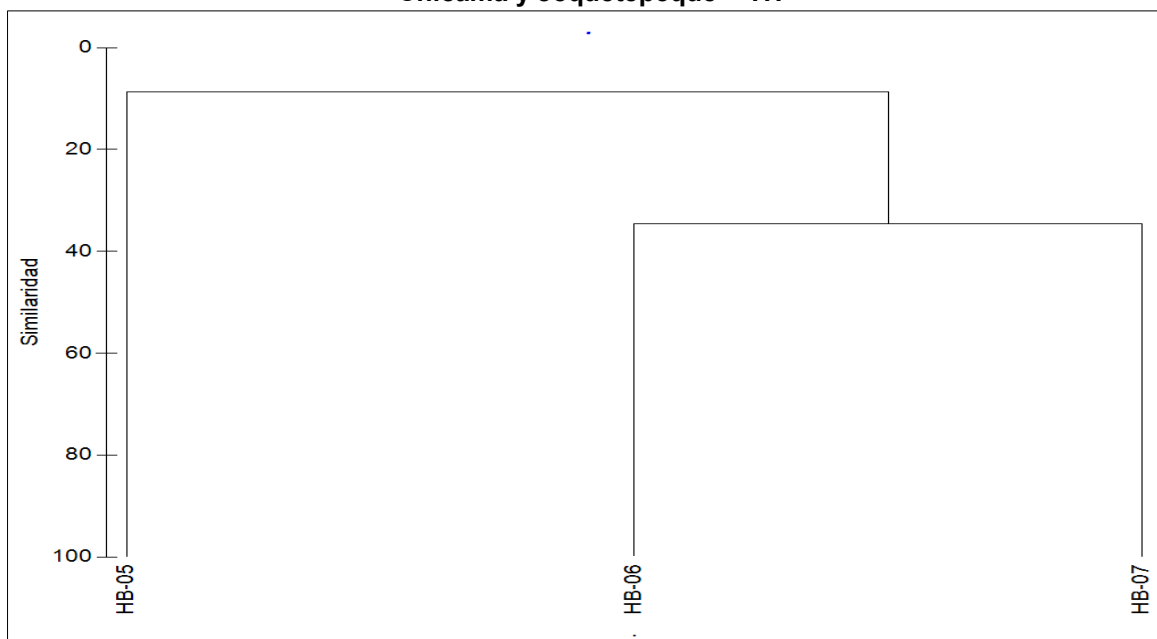
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-327

Índice de similitud de Jaccard para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca de Chicama y Jequetepeque – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.6.2 Cuenca de Marañón

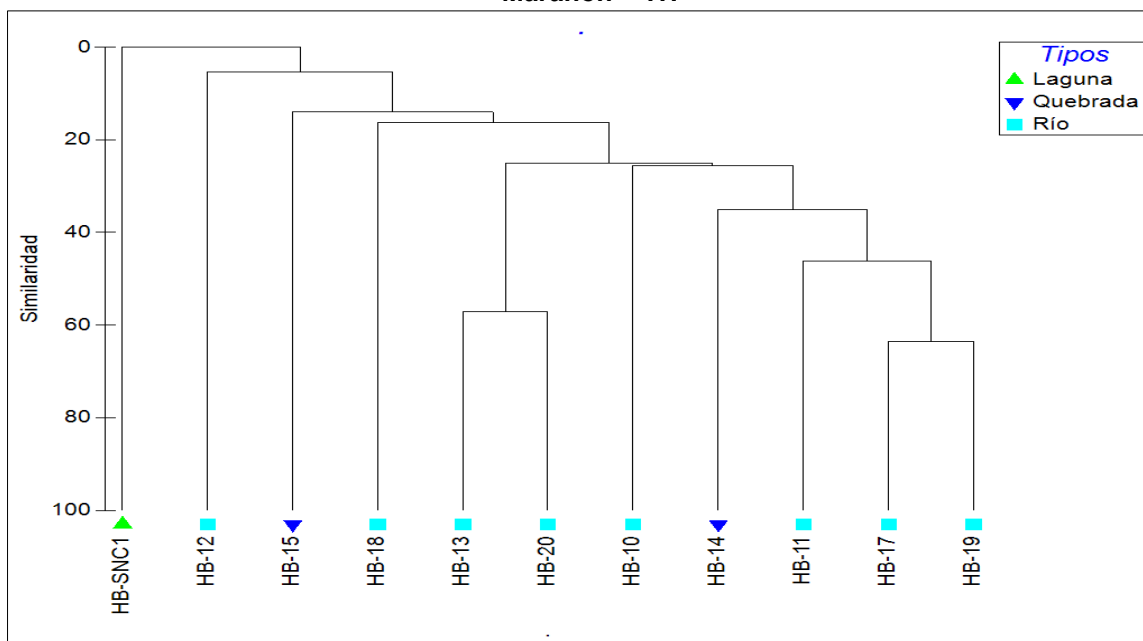
En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales con similitudes generales bajas, del 25% y 15%, respectivamente. Estos grupos se definieron de la siguiente manera:

El primer grupo, representado principalmente por las estaciones HB-17 y HB-19, ambas corresponden a cuerpos de agua tipo río, donde HB-17 presenta una notable similitud con HB-19, registrando un 46.66% según Jaccard y un 63.63% según Sorensen, siendo esta la mayor similitud observada entre todas las estaciones.

Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-SNC1, al no registrar organismos de macroinvertebrados, se destacó como la más diferenciada. Dentro del mismo conjunto, también se evidenciaron agrupamientos más definidos como el de HB-13 y HB-20, con una similitud del 40% en Jaccard y del 57.14% en Sorensen, sugiriendo una mayor correspondencia en su composición de especies. En el caso de las quebradas, HB-14 y HB-15, que forman un pequeño subgrupo, presentaron una similitud del 14.28% según Jaccard y del 25% según Sorensen, siendo este el único par dentro de este tipo de cuerpo de agua. Estas diferencias entre las similitudes mostradas entre Sorensen y Jaccard se deben a que Jaccard calcula la similitud considerando el total de especies únicas (unión), lo que tiende a subestimar la similitud si los sitios tienen muchas especies únicas. Sorensen, en cambio, otorga más peso a las especies compartidas (intersección), por lo que tiende a mostrar valores más altos de similitud. En general, los análisis de similitud mediante los índices de Jaccard y Sorensen evidencian una alta heterogeneidad en la composición bentónica entre las estaciones evaluadas.

Gráfico 4.2.6-328

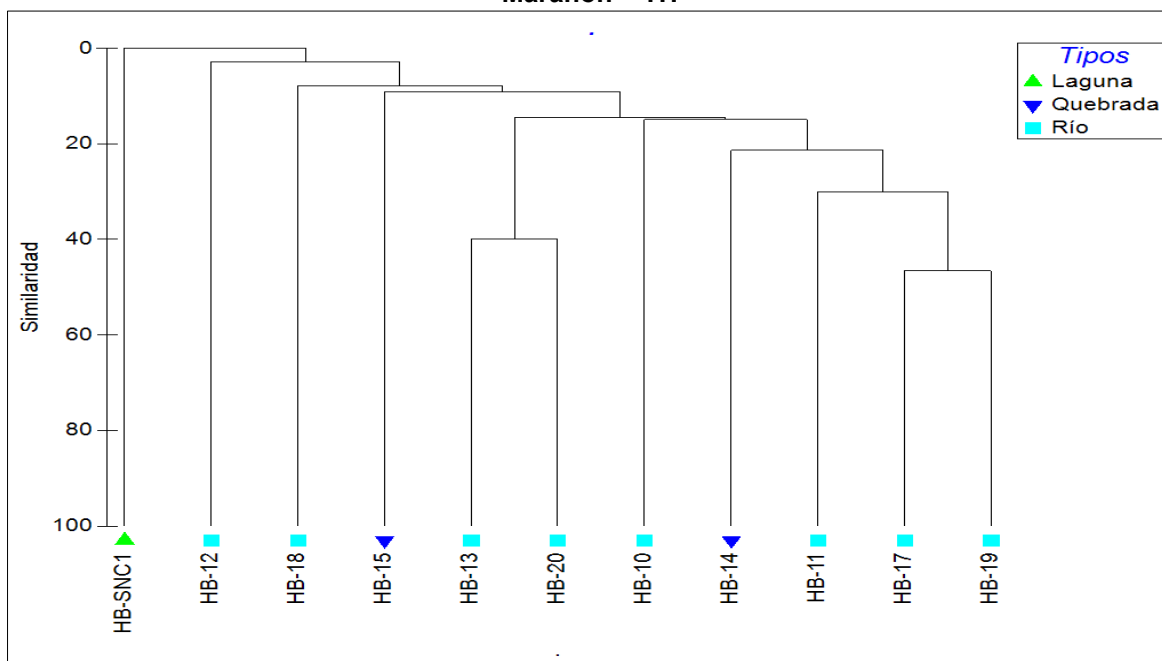
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-329

Índice de similaridad de Jaccard para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.6.3 Cuenca de Huallaga

En cuanto a los índices de similitud de **Sorensen** y **Jaccard**, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales. Estos grupos se definieron de la siguiente manera:

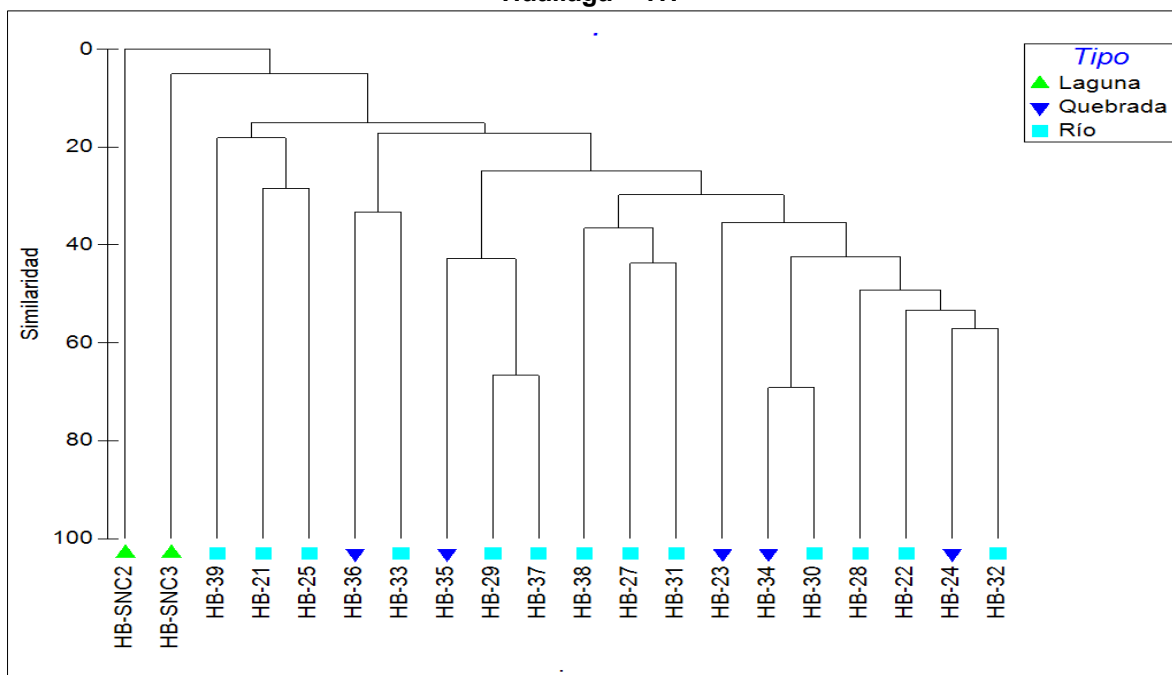
En el primer grupo, compuesto por la estación ubicada en una **laguna** (HB-SNC2), los índices de **Sorensen** y **Jaccard** mostraron una similitud interna de **0%** para ambos índices. Esto refleja que esta estación no tuvo ninguna similitud con las demás estaciones. Esta diferenciación puede deberse a las características particulares del ambiente léntico de la laguna, que difiere marcadamente de los ambientes lóticos (ríos y quebradas), lo que influye directamente en la composición de su comunidad biológica.

Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-39 se destacó como una de las más diferenciadas, con similitudes bajas respecto a las demás estaciones. Esto indica que la composición de especies de HB-39 es marcadamente distinta, posiblemente debido a condiciones ambientales específicas del sitio. Dentro del mismo grupo, las estaciones HB-34 y HB-30 presentaron una de las mayores similitudes, con valores de 69% según Sorensen y 53% según Jaccard, lo cual sugiere una comunidad biológica relativamente homogénea entre ambas. Asimismo, se observó alta similitud entre las estaciones HB-29 y HB-37, ambos ríos, con 67% de similitud en Sorensen y 50% en Jaccard, indicando que los cuerpos de agua con características similares tienden a compartir una composición biológica más parecida. Finalmente, aunque la estación HB-SNC3 también corresponde a una laguna, presentó valores de similitud bajos, pero no nulos con otras estaciones, lo que puede reflejar cierta conexión ecológica o intercambio con ambientes lóticos cercanos.

En general, el análisis de similitud realizado en la cuenca del Huallaga evidencia una clara diferenciación entre los cuerpos de agua lénticos (lagunas) y lóticos (ríos y quebradas).

Gráfico 4.2.6-330

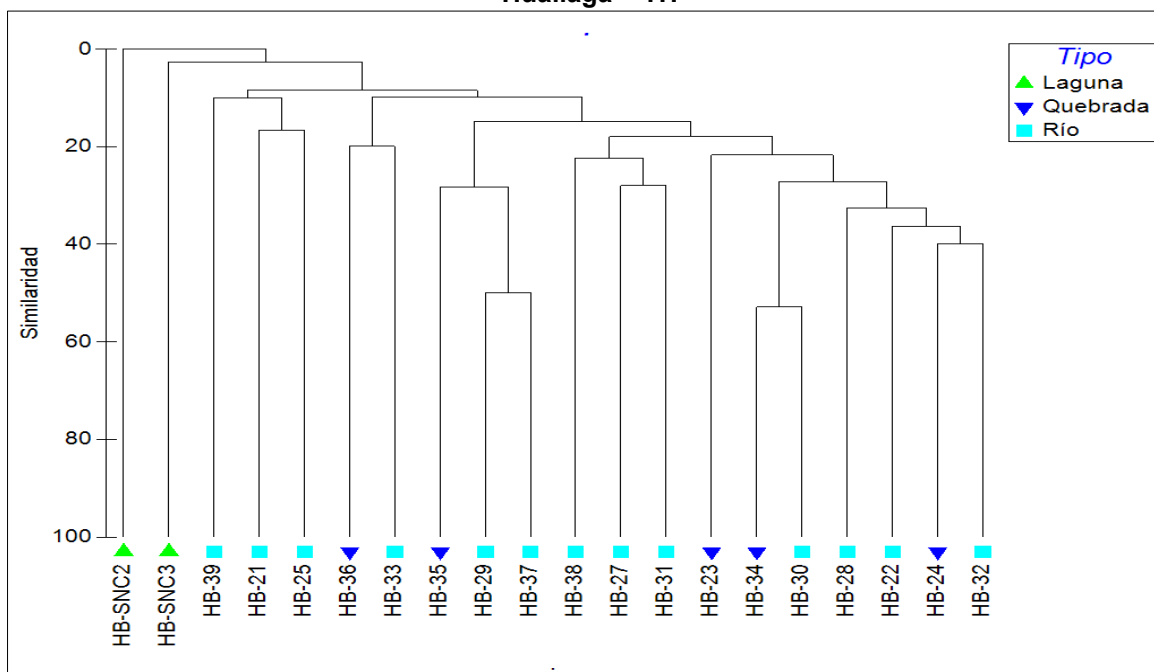
Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-331

Índice de similaridad de Sorensen para los macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.4.7 Indicadores biológicos para ambientes acuáticos continentales

4.2.6.4.2.3.4.7.1 Índice EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera)

En la cuenca Chicama, el único río evaluado (HB-05) presentó un valor de EPT de 33%, indicando una calidad de agua regular, lo que sugiere un ambiente moderadamente impactado, pero aún con presencia de fauna sensible.

En la cuenca Jequetepeque, los ríos evaluados muestran valores bajos de EPT. La estación HB-06 registra un EPT de 7%, clasificándose como de mala calidad, lo que reflejaría un entorno degradado. Por su parte, HB-07 presentó un EPT de 27%, calificándose como de calidad regular, lo que indica un entorno moderadamente impactado con presiones ambientales que afectan la fauna sensible.

La cuenca Marañón muestra una alta variabilidad en la calidad del agua según el tipo de cuerpo de agua. En cuanto a la laguna evaluada (HB-SNC1), se obtuvo un EPT de 0%, lo que indicaría mala calidad de agua, posiblemente asociada a condiciones de alta alteración ambiental. En las quebradas, la estación HB-14 reportó un EPT de 31% (calidad regular), mientras que HB-15 alcanzó un 100%, clasificándose como de muy buena calidad, evidenciando ambientes bien conservados. Los ríos presentan un amplio rango de condiciones: estaciones como HB-10 (0%), HB-11 (19%) y HB-12 (36%) indican desde mala hasta regular calidad de agua, reflejando diferentes niveles de perturbación. En contraste, HB-17 mostró un EPT de 69%, evidenciando buena calidad de agua. También se observaron estaciones con calidades regular (HB-13, 25%; HB-20, 45%) y buena (HB-17, 69%), mientras que HB-18 (0%) refleja un estado de mala calidad.

En la cuenca Huallaga, las lagunas evaluadas (HB-SNC2 y HB-SNC3) presentaron valores de EPT de 0%, asociándose a una mala calidad del agua. Se observaron mejores condiciones en las quebradas evaluadas, donde las estaciones HB-23, HB-34 y HB-35 presentaron altos valores de EPT (94%, 76% y 82%, respectivamente), clasificándose como de muy buena calidad. La estación HB-24 (59%) mostró buena calidad de agua, mientras que HB-36 (4%) evidenció mala calidad. En los ríos, se registró una amplia variabilidad: estaciones como HB-21 (6%), HB-26 (31%), HB-28 (26%), HB-29 (7%), HB-31 (26%), HB-37 (0%) y HB-39 (3%) se clasificaron entre mala y regular calidad. Sin embargo, otras estaciones como HB-22 (79%), HB-30 (80%) y HB-34 (76%) mostraron buena a muy buena calidad, indicando tramos de ríos bien conservados. También se observó calidad regular en estaciones como HB-25 (40%) y HB-28 (26%), con presiones ambientales moderadas.

En general, las estaciones con valores de EPT elevados (>60%) están asociadas a buena o muy buena calidad de agua, destacándose estaciones como HB-15 (Marañón), HB-23, HB-34 y HB-35 (Huallaga). Por otro lado, los valores bajos de EPT (<20%) se correlacionan con mala calidad de agua, especialmente en varios ríos y lagunas de las cuencas Marañón y Huallaga. Se observa una notable variabilidad en las quebradas, mientras que los ríos presentan un gradiente de calidad más definido, evidenciando tanto sectores gravemente impactados como áreas bien conservadas. Las lagunas evaluadas en todas las cuencas reflejan condiciones de degradación severa, hacemos mención que este índice de calidad (EPT) no es efectivo para evaluar lagunas porque estos ecosistemas presentan condiciones naturales que limitan de manera natural la presencia de estos ordenes, independientemente de la calidad del agua (Merritt, Cummins & Berg, 2008).

Tabla 4.2.6-22
Índice de EPT% para todas las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Valor EPT (%)	Calidad de agua
Chicama	Río	HB-05	33%	Regular
Jequetepeque	Río	HB-06	7%	Mala
		HB-07	27%	Regular
Marañon	Laguna	HB-SNC1	0%	Regular
	Quebrada	HB-14	31%	Regular
		HB-15	100%	Muy buena
	Río	HB-10	0%	Mala
		HB-11	19%	Mala
		HB-12	36%	Regular
		HB-13	25%	Regular
		HB-17	69%	Buena
		HB-18	0%	Mala
		HB-19	33%	Regular
		HB-20	45%	Regular
	Laguna	HB-SNC2	0%	Mala
		HB-SNC3	0%	Mala
Huallaga	Quebrada	HB-23	94%	Muy buena
		HB-24	59%	Buena
		HB-34	76%	Muy buena
		HB-35	82%	Muy buena
		HB-36	4%	Mala
	Río	HB-21	0%	Mala
		HB-22	79%	Muy buena
		HB-25	40%	Regular
		HB-27	31%	Regular
		HB-28	26%	Regular
		HB-29	7%	Mala
		HB-30	80%	Muy buena
		HB-31	26%	Regular
		HB-32	53%	Buena
		HB-33	0%	Mala
		HB-37	0%	Mala
		HB-38	26%	Regular
		HB-39	3%	Mala

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..C

4.2.6.4.2.3.4.7.2 Índice BMWP (Biotic Monitoring Working Party)

El índice BMWP es ampliamente utilizado para evaluar la calidad del agua en ecosistemas acuáticos a través del análisis de macroinvertebrados bentónicos. Este método se basa en la sensibilidad de las especies a la contaminación, proporcionando un puntaje que refleja el grado de perturbación ambiental. El análisis de las estaciones en las cuencas Chicama, Jequetepeque, Marañón y Huallaga muestra patrones claros que se alinean con lo reportado en la literatura.

Calidad del agua y biodiversidad

- **Baja calidad (puntajes críticos y muy críticos):**

Estaciones como HB-SNC1 (0 puntos), HB-SNC3 (2 puntos), HB-05 (11 puntos), HB-10 (13 puntos), HB-21 (13 puntos), HB-29 (13 puntos), HB-13 (16 puntos), HB-15 (16 puntos), HB-18 (21 puntos), HB-20 (20 puntos), HB-23 (28 puntos), HB-36 (29 puntos), HB-35 (18 puntos), HB-25 (23 puntos), HB-38 (26 puntos) y HB-37 (6 puntos) indican aguas muy contaminadas a fuertemente contaminadas, reflejando una pérdida significativa de biodiversidad y dominancia de especies altamente tolerantes (Rosenberg & Resh, 1993).

- **Calidad moderada (puntajes dudosos):**

Estaciones como HB-06 (60 puntos), HB-07 (59 puntos), HB-14 (53 puntos), HB-24 (52 puntos), HB-22 (45 puntos), HB-27 (55 puntos), HB-28 (49 puntos) y HB-31 (51 puntos) representan aguas moderadamente contaminadas, donde predominan organismos con tolerancia intermedia a la contaminación (Hawkes, 1997).

- **Buena calidad (puntajes aceptables o buenos):**

Estaciones como HB-11 (63 puntos) y HB-19 (72 puntos) reflejan aguas ligeramente contaminadas, manteniendo una diversidad moderada de especies sensibles.

Impacto de los cuerpos de agua y actividades humanas

- **Lagunas**

Estaciones como HB-SNC1 (0 puntos), HB-SNC2 (49 puntos) y HB-SNC3 (2 puntos) muestran en general puntajes bajos, estos resultados se explican porque el índice BMWP no es adecuado para lagos o lagunas, ya que fue desarrollado para ríos y ambientes de corriente. En cuerpos de agua lénticos, como lagunas, las comunidades de macroinvertebrados son distintas, por lo que los puntajes bajos pueden deberse más a la falta de sensibilidad del índice que a una real degradación del ambiente (Alba-Tercedor, 1996).

- **Ríos**

La variabilidad en los puntajes, desde HB-05 (11 puntos) hasta HB-19 (72 puntos), refleja diferentes grados de presión antrópica, como descargas domésticas, escorrentía agrícola y autodepuración natural en ciertos tramos (Allan & Castillo, 2007).

- **Quebradas**

Algunas estaciones como HB-24 (52 puntos) muestran calidad moderada, mientras que otras como HB-23 (28 puntos) y HB-36 (29 puntos) presentan condiciones críticas, evidenciando el impacto de la intervención humana y la variabilidad de los hábitats (Wallace et al., 1996).

En general, la cuenca **Chicama** presenta calidad de agua muy crítica, reflejando una alta contaminación. En la cuenca **Jequetepeque**, las estaciones mostraron en su mayoría calidades dudosas y críticas, evidenciando presiones moderadas a severas sobre los ecosistemas acuáticos. La cuenca **Marañón** presentó una mayor heterogeneidad, con estaciones que varían desde condiciones muy críticas hasta aceptables. Finalmente, en la cuenca **Huallaga**, predominó una calidad crítica y dudosa en la mayoría de las estaciones.

Tabla 4.2.6-23
Índice de EPT% para todas las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Puntaje obtenido	Calidad	Características
Chicama	Río	HB-05	11	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas
Jequetepeque	Río	HB-06	60	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-07	59	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
Marañón	Laguna	HB-SNC1	0	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
	Quebrada	HB-14	53	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-15	16	Crítica	Aguas muy contaminadas
	Río	HB-10	13	Aguas muy contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-11	63	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-12	22	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-13	16	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-17	40	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-18	21	Crítica	Aguas muy contaminadas

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Puntaje obtenido	Calidad	Características
		HB-19	72	Aceptable	Aguas ligeramente contaminadas
		HB-20	20	Crítica	Aguas muy contaminadas
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	49	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-SNC3	2	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
	Quebrada	HB-23	28	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-24	52	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-34	34	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-35	18	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-36	29	Crítica	Aguas muy contaminadas
	Río	HB-21	13	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-22	45	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-25	23	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-27	55	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-28	49	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-29	13	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas
		HB-30	28	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-31	51	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-32	38	Dudosa	Aguas moderadamente contaminadas
		HB-33	19	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-37	6	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Puntaje obtenido	Calidad	Características
		HB-38	31	Crítica	Aguas muy contaminadas
		HB-39	28	Crítica	Aguas muy contaminadas

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.5 Necton

La comunidad de necton representa un indicador clave de la salud de los ecosistemas acuáticos. La presencia o ausencia de estos organismos puede reflejar problemas ambientales, como la contaminación o la degradación del hábitat. Además, el necton tiene un valor socioeconómico importante, ya que muchas comunidades locales dependen de la pesca como fuente de alimento e ingresos. En particular, los ríos costeros sostienen una alta diversidad de especies, incluidas aquellas endémicas y en peligro de extinción, lo que hace fundamental evaluar sus poblaciones para implementar acciones de conservación. Para esta evaluación, los ejemplares registrados corresponden al grupo de los peces, que constituyen el componente más representativo del necton en estos ambientes.

4.2.6.4.2.3.5.1 Cuenca Chicama y Jequetepeque

4.2.6.4.2.3.5.1.1 Riqueza y abundancia

Según los resultados, en la cuenca Chicama no se logró colectar necton, pero se presume debido a su distribución geográfica conocida, pueda habitar ***Lebiasina bimaculata***, que se encuentra en los ríos de la vertiente occidental de Ecuador y Perú (Gery, 1977; Glodek, 1978), con registros en las cuencas de los ríos Tumbes, Chira, Chillón y Cañete en Perú (Ortega et al., 2014).

En la cuenca Jequetepeque, en la estación HB-06 no se logró colectar necton, mientras que en la estación HB-07 se registró una única especie de peces: *Lebiasina bimaculata*. perteneciente a la familia Lebiasinidae (orden Characiformes) es una especie de agua dulce que habita en corrientes de aguas claras y bien oxigenadas, aunque también puede adaptarse a remansos y ambientes de lenta circulación con bajos niveles de oxígeno. Además, este pez, que puede alcanzar hasta 16 cm de longitud, desempeña un rol importante en el control biológico de insectos acuáticos (Nugra et al., 2018). (Nugra et al., 2018). Ver Gráfico 4-

En términos de distribución geográfica, *L. bimaculata* se encuentra ampliamente distribuida en la vertiente del Pacífico peruano, incluyendo regiones de la cuenca del río Jequetepeque, donde ha sido documentada previamente (Ortega & Hidalgo, 2008).

En términos de abundancia, se registraron 03 individuos de *L.bimaculata*. Este patrón puede reflejar la capacidad de *L.bimaculata* para habitar una variedad más amplia de microhábitats dentro del río. La importancia ecológica de esta especie es significativa porque contribuye al control biológico de insectos. (Ortega & Hidalgo, 2008).

4.2.6.4.2.3.5.2 Cuenca Marañón.

4.2.6.4.2.3.5.2.1 Riqueza y abundancia

En la cuenca del río Marañón, se identificaron cinco (05) especies de neoton, agrupadas en 04 familias y 02 órdenes; evaluadas en cinco estaciones pertenecientes a ríos.

Tabla 4.2.6-24
Especies registradas en la cuenca del Marañón – TH

ORDEN	FAMILIA	Especie	HB-12	HB-13	HB-17	HB-19	HB-20
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina bimaculata</i>	1				
	Stevardiidae	<i>Hemibrycon jabonero</i>	1				1
		<i>Hemibrycon jelskii</i>		1	1		
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus sp.</i>		1	1	1	1
	Loricariidae	<i>Chaetostoma branickii</i>			1		

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..

La especie *Lebiasina bimaculata* presento 03 individuos y se registró en el río Crisnejas (HB-12), esto resalta la importancia de este sistema fluvial como refugio para especies adaptadas a ambientes de aguas claras y bien oxigenadas.

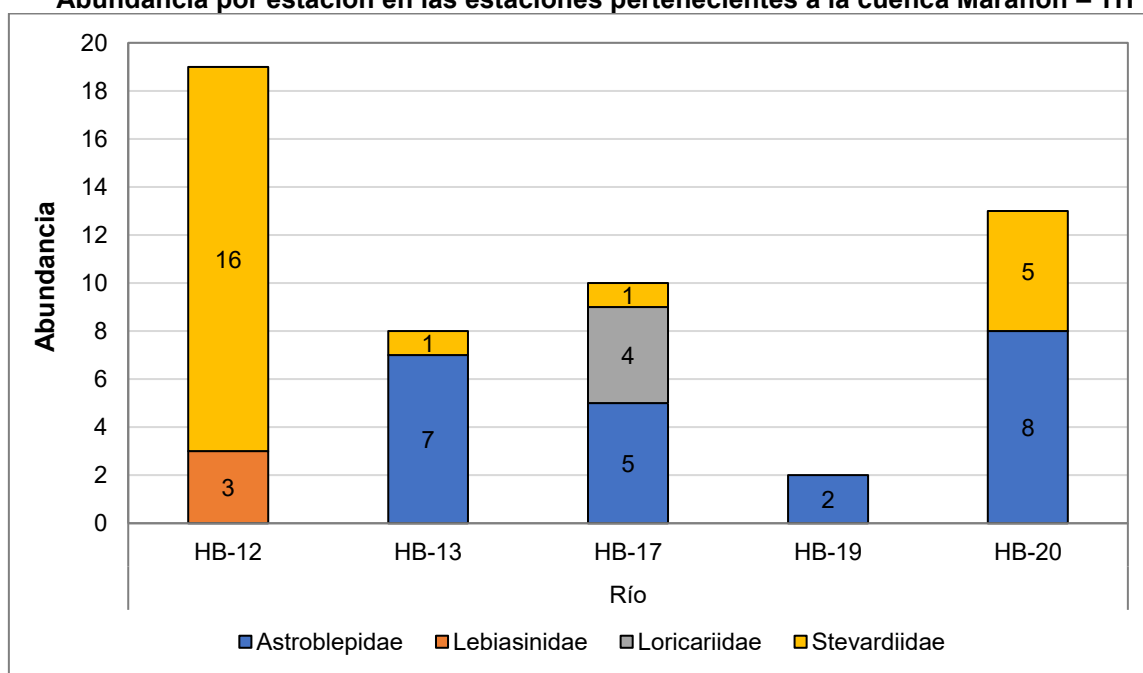
La presencia de *Hemibrycon jabonero* (especie que registro mayor abundancia en la cuenca) y *Hemibrycon jelskii*, ambas pertenecientes a la familia Stevardiidae, en las estaciones, destaca la importancia de estos sistemas fluviales como hábitat para especies endémicas. Este género Hemibrycon de la familia Characidae, conocida por habitar ríos de montaña, se ve influenciada por factores como la calidad del agua, el flujo constante y la disponibilidad de hábitats estructurales como raíces y rocas sumergidas (Ortega et al., 2022; Albert & Reis, 2011). Su ausencia en otras estaciones evaluadas podría atribuirse a variaciones en las condiciones ambientales, como la temperatura y el contenido de oxígeno, que son factores limitantes para esta especie. Esto sugiere que las estaciones que registraron a estas especies podrían estar desempeñando un papel crucial en la conservación de especies nativas dentro de la cuenca del Marañón.

Por su parte, *Astroblepus sp.* presento abundancias entre 2 a 8 organismos y fue registrado en los ríos Chusgón, Cajas y Anchic, los cuales, se caracterizan por tener corrientes rápidas y temperaturas bajas debido a su altitud. El género *Astroblepus*, perteneciente a la familia Astroblepidae, se distingue por su alta sensibilidad a las variaciones en el oxígeno disuelto, siendo un requisito esencial para su supervivencia. Estas especies habitan principalmente en ríos de alta montaña con flujos rápidos y niveles elevados de oxígeno, por lo que su presencia indica una alta calidad del agua en estas estaciones (Maldonado-Ocampo et al., 2005; Ortega et al., 2022). Además, *Astroblepus* es considerado un indicador biológico relevante, ya que es vulnerable a la contaminación y a la alteración de flujos naturales, como los causados por represamientos o desvíos de agua (Jiménez-Prado et al., 2015; Reis et al., 2003). Su registro en estos ríos sugiere que los ecosistemas locales mantienen condiciones ambientales adecuadas y bien conservadas, subrayando la necesidad de proteger estas áreas frente a amenazas antrópicas como la minería y la deforestación.

Por último, la especie *Chaetostoma branickii* presentó 04 individuos y fue registrado en el río Cajas (HB-17) caracterizado por corrientes rápidas, fondos rocosos y temperaturas bajas típicas de zonas de montaña. Esta especie de la familia Loricariidae prefiere hábitats con alto flujo de agua y elevada oxigenación, donde se adhiere a las rocas gracias a su morfología especializada. Su presencia refleja condiciones ambientales saludables, ya que el género *Chaetostoma* es sensible a la degradación de la calidad del agua y a cambios físicos en su hábitat, como la sedimentación o la pérdida de vegetación ribereña (Maldonado-Ocampo et al., 2005; Ortega et al., 2022). Debido a su especialización ecológica, es considerado un bioindicador de ríos bien conservados.

En general, los resultados reflejan la interacción entre las características ambientales y las necesidades biológicas de las especies. Por ejemplo, los sistemas fluviales analizados muestran diferencias marcadas en cuanto a velocidad del flujo, sustratos y calidad del agua, factores que determinan la distribución y abundancia de las especies presentes (Ortega et al., 2022; Reis et al., 2003). Estas diferencias destacan la necesidad de un enfoque integrado de manejo y conservación, considerando tanto la diversidad biológica como las amenazas antrópicas que enfrentan los ecosistemas acuáticos de la cuenca del Marañón.

Gráfico 4.2.6-332
Abundancia por estación en las estaciones pertenecientes a la cuenca Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..

4.2.6.4.2.3.5.3 Cuenca Hualлага

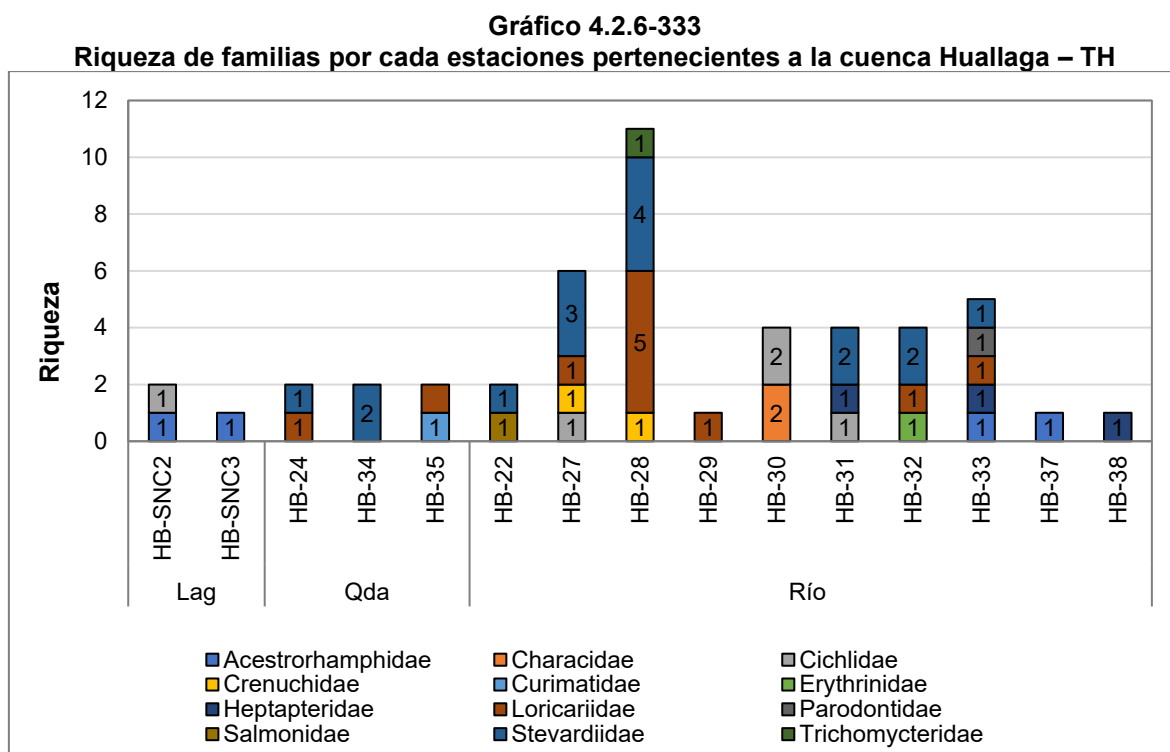
4.2.6.4.2.3.5.3.1 Riqueza y abundancia

La ictiofauna de la cuenca del Huallaga está representada por 31 especies agrupado en 12 familias y 4 ordenes (Characiformes, Siluriformes, Cichliformes y Salmoniformes). Siendo el orden mas representativo Characiformes con 15 especies, seguido por Siluriforme con 12 especies.

El análisis revela diferencias entre lagunas, quebradas y ríos. En las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3), se registró una riqueza baja, con apenas 2 familias (Cichlidae y Acestrohammidae) y 3 especies. En las quebradas (HB-24, HB-34 y HB-35), se observaron 3 familias (Curimatidae, Loricariidae y Acestrohammidae) y 5 especies. Por su parte, los ríos presentaron la mayor riqueza, con 11 familias y se registraron 29 especies (80% del total de especies).

La estación HB-28 presentó la mayor riqueza, registrándose 4 familias y 11 especies.

Entre las familias, Loricariidae y Stevardiidae fueron las más representativa, encontrándose en la mayoría de las estaciones con 09 y 07 especies, respectivamente.



Con respecto a la abundancia, en las estaciones de laguna, la estación HB-SNC2 destacó con un total de 47 individuos, siendo las familias Acestrorhamphidae (20 individuos) y Cichlidae (27 individuos) las más representativas. La estación HB-SNC3 presentó una abundancia mucho menor, con apenas 2 individuos de la familia Acestrorhamphidae.

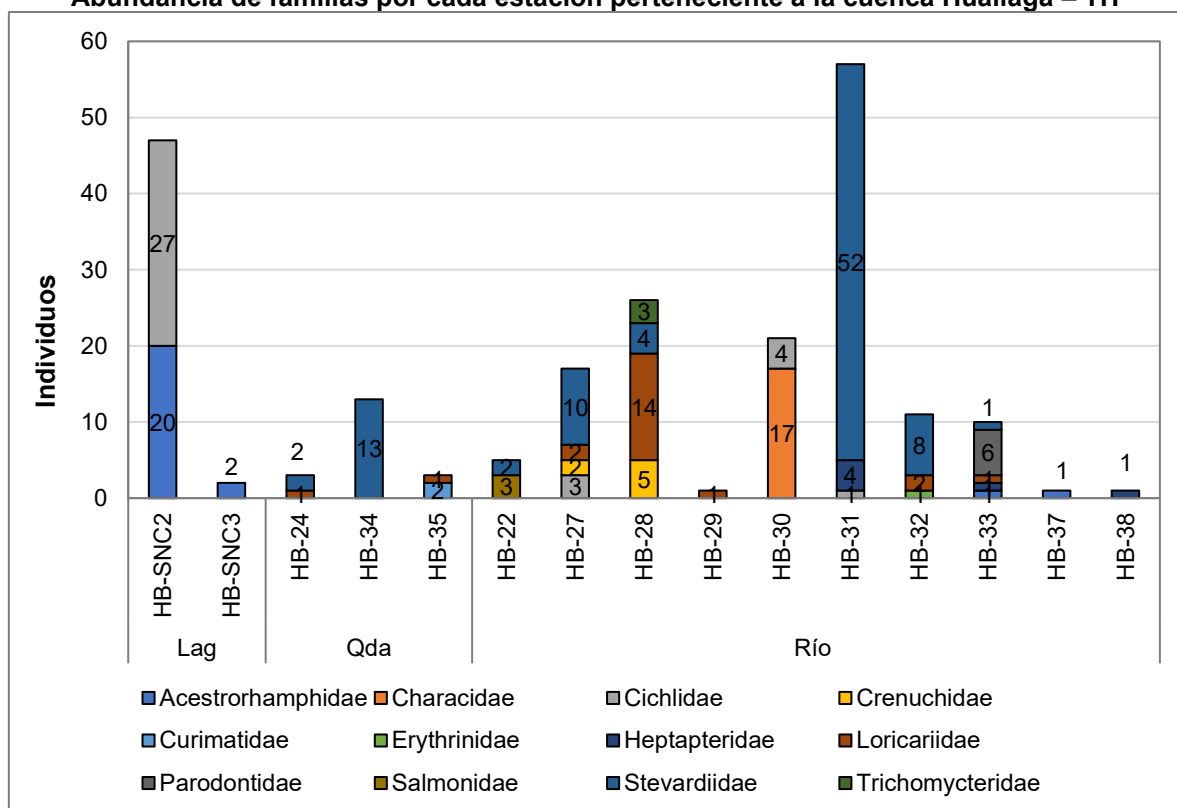
En las quebradas, la abundancia fue baja. La estación HB-24 y HB-35 registraron 3 individuos, mientras que HB-34 registró 13 individuos de la familia Stevardiidae.

En los ambientes de río, se concentró el mayor número de individuos. La estación HB-31 fue la más abundante de toda la cuenca, con 57 individuos, dominados ampliamente por

Stevardiidae (52 individuos). La estación HB-28 registró 26 individuos, destacando Loricariidae (14 individuos).

Las familias con mayor representación fue Stevardiidae con 92 individuos, seguida de Cichlidae (35 individuos), Loricariidae (22 individuos) y Characidae (17 individuos).

Gráfico 4.2.6-334
Abundancia de familias por cada estación perteneciente a la cuenca Huallaga – TH



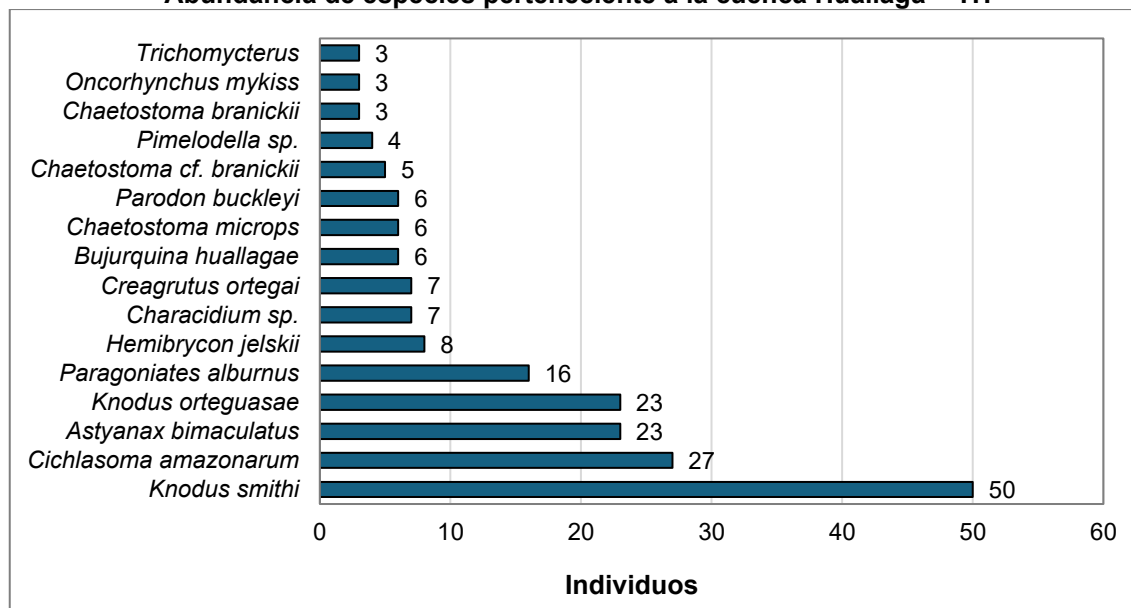
Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..

Entre especies, la especie dominante de la cuenca fue *Knodus smithi* con 50 individuos. En los ríos de corriente moderada a rápida, como el Pucayacu (HB-31) destaca esta especie con 30 individuos. Esto podría reflejar su preferencia por hábitats con alta disponibilidad de oxígeno y condiciones hidrológicas dinámicas, típicas de los ecosistemas amazónicos (Albert & Reis, 2011).

La especie *Cichlasoma amazonarum* fue la segunda especie que presentó alta abundancia, con 27 individuos en la laguna Mística (HB-SNC2). Las lagunas proporcionan un ambiente adecuado para especies que requieren hábitats más estables, menor turbulencia y abundante materia orgánica, características comunes de los cíclidos (Winemiller et al., 2008). Esta especie es relevante para las comunidades locales alrededor de la cuenca porque es utilizada como recurso alimenticio. Su adaptabilidad a lagunas y cuerpos de agua eutrofizados lo hace una opción viable para la pesca de subsistencia (FAO, 2019).

Se destaca también en la cuenca, las especies como *Astyanax bimaculatus*, ampliamente distribuido en Sudamérica, es conocido por su adaptabilidad a diversos tipos de hábitats acuáticos, desde aguas rápidas hasta lagunas tranquilas (Reis et al., 2016).

Gráfico 4.2.6-335
Abundancia de especies perteneciente a la cuenca Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C..

Especies registradas en la cuenca como los loricáridos (*Ancistrus alga* y del género *Chaetostoma*), además de su valor alimenticio, tienen un rol funcional clave en el ecosistema, ya que actúan como detritívoros, ayudando en la limpieza de los fondos y el reciclaje de materia orgánica, lo que mejora la calidad del agua (Goulding et al., 2003).

Entre las especies registrada con usos destacados para las comunidades locales se encuentra *Hoplias malabaricus* (fasaco), que es una fuente fundamental de alimento debido a su carne de alta calidad. Este pez es capturado mediante pesca artesanal en diversos ríos de la cuenca y es valorado por su capacidad de adaptarse a ambientes alterados, como aquellos con bajos niveles de oxígeno o altos índices de turbidez (Lowe-McConnell, 1987).

Es preocupante que algunas especies de la cuenca del Huallaga se encuentren en algún grado de amenaza. Por ejemplo, *Hoplias malabaricus* y otras especies depredadoras enfrentan presiones significativas debido a la sobrepesca y la degradación de sus hábitats. Por su parte, *Bujurquina huallagae*, endémica de la región del Huallaga, es considerada de interés especial debido a su distribución restringida y su dependencia de hábitats específicos, como pequeños arroyos y lagunas. La fragmentación de estos ecosistemas podría amenazar su supervivencia a largo plazo (Rodríguez & Bussing, 2012).

El impacto de especies introducidas como *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoíris” (reportada en HB-22) ha generado importantes impactos sobre las comunidades nativas de peces en diferentes ecosistemas de agua dulce. Diversos estudios han reportado que esta especie, debido a su carácter depredador y a su alta competitividad, causa la disminución de poblaciones nativas, modifica las estructuras comunitarias y altera las redes tróficas locales. Además, su establecimiento puede provocar cambios en los procesos ecológicos como la dinámica de nutrientes y la disponibilidad de alimento (Correa & Hendry, 2012). En regiones altoandinas de Sudamérica, incluida la cuenca amazónica alta, se ha observado que la trucha arcoíris desplaza especies nativas, afectando la biodiversidad acuática y los servicios ecosistémicos que estas comunidades proporcionan.

El estudio de la ictiofauna en los ríos y lagunas de la cuenca del Huallaga confirma la elevada diversidad de especies presentes, muchas de ellas con un rol clave en la dinámica ecológica y en las economías locales. La distribución y abundancia de peces observada en las estaciones analizadas pone de manifiesto el gran valor biológico.

No obstante, la deforestación, la minería y la introducción de especies exóticas son factores que ejercen una presión creciente sobre estos ecosistemas acuáticos, poniendo en riesgo su biodiversidad. Ante estos escenarios, resulta indispensable fortalecer las acciones de conservación, a través de estrategias de manejo sostenible, protección de hábitats críticos y fomento de prácticas de pesca responsables. Asimismo, es fundamental impulsar programas de monitoreo continuo que permitan evaluar el estado de las poblaciones de peces y medir los impactos derivados de las actividades humanas.

4.2.6.4.2.3.5.4 Diversidad alfa

El análisis de los datos de diversidad de peces en las estaciones de las cuencas Jequetepeque, Marañón y Huallaga revela patrones importantes en cuanto a riqueza, abundancia y diversidad alfa. A continuación, se detallan los principales hallazgos.

4.2.6.4.2.3.5.4.1 Comparación entre cuencas

- **Jequetepeque**
 - Registra baja riqueza (1 especie) y baja abundancia (3 individuos), la falta de índices de diversidad sugiere una homogeneidad marcada, con poca complejidad ecológica.
- **Marañón**
 - Las estaciones muestran riqueza baja (entre 1 y 3 especies) y una variabilidad moderada en abundancia.
 - Por ejemplo, HB-12 presenta 2 especies y 19 individuos, con un índice de Shannon-Wiener de 0.6292, reflejando diversidad limitada.
 - En HB-17 se observa una mayor diversidad ($H' = 1.361$), sugiriendo una estructura comunitaria más compleja en comparación con otras estaciones de esta cuenca
- **Huallaga**
 - Es la cuenca que presenta mayor riqueza y abundancia.
 - Destacan estaciones como HB-31 (4 especies, 57 individuos) y HB-30 (4 especies, 21 individuos), con valores de diversidad de diversidad intermedia ($H' = 1.389$ y 1.154 , respectivamente).
 - Sin embargo, algunas estaciones como HB-29 y HB-38 registran riqueza mínima (1 especie) y abundancia muy baja (1 individuo), evidenciando una notable variabilidad espacial.

4.2.6.4.2.3.5.4.2 Diversidad alfa y patrones de equidad

- **Estaciones con alta diversidad**
 - HB-28 ubicada en la cuenca del Huallaga destaca por presentar diversidad alta con un índice de Shannon-Wiener de 3.101 y Margalef de 3.069, lo cual refleja una comunidad ecológicamente compleja y con alta equidad ($J' = 0.8964$).
 - De igual modo, HB-27 muestra alta diversidad con $H' = 2.514$ y equidad alta ($J' = 0.9724$).
- **Estaciones con baja diversidad**

- En las estaciones del Marañón, la riqueza y la abundancia son extremadamente bajas y los índices de diversidad no están reportados en algunas estaciones, probablemente debido a la dominancia de una sola especie; y en otras oscilan entre 0.5436 a 1.361.
- En Huallaga, estaciones como HB-29, HB-37 y HB-38, los índices de diversidad no están reportados, probablemente debido a la baja riqueza y abundancia (reporta 01 especie y 01 individuo).
- **Estaciones con equilibrio**
 - Estaciones como HB-27 (río), HB-24, HB-34 y HB-35 (quebradas) tienen valores de equidad de Pielou cercanos a 1 (0.9183 a 0.9710), reflejando una distribución casi igualitaria entre las especies presentes.

4.2.6.4.2.3.5.4.3 Diferencias entre tipos de cuerpos de agua

- **Ríos**
 - Tienen la mayor variabilidad en riqueza y abundancia. Estaciones como HB-28 y HB-27 destacan con alta riqueza (11 y 6 especies) y abundancia significativa e índices alto de diversidad (H' : 3.101 y H' : 2.514, respectivamente)
 - Sin embargo, estaciones como HB-12 y HB-13 muestran baja diversidad, posiblemente debido a limitaciones ambientales o presiones antrópicas.
- **Quebradas**
 - Las 03 estaciones evaluadas presentan riqueza baja con índices de diversidad bajos (0.9183 a 0.9612).
 - Las quebradas parecen ofrecer microhábitats más heterogéneos, favoreciendo una mayor diversidad.
- **Lagunas**
 - Las lagunas evaluadas muestran diversidad baja y nula. Por ejemplo, HB-SNC2 tiene 2 especie y una alta abundancia (47 individuos), mientras que HB-SNC3 tiene solo 1 especies y 2 individuos.

4.2.6.4.2.3.5.4.4 Patrones generales

- La cuenca del **Huallaga** se confirma como la más diversa y rica en especies, especialmente en ambientes fluviales y quebradas
- La cuenca del **Marañón** presenta diversidad moderada, aunque con algunas estaciones de mayor complejidad estructural como HB-17
- **Jequetepeque** muestra la menor diversidad, probablemente debido a la baja heterogeneidad de hábitats o mayor presión ambiental.
- Los índices de equidad reflejan una variabilidad notable entre estaciones, con algunas comunidades altamente equitativas y otras dominadas por una o pocas especies.

Tabla 4.2.6-25
Diversidad alfa para todas las estaciones del área de estudio – TH

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (D_m)	Equidad de Pielou (J')
Jequetepeque	Río	HB-07	1	3	0	0	-
Marañón	Río	HB-12	2	19	0.6292	0.3396	0.6292
		HB-13	2	8	0.5436	0	1

Cuenca	Tipo de cuerpo de agua	Estaciones	Riqueza	Abundancia	Índices de diversidad alfa		
					Shannon-Wiener (H')	Margalef (Dm)	Equidad de Pielou (J')
Huallaga		HB-17	3	10	1.361	1	1
		HB-19	1	2	0	0	-
		HB-20	2	13	0.9612	0	0.9612
	Laguna	HB-SNC2	2	47	0.984	0.260	0.984
		HB-SNC3	1	2	0.000	0.000	-
	Quebrada	HB-24	2	3	0.9183	0.9102	0.9183
		HB-34	2	13	0.9612	0.3899	0.9612
		HB-35	2	3	0.9183	0.9102	0.9183
	Río	HB-22	2	5	0.971	0.6213	0.971
		HB-27	6	17	2.514	1.765	0.9724
		HB-28	11	26	3.101	3.069	0.8964
		HB-29	1	1	0	-	-
		HB-30	4	21	1.154	0.9854	0.5771
		HB-31	4	57	1.389	0.742	0.6944
		HB-32	4	11	1.491	1.251	0.7456
		HB-33	5	10	1.771	1.737	0.7627
		HB-37	1	1	0	-	-
		HB-38	1	1	0	-	-

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.5.5 Diversidad beta

4.2.6.4.2.3.5.5.1 Cuenca Marañón

En cuanto a los índices de similitud de Sorensen y Jaccard, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales:

El primer grupo estuvo conformado principalmente por las estaciones HB-13 y HB-17, registrando la mayor similitud observada entre todas las estaciones con 67% en Jaccard y del 80% en Sorensen, sugiriendo una alta correspondencia en su composición específica. Seguido del par de estaciones HB-19 y HB-20, las cuales corresponden a cuerpos de agua similares, registrando una similitud de 50% según Jaccard y 67% según Sorensen.

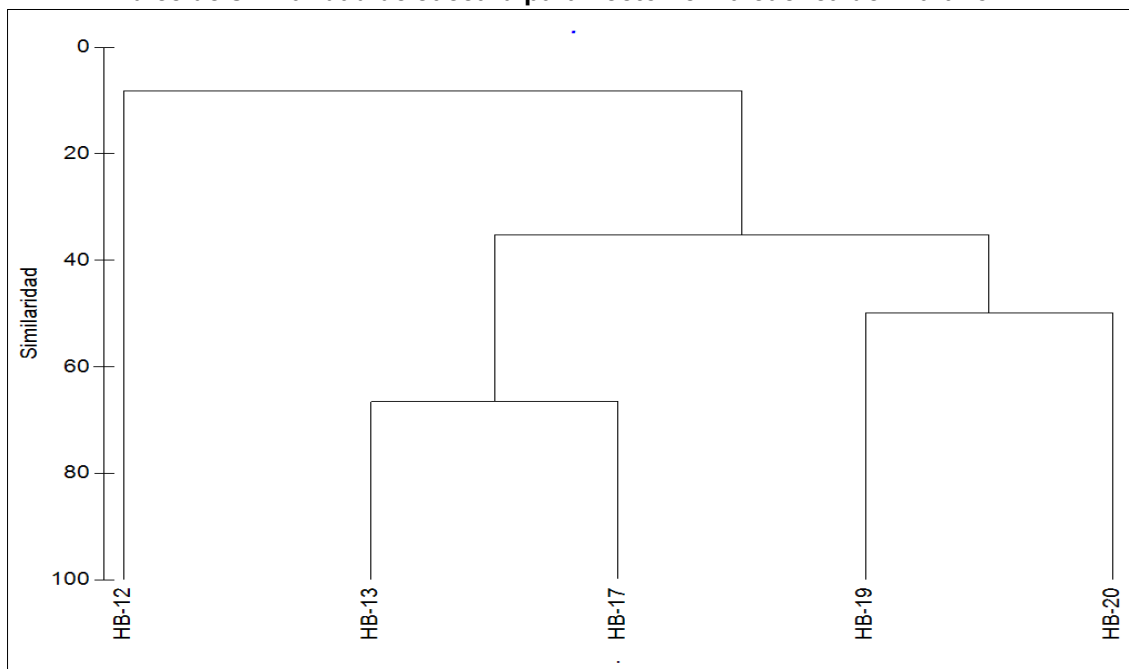
Por otro lado, en el segundo grupo, la estación HB-12 se destacó como la más diferenciada, al presentar valores de similitud de 0% con el resto de las estaciones, reflejando una composición muy distinta de especies.

Las diferencias observadas entre los índices de similitud se deben a las propiedades de cada fórmula: Jaccard tiende a subestimar la similitud cuando existe una alta proporción de especies únicas, ya que considera la unión total de especies, mientras que Sorensen

da más peso a las especies compartidas, elevando así los valores de similitud cuando existe coincidencia entre estaciones.

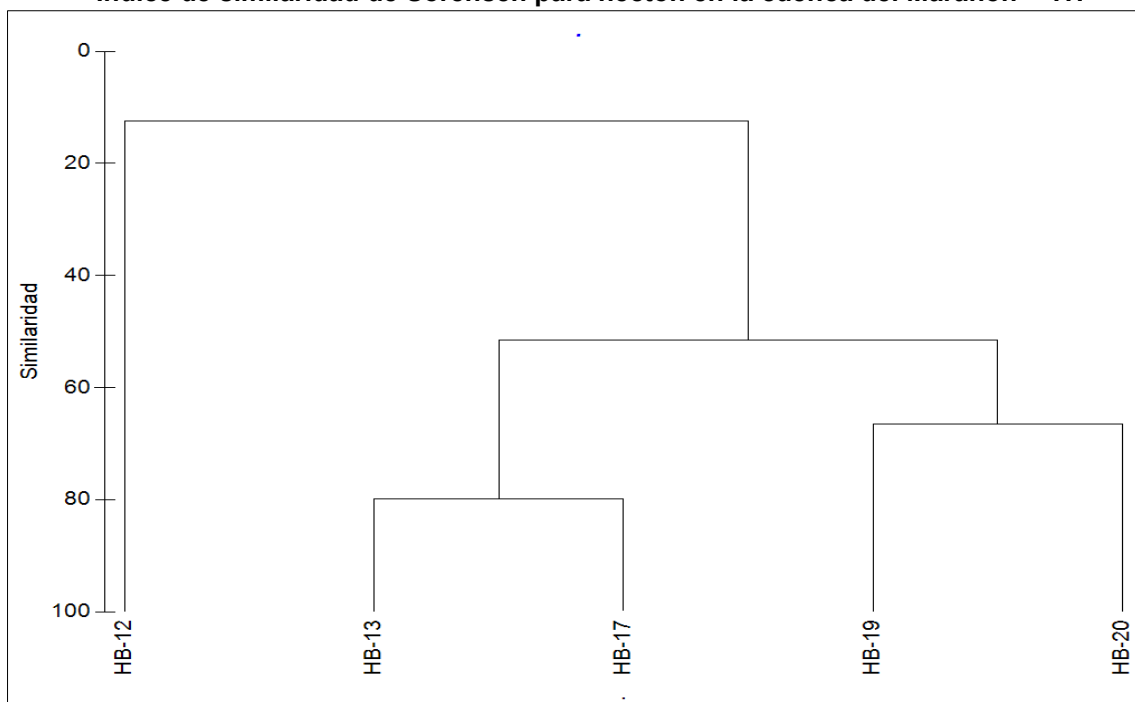
En general, los análisis de similitud mediante los índices de Jaccard y Sorensen evidencian una alta heterogeneidad en la composición ictiofaunística entre las estaciones evaluadas en la cuenca del Marañón.

Gráfico 4.2.6-336
Índice de similitud de Jaccard para necton en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-337
Índice de similitud de Sorensen para necton en la cuenca del Marañón – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.3.5.5.2 Cuenca Huallaga

En cuanto a los índices de similitud de Jaccard y Sorensen, ambos permitieron identificar dos grandes grupos principales:

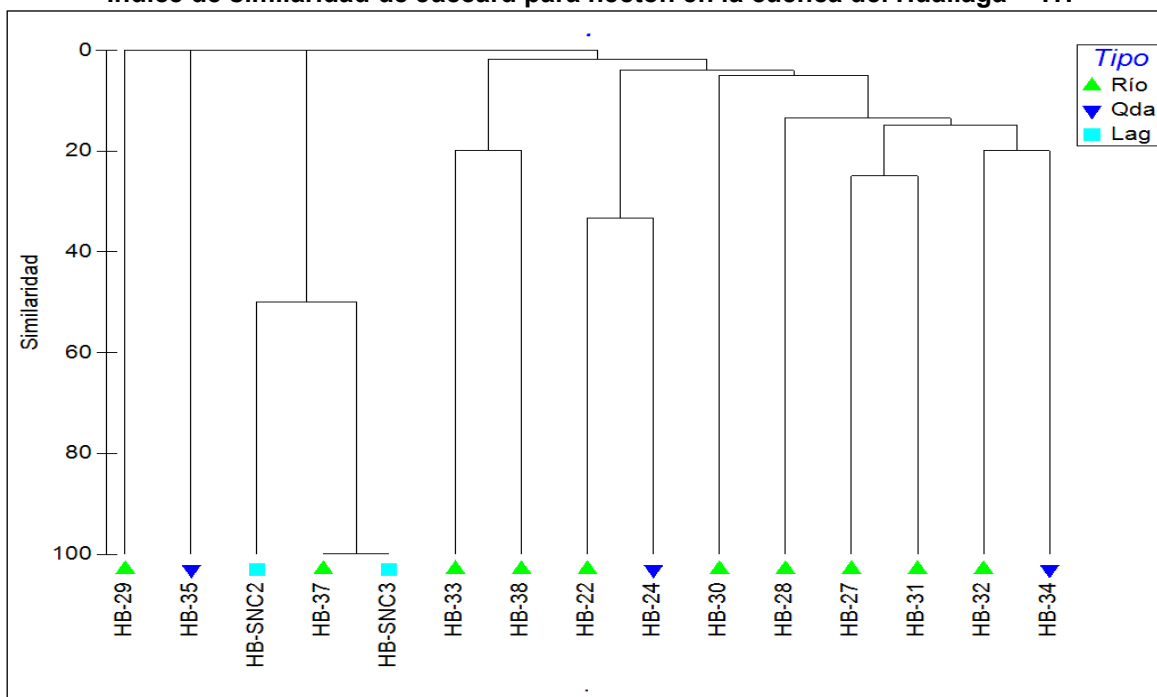
El primer grupo estuvo compuesto principalmente por estaciones de tipo río, como HB-22, HB-24, HB-27, HB-28, HB-30, HB-31, HB-32, HB-33 y HB-34. Dentro de este grupo, se observaron agrupamientos destacados como el de HB-22 y HB-24, que presentaron una similitud del 33% en Jaccard y del 50% en Sorensen, siendo esta la mayor similitud observada en este grupo de estaciones fluviales. También se evidenció una asociación importante entre HB-27 y HB-31, que mostraron un 14% de similitud en Jaccard y un 33% en Sorensen, indicando una cierta correspondencia en su composición íctica.

El segundo grupo estuvo conformado por las estaciones HB-29, HB-35, HB-SNC2, HB-SNC3 y HB-37, mostrando una composición más diferenciada. Dentro de este grupo resalta la altísima similitud entre HB-37 y HB-SNC3, con un 100% de similitud tanto en Jaccard como en Sorensen, evidenciando que ambas estaciones comparten exactamente la misma comunidad de peces. Asimismo, las estaciones de las lagunas, HB-SNC2 y HB-SNC3, registraron una similitud significativa del 50% en Jaccard y del 66.66% en Sorensen.

Cabe destacar que la estación HB-29, correspondiente a un río, presentó un 0% de similitud con el resto de las estaciones, resaltando su composición íctica única dentro del conjunto evaluado.

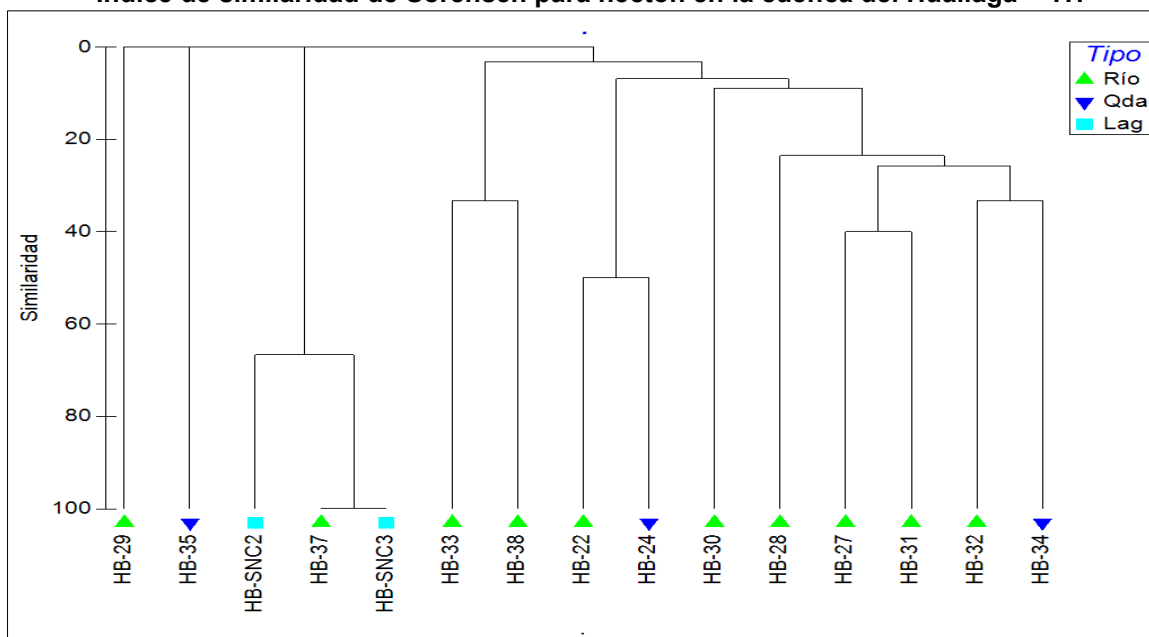
En general, los análisis de similitud mediante los índices de Jaccard y Sorensen evidencian una alta heterogeneidad en la composición de peces entre las estaciones evaluadas, aunque se destacan agrupamientos muy definidos como el de: HB-22 y HB-24; y HB-37 y HB-SNC3.

Gráfico 4.2.6-338
Índice de similaridad de Jaccard para necton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Gráfico 4.2.6-339
Índice de similaridad de Sorensen para necton en la cuenca del Huallaga – TH



Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.2.4 Protocolo SVAP

El **Protocolo Visual de Evaluación de Arroyos (SVAP)** evalúa las características del hábitat de los cuerpos de agua, proporcionando una valoración cualitativa y cuantitativa sobre la calidad ambiental en distintas estaciones. A continuación, se presenta un análisis detallado de los datos suministrados:

4.2.6.4.2.4.1 Puntajes generales y calidad ambiental

- **Estaciones con flujo intermitente (sin flujo de agua):**

Varias estaciones, específicamente HB-01, HB-02, HB-03, HB-04, HB-08 y HB-26, están categorizadas como "sin flujo de agua". Además, algunas de estas estaciones no pudieron ser evaluadas debido a la inaccesibilidad al área, lo que limitó su evaluación mediante el protocolo SVAP. Esta situación refleja una posible desconexión hidrológica temporal o dificultades logísticas, afectando directamente la capacidad de la evaluación y la interpretación de la funcionalidad ecológica.

- **Estaciones con calidad excelente:**

Las estaciones HB-27 (9.00) y HB-30 (9.33) destacan con los puntajes más altos, indicando hábitats en excelentes condiciones.

Estos valores indican condiciones óptimas del hábitat, caracterizadas por buena cobertura ribereña, ausencia de impactos antropogénicos notables y excelente conectividad ecológica. Esto sugiere que estas zonas presentan altos niveles de funcionalidad y resiliencia ecológica.

- **Estaciones con calidad buena:**

Un grupo considerable de estaciones mostró condiciones favorables, con puntajes entre aproximadamente 7.5 y 8.8, indicando calidad "Buena": HB-13, HB-14, HB-15, HB-19, HB-21, HB-22, HB-24, HB-25, HB-28, HB-29, HB-31, HB-32, HB-33, HB-34, HB-35, HB-36, HB-37.

Los parámetros menos favorables suelen ser "presencia de basura" y "Zona ribereña", lo que podría estar relacionado con actividades humanas como residuos sólidos y alteraciones en la conectividad del flujo (Magurran, 2004).

- **Estaciones con calidad regular:**

Las estaciones con una calidad "Regular" evidencian un impacto medio, con puntajes entre 6 y 7.4. Algunas de ellas son: HB-05, HB-06, HB-07, HB-10, HB-11, HB-12, HB-17, HB-20, HB-23, HB-38, HB-39, HB-SNC1

Las puntuaciones bajas en "presencia de basura" y "estabilidad de ladera" sugieren problemas asociados a contaminación y eutrofización (Hawkes, 1997).

- **Estaciones con calidad pobre:**

Las estaciones con SVAP por debajo de 6 reflejan hábitats degradados, con funcionalidad ecológica limitada: HB-18 (5.22) y HB-SNC3 (5.44). Las puntuaciones bajas en "Apariencia del agua "y" presencia de basura", sugieren alteraciones significativas del hábitat que limitan la funcionalidad ecológica.

4.2.6.4.2.4.2 Comparación entre estaciones

• Estaciones en mejores condiciones:

HB-27 y HB-30 destacan por su excelente calidad del hábitat, con puntajes SVAP de 9.00 y 9.33 respectivamente. Estas estaciones presentan estabilidad en las laderas, buena calidad del agua, y hábitats bien estructurados para peces y macroinvertebrados. Son áreas prioritarias para la conservación y monitoreo continuo, ya que actúan como referentes de salud ecológica.

• Estaciones degradadas:

HB-18 y HB-SNC3 reflejan condiciones deterioradas del hábitat, con puntuaciones bajas (5.22 y 5.44, respectivamente). Problemas como la inestabilidad de laderas, deficiente zona ribereña, y presencia de basura, sugieren una fuerte presión antrópica. La restauración de estos sitios podría incluir la implementación de barreras vegetativas, control del vertido de contaminantes y manejo del uso del suelo (Wetzel, 2001).

4.2.6.4.2.4.3 Análisis regional y patrones

• Cuenca del Huallaga:

La mayoría de las estaciones en esta cuenca presentan una calidad regular a excelente, destacándose especialmente HB-27 (9.00) y HB-30 (9.33) como sitios modelo de conservación de hábitat. Sin embargo, la estación HB-SNC3 obtuvo calificación pobre, principalmente debido a impactos como “presencia de basura”, “zona ribereña” y “estabilidad de laderas”.

• Cuenca del Marañón:

En esta cuenca, las estaciones tienen mayor variabilidad en la calidad ambiental. Aunque se encuentran sitios en buenas condiciones como HB-19 (8.11) y HB-20 (7.44), también se detectan tramos degradados como HB-18 (5.22), que evidencia un estado crítico y el resto de las estaciones presenta calidad regular.

Tabla 4.2.6-26
Valoración de la puntuación del protocolo SVAP de la calidad del hábitat – TH

Estaciones	Características evaluadas de calidad del hábitat Protocolo SVAP									SVAP	Calidad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
HB-01	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-02	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-03	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-04	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-05	10	3	7	7	7	7	10	7	7	7.22	Regular
HB-06	7	8	7	10	3	7	8	7	7	7.11	Regular
HB-07	10	5	7	7	7	7	10	7	7	7.44	Regular
HB-08	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-09	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-SNC1	10	3	10	10	3	7	10	7	7	7.44	Regular
HB-10	10	8	3	7	1	3	10	7	7	6.22	Regular
HB-11	10	10	3	7	3	7	10	7	7	7.11	Regular
HB-12	10	5	3	7	1	7	10	10	10	7.00	Regular
HB-13	10	5	3	7	10	7	10	7	7	7.33	Regular
HB-14	10	10	10	7	10	7	8	7	7	8.44	Bueno
HB-15	10	5	10	7	10	7	10	7	3	7.67	Bueno
HB-16	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-17	10	5	3	7	3	7	10	7	7	6.56	Regular
HB-18	10	3	3	1	7	7	10	3	3	5.22	Pobre
HB-19	10	8	7	7	10	7	10	7	7	8.11	Bueno
HB-20	10	3	7	7	3	7	10	10	10	7.44	Regular
HB-21	10	3	7	10	7	7	10	10	10	8.22	Bueno
HB-22	10	3	10	10	10	7	10	10	10	8.89	Bueno

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

Estaciones	Características evaluadas de calidad del hábitat Protocolo SVAP									SVAP	Calidad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
HB-23	10	8	7	7	3	7	10	7	7	7.33	Regular
HB-24	10	8	7	7	7	7	10	7	3	7.33	Regular
HB-25	10	3	7	7	3	7	10	10	10	7.44	Regular
HB-26	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
HB-27	10	10	10	7	7	7	10	10	10	9.00	Excelente
HB-28	10	3	7	7	3	7	10	10	10	7.44	Regular
HB-29	10	10	7	7	3	7	10	7	10	7.89	Bueno
HB-30	10	10	10	7	10	7	10	10	10	9.33	Excelente
HB-31	10	10	5	7	10	7	10	7	10	8.44	Bueno
HB-32	10	3	10	7	10	7	10	10	10	8.56	Bueno
HB-33	10	3	10	7	10	7	10	10	7	8.22	Bueno
HB-34	10	10	7	10	10	7	10	7	7	8.67	Bueno
HB-35	10	10	5	7	10	7	10	10	10	8.78	Bueno
HB-36	10	5	7	7	3	7	10	10	10	7.67	Bueno
HB-37	10	3	10	7	3	7	10	10	10	7.78	Bueno
HB-38	10	8	7	7	3	7	10	10	10	8.00	Bueno
HB-39	10	8	7	7	1	7	10	10	10	7.78	Bueno
HB-SNC2	10	3	7	10	3	7	10	7	3	6.67	Regular
HB-SNC3	7	3	3	7	3	7	5	7	7	5.44	Pobre
Características:						5. Presencia de basura					
1. Condición del canal						6. Enriquecimiento por nutrientes					
2. Zona ribereña						7. Barreras para el movimiento de peces					
3. Estabilidad de laderas						8. Hábitat apropiados para peces					
4. Apariencia del agua						9. Hábitat apropiados para macroinvertebrados					

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.3 Comparativo

4.2.6.4.3.1 Fitoplancton

4.2.6.4.3.1.1 Riqueza

La evaluación de la riqueza fitoplanctónica durante las temporadas seca (TS) y húmeda (TH) reveló diferencias marcadas. En temporada seca se registró una riqueza total de 110 especies, mientras que en temporada húmeda este valor descendió a 66 especies. Este patrón es consistente con las dinámicas hidrológicas estacionales de ecosistemas tropicales, donde los periodos de menor caudal y mayor temperatura favorecen la concentración de nutrientes y la estabilidad física del hábitat acuático, propiciando condiciones óptimas para el desarrollo del fitoplancton (Reynolds, 2006). En contraste, durante la temporada de lluvias, el aumento del caudal genera dilución de nutrientes, mayor turbulencia y arrastre de organismos, factores que reducen la disponibilidad de microhábitats y la persistencia de comunidades fitoplanctónicas diversas (Wetzel, 2001). Así, la disminución de riqueza observada en temporada húmeda se justifica ecológicamente por la dinámica de lavado y mayor variabilidad ambiental.

Tabla 4.2.6-27
Comparación estacional de la riqueza de fitoplancton – TS y TH

Temporada	TS	TH
Phylum	7	7
Clase	12	13
Orden	32	29
Familia	57	37
Especies	110	66

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Al analizar la riqueza a niveles taxonómicos superiores, se identificaron siete Phylum principales, entre los cuales Heterokontophyta, Chlorophyta y Charophyta fueron los más representativos. Heterokontophyta dominó en ambas temporadas, con 40 registros en TS y 31 en TH, lo que indica su elevada adaptabilidad a distintas condiciones hidrológicas (Sournia, 1995). A nivel de Clase, se observaron 12 clases en temporada seca y 13 en temporada húmeda. Este ligero aumento en el número de clases, a pesar de la disminución de especies, sugiere una diversificación funcional que podría estar relacionada con mecanismos de resistencia o estrategias de vida oportunistas frente al estrés ambiental en temporada húmeda (Margalef, 1978). A nivel de Orden y Familia, se mantiene una tendencia de disminución progresiva de la riqueza, reflejando que las alteraciones en el régimen hídrico afectan de manera más aguda a taxones más específicos. A nivel de Especie, la disminución fue pronunciada, evidenciando la sensibilidad de especies particulares ante las condiciones físicas extremas impuestas por la temporada húmeda.

Tabla 4.2.6-28
Comparación estacional de la riqueza por phylum de fitoplancton – TS y TH

Phylum	TH	TS
Heterokontophyta	31	40

Phyllum	TH	TS
Chlorophyta	15	37
Charophyta	11	12
Euglenophyta	5	7
Dinoflagellata	2	1
Cryptista	1	2
Cyanobacteria	1	10

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En la cuenca Chicama, en ambas temporadas la única estación que se pudo evaluar fue HB-05, la cual, registró una riqueza fitoplanctónica mayor en temporada seca (11 especies) en comparación con la húmeda (7 especies). Este comportamiento podría ser por la influencia directa del aumento de caudal en la dispersión y dilución de los organismos en sistemas fluviales (Allan & Castillo, 2007).

Cuenca del Jequetepeque: En la cuenca del río Jequetepeque se evaluaron dos estaciones: HB-06 y HB-07. En HB-06, durante la temporada seca no se registraron datos, mientras que en la temporada húmeda se obtuvo una riqueza de 9 especies. Esto sugiere que, durante la temporada húmeda, a pesar del incremento de caudal, la estación presentó condiciones relativamente estables o protegidas que permitieron el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas. Por otro lado, en HB-07 se observó una disminución de la riqueza, pasando de 19 especies en TS a 11 especies en TH, reflejando los efectos más típicos de arrastre y dilución provocados por las lluvias intensas. (Thornton, 2002).

Cuenca del Maraón: En el Maraón, la estación HB-SNC1 (Laguna) mostró una disminución drástica de la riqueza de 18 a 7 especies. Esto indica la susceptibilidad de sistemas lénticos a la entrada de agua fresca de escorrentía, alterando la estabilidad físico-química que usualmente favorece el desarrollo fitoplanctónico (Lewis, 2002). En quebradas como HB-14, se observó una leve alza en temporada húmeda (de 9 a 11 especies), sugiriendo que estos sistemas, al ser de menor caudal y más protegidos, pueden mantener condiciones locales más estables pese a la variabilidad regional. En los ríos mostró descensos generalizados, salvo excepciones como HB-18, donde se registró un aumento en temporada húmeda (TS=11 a TH=15), posiblemente asociado a condiciones de remanso o zonas de protección hidráulica.

Cuenca del Huallaga: En la cuenca del Huallaga, se evaluaron lagunas, quebradas y ríos, observándose patrones diferenciados según el tipo de cuerpo de agua. Las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3) registraron las mayores riquezas específicas, con HB-SNC2 (TS=30; TH=20) y HB-SNC3 (TS=33; TH=20), evidenciando que los sistemas lénticos, debido a su estabilidad física y química, funcionan como refugios importantes para el fitoplancton durante ambos periodos estacionales (Reynolds, 1984; Lewis, 2002). En contraste, las quebradas mostraron una disminución de riqueza de la temporada seca a la húmeda, como en HB-20 (TS=12; TH=9) y HB-35 (TS=17; TH=4), reflejando la alta sensibilidad de estos sistemas ante los cambios hidrológicos y la influencia de la escorrentía (Wetzel, 2001). Finalmente, los ríos (también presentaron reducciones marcadas en la riqueza, como en HB-31 (TS=19; TH=3) y HB-32 (TS=18; TH=4), debido al aumento de caudal y turbulencia, factores que limitan el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas en ambientes lóticos (Allan & Castillo, 2007).

Tabla 4.2.6-29
Comparación estacional de la riqueza por estaciones de fitoplancton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	11	7
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	9
		HB-07	19	11
Marañon	Laguna	HB-SNC1	18	7
	Quebrada	HB-14	9	11
		HB-15	10	7
	Río	HB-10	14	7
		HB-11	13	5
		HB-12	15	4
		HB-13	13	3
		HB-16	12	NPFA
		HB-17	12	8
		HB-18	11	15
		HB-19	13	8
		HB-20	12	9
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	30	20
		HB-SNC3	33	20
	Quebrada	HB-23	14	7
		HB-24	11	8
		HB-34	14	5
		HB-35	17	4
		HB-36	4	3
	Río	HB-21	5	7
		HB-22	14	7
		HB-25	10	3
		HB-26	9	NPFA
		HB-27	12	8
		HB-28	12	6
		HB-29	13	10
		HB-30	12	6
		HB-31	19	3
		HB-32	18	4
		HB-33	20	8
		HB-37	16	7
		HB-38	11	8
		HB-39	10	5

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. ("NPFA": No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.1.2 Abundancia

El análisis de la abundancia del fitoplancton en las cuencas evaluadas muestra diferencias claras entre temporadas de lluvias (TH) y secas (TS)

En los phylum registrados, Heterokontophyta presentó una mayor abundancia en temporada seca (22 121) frente a lluvias (3 870), lo que se podría explicar por su alta tolerancia a condiciones de bajo caudal, mayor transparencia y elevada irradiancia, que favorecen su proliferación durante la estación seca (Round, Crawford, & Mann, 1990). Cyanobacteria también fue más abundante en la temporada seca (5,542) respecto a lluvias (3,056), mostrando su capacidad para prosperar bajo altas temperaturas y elevada radiación solar, condiciones típicas de la sequía (Whitton & Potts, 2000). En el caso de Chlorophyta, se observó un crecimiento mucho mayor en la estación seca (76,871), triplicando los valores de lluvias (1,867), lo que coincide con su preferencia por ambientes con alta luminosidad y estabilidad, características de épocas secas (Wehr, Sheath, & Kocielek, 2015). Por otro lado, Euglenophyta disminuyó de 1,199 (TH) a 390 (TS), reflejando su afinidad por aguas más turbias y ricas en materia orgánica, condiciones que aumentan en la temporada de lluvias (Wetzel, 2001). En el caso de Charophyta, se evidenció un comportamiento inverso, con un crecimiento explosivo en temporada seca (148,955) frente a lluvias (758), favorecido por la estabilidad hídrica (García et al., 2018). Finalmente, tanto Cryptista (580 en TH vs. 350 en TS) como Dinoflagellata (209 en TH vs. 110 en TS) mostraron una ligera disminución entre temporadas, manteniéndose estables, pero indicando una leve preferencia por condiciones más húmedas.

Tabla 4.2.6-30
Comparación estacional de la riqueza por phylum de fitoplancton – TS y TH

División	TS	TH
Heterokontophyta	3870	22121
Cyanobacteria	3056	5542
Chlorophyta	1867	76871
Euglenophyta	1199	390
Charophyta	758	148955
Cryptista	580	350
Dinoflagellata	209	110

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Con respecto a las cuencas: en la cuenca Chicama, en la estación HB-05, se observó una mayor abundancia de fitoplancton durante la temporada seca (TS = 3 715) en comparación con la de lluvias (TH = 33). Esta diferencia refleja el efecto de la reducción de caudal y el aumento de la estabilidad del agua en temporada seca, condiciones que promueven el crecimiento del fitoplancton (Reynolds, 2006).

En la cuenca del río Jequetepeque, los resultados muestran que en la estación HB-07, la abundancia fue mayor en la temporada seca (12,636 individuos) que en lluvias (988 individuos), siguiendo el patrón observado en Chicama. Este comportamiento podría

asociarse a la disminución del arrastre de sedimentos y la mayor penetración de luz, factores que favorecen el crecimiento de fitoplancton durante temporada seca (Reynolds, 2006). No se cuenta con datos de temporada seca para la estación HB-06.

En la cuenca del río Marañón, las diferencias son notorias entre tipos de cuerpos de agua. En las lagunas (HB-SNC1), la abundancia fue mayor en la temporada de lluvias (1 596) respecto a la seca (452), indicando que, en estos sistemas lénticos, el aumento de nutrientes por escorrentía durante lluvias podría favorecer el desarrollo fitoplanctónico (Thornton et al., 1990). En contraste, en las quebradas (HB-14, HB-15) y ríos (HB-10, HB-11, HB-12, HB-13), se registraron menores abundancias durante TH, atribuibles al incremento de caudales y arrastre de organismos, limitando la estabilidad necesaria para el crecimiento fitoplanctónico (Reynolds, 2006).

En la cuenca del río Huallaga, se observaron patrones contrastantes. La quebrada HB-SNC3 mostró un notable incremento de fitoplancton en temporada seca (220 132 individuos) frente a lluvias (1004), destacando cómo en ambientes de bajo flujo el fitoplancton puede desarrollarse masivamente en épocas secas (Horne & Goldman, 1994). HB-SNC2 mostró mayor abundancia en TH (8,403 en TS vs. 1,645 en TH). En los ríos de Huallaga, las abundancias fueron bajas en la temporada húmeda, reflejando condiciones de alta turbulencia que limitan el desarrollo fitoplanctónico (Reynolds, 2006).

En general, se evidencia una tendencia generalizada de mayor abundancia de fitoplancton en temporada seca en ambientes de bajo caudal como quebradas y ciertos ríos, mientras que en lagunas o sistemas más aislados el fitoplancton puede incrementarse también durante lluvias debido al enriquecimiento de nutrientes (Thornton et al., 1990; Reynolds, 2006).

Tabla 4.2.6-31
Comparación estacional de la abundancia por estaciones de fitoplancton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	3715	33
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	609
		HB-07	12636	988
Marañón	Laguna	HB-SNC1	452	1596
	Quebrada	HB-14	215	351
		HB-15	397	67
	Río	HB-10	503	81
		HB-11	1471	249
		HB-12	385	21
		HB-13	177	44
		HB-16	48	NPFA
		HB-17	240	54
		HB-18	208	3375

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
Huallaga		HB-19	206	51
		HB-20	151	143
	Laguna	HB-SNC2	8403	1645
		HB-SNC3	220132	1004
	Quebrada	HB-23	193	45
		HB-24	181	29
		HB-34	704	322
		HB-35	852	79
		HB-36	66	30
	Río	HB-21	15	41
		HB-22	149	80
		HB-25	45	8
		HB-26	29	NPFA
		HB-27	102	60
		HB-28	85	12
		HB-29	123	67
		HB-30	423	48
		HB-31	415	31
		HB-32	427	8
		HB-33	639	67
		HB-37	167	119
		HB-38	102	134
		HB-39	283	48

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. ("NPFA": No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.1.3 Diversidad Alfa

En la comunidad fitoplanctónica evaluada, se evidenciaron cambios sustanciales en los índices de diversidad alfa entre la temporada seca y húmeda, lo cual pone de manifiesto el efecto de la estacionalidad sobre la composición, estructura y equidad de esta comunidad hidrobiológica. La dinámica del fitoplancton está fuertemente influenciada por factores abióticos como el caudal, la luz, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, que suelen modificarse marcadamente entre ambas temporadas, afectando así la riqueza y abundancia de especies.

Respecto a la riqueza específica (S), se observaron variaciones notables entre estaciones. Por ejemplo, en HB-SNC3 se registró una alta riqueza en TS (33 especies) que se redujo a 20 en TH, mientras que estaciones como HB-18 presentaron un incremento de 11 a 15 especies. Estas fluctuaciones pueden estar relacionadas con la estabilidad hídrica durante la temporada húmeda, que favorece el crecimiento de ciertas especies oportunistas, o con una mayor competencia en condiciones secas que reduce la diversidad. Casos como HB-

31, donde la riqueza cayó de 19 a 3 especies, revelan una posible dominancia de pocas especies bajo condiciones específicas de humedad o arrastre fluvial.

En términos de abundancia (N), también se observaron contrastes significativos. La estación HB-SNC3 reportó una abundancia extremadamente elevada en TS (220,132 individuos) frente a solo 1,004 en TH, indicando una proliferación masiva de unas pocas especies en condiciones secas, probablemente por eutrofización puntual. En contraste, estaciones como HB-18 pasaron de 208 individuos en TS a 3,375 en TH, lo cual puede reflejar un "bloom" fitoplanctónico promovido por el ingreso de nutrientes y menor turbulencia en la temporada de lluvias.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') mostró incrementos relevantes en muchas estaciones durante TH. Por ejemplo, en HB-05 pasó de 0.5741 bit/ind (TS) a 2.262 bit/ind (TH), reflejando una comunidad inicialmente dominada por pocas especies que se tornó más equilibrada en época de lluvias. Este patrón también se observó en estaciones como HB-24, HB-28 y HB-30. Sin embargo, en otras como HB-13 y HB-31, los valores disminuyeron drásticamente, lo que indica que en temporada húmeda pocas especies se tornaron dominantes, reduciendo la diversidad general del sistema.

El índice de equidad de Pielou (J'), que mide la uniformidad de la distribución de individuos entre especies, también evidenció una tendencia general al aumento en temporada húmeda. Estaciones como HB-05 (de 0.2394 a 0.806), HB-28 (de 0.3954 a 0.951) y HB-30 (de 0.4669 a 0.922) reflejan una mayor equidad en la distribución del fitoplancton en época de lluvias, posiblemente por un incremento en microhábitats y disponibilidad de recursos. No obstante, algunas estaciones como HB-18 y HB-31 mostraron un patrón inverso, evidenciando comunidades dominadas y menos equilibradas en TH.

Finalmente, el índice de Margalef (D_m), que estima la riqueza relativa corregida por el número de individuos, presentó incrementos notorios en estaciones como HB-22 (de 2.598 en TS a 1.369 en TH), lo que refleja cómo la disminución de la abundancia puede influir negativamente en la percepción de riqueza específica.

En conjunto, los resultados indican una comunidad fitoplanctónica marcadamente influenciada por la estacionalidad, con patrones de diversidad, abundancia y equidad que varían entre estaciones en función de condiciones hidrológicas locales, aporte de nutrientes y estructura del ecosistema. La temporada húmeda favorece generalmente una mayor diversidad y equidad, aunque en algunas estaciones puede promover la dominancia de ciertos taxa, especialmente si existen entradas diferenciales de materia orgánica o nutrientes.

Tabla 4.2.6-32
Índices de Diversidad Alfa de Fitoplancton por Estación de Muestreo – TS y TH

Estaciones	Riqueza		Abundancia		Índices de diversidad alfa					
					Shannon-Wiener (H')		Margalef (Dm)		Equidad de Pielou (J')	
	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH
HB-05	11	7	3715	33	0.5741	2.262	1.217	1.716	0.2394	0.806
HB-06	NPFA	9	NPFA	609	NPFA	1.958	NPFA	1.248	NPFA	0.618
HB-07	19	11	12636	988	0.2176	2.071	1.906	1.45	0.07389	0.599
HB-SNC1	18	7	452	1596	2.294	1.707	2.781	0.814	0.7938	0.608
HB-14	9	11	215	351	1.659	2.312	1.49	1.706	0.7552	0.668
HB-15	10	7	397	67	1.977	2.391	1.504	1.427	0.8588	0.852
HB-10	14	7	503	81	1.521	1.739	2.09	1.365	0.5762	0.619
HB-11	13	5	1471	249	0.8431	1.264	1.645	0.725	0.3287	0.544
HB-12	15	4	385	21	1.558	1.904	2.352	0.985	0.5752	0.952
HB-13	13	3	177	44	2.039	0.993	2.318	0.529	0.7951	0.627
HB-16	12	NPFA	48	NPFA	2.177	NPFA	2.841	NPFA	0.8761	NPFA
HB-17	12	8	240	54	1.958	2.281	2.007	1.755	0.7881	0.761
HB-18	11	15	208	3375	1.997	1.694	1.874	1.723	0.8328	0.434
HB-19	13	8	206	51	1.732	2.433	2.252	1.78	0.6754	0.811
HB-20	12	9	151	143	1.838	2.483	2.192	1.612	0.7398	0.783
HB-SNC2	30	20	8403	1645	1.384	2.878	3.209	2.566	0.4068	0.666
HB-SNC3	33	20	220132	1004	0.7497	2.843	2.601	2.749	0.2144	0.658
HB-23	14	7	193	45	1.632	2.318	2.47	1.576	0.6184	0.826
HB-24	11	8	181	29	0.6709	2.669	1.924	2.079	0.2798	0.89
HB-34	14	5	704	322	2.105	1.685	1.983	0.693	0.7975	0.726
HB-35	17	4	852	79	2.277	1.377	2.371	0.687	0.8036	0.689

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-36	4	3	66	30	0.363	0.42	0.716	0.588	0.2618	0.265
HB-21	5	7	15	41	1.623	2.583	1.477	1.616	1.008	0.92
HB-22	14	7	149	80	2.041	2.318	2.598	1.369	0.7732	0.826
HB-25	10	3	45	8	1.798	1.5	2.364	0.962	0.7808	0.946
HB-26	9	NPFA	29	NPFA	1.839	NPFA	2.376	NPFA	0.8369	NPFA
HB-27	12	8	102	60	1.602	2.536	2.378	1.71	0.6446	0.845
HB-28	12	6	85	12	0.9826	2.459	2.476	2.012	0.3954	0.951
HB-29	13	10	123	67	1.947	2.58	2.494	2.14	0.759	0.777
HB-30	12	6	423	48	1.16	2.382	1.819	1.292	0.4669	0.922
HB-31	19	3	415	31	2.503	1.094	2.986	0.582	0.85	0.69
HB-32	18	4	427	8	1.981	1.75	2.807	1.443	0.6854	0.875
HB-33	20	8	639	67	2.074	2.34	2.941	1.665	0.6924	0.78
HB-37	16	7	167	119	2.106	1.706	2.931	1.255	0.7595	0.608
HB-38	11	8	102	134	1.394	2.549	2.162	1.429	0.5814	0.85
HB-39	10	5	283	48	1.875	1.827	1.594	1.033	0.8143	0.787

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.3.2 Zooplancton

4.2.6.4.3.2.1 Riqueza

A nivel taxonómico, se observó que durante la temporada seca se registraron más categorías superiores: 6 phyla, 11 clases, 16 órdenes y 32 familias, frente a 5 phyla, 9 clases, 11 órdenes y 22 familias en lluvias, indicando una mayor riqueza estructural en época seca, asociada a una mayor estabilidad del ambiente acuático (Dolédéc & Statzner, 2010). Sin embargo, el número de especies fue ligeramente superior en lluvias (41) respecto a seca (43), lo cual podría relacionarse con la llegada de formas planctónicas transportadas por los flujos de agua intensos.

Tabla 4.2.6-33
Comparación estacional de la riqueza de zooplancton – TS y TH

División	TS	TH
Phylum	6	5
Clase	11	9
Orden	16	11
Familia	32	22
Especies	43	41

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la distribución por divisiones, Rotifera fue la más diversa en ambas temporadas (21 especies en TS y 16 en TH), seguido de Protozoa, Ciliophora y Arthropoda, aunque este último grupo presentó más especies en lluvias (9) que en seca (5), lo cual refleja que algunos artrópodos planctónicos se ven favorecidos por la renovación de hábitats inducida por las crecidas (Thorp & Covich, 2010).

Tabla 4.2.6-34
Comparación estacional de riqueza por phylas de Zooplancton – TS y TH

División	TS	TH
Rotifera	21	16
Protozoa	9	11
Ciliophora	6	4
Arthropoda	5	9
Gastrotricha	1	
Nematoda	1	1

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca del río Chicama: Se registró un total de 10 especies en la temporada seca en la estación HB-05, mientras que en lluvias no se detectaron especies. Este patrón indica que las condiciones de aguas más estables y de menor caudal favorecen la riqueza zooplanctónica en esta cuenca, concordante con lo reportado por Wetzel (2001) sobre la dependencia del zooplancton de ambientes lénticos o de baja turbulencia.

Cuenca Jequetepeque: La estación HB-06 presentó una riqueza de 1 especie en temporada de lluvias y ausencia de zooplancton en seca, mientras que en HB-07 se observaron 5 especies en seca y 2 especies en lluvias. La mayor riqueza en seca en la estación HB-07 sugiere que en este sector el zooplancton encuentra condiciones favorables para su desarrollo cuando disminuyen los caudales.

Cuenca Marañón: En la laguna HB-SNC1 se registraron 21 especies en temporada seca y 11 en lluvias, mostrando que los sistemas lénticos mantienen una mayor riqueza zooplanctónica en épocas de menor movimiento de agua (Thornton et al., 1990). En las quebradas y ríos de esta cuenca, la riqueza varió entre estaciones: algunas, como HB-14, HB-15 y HB-16, presentaron valores más altos en seca (12, 9 y 8 especies respectivamente) que en lluvias (0, 2 y 0 especies), mientras que otras como HB-18 y HB-20 mostraron un patrón inverso. Esto refleja una respuesta heterogénea del zooplancton, posiblemente influenciada por características locales como velocidad de flujo y presencia de remansos.

Cuenca Huallaga: La laguna HB-SNC2 presentó mayor riqueza en lluvias (23 especies) que en seca (7 especies), al igual que HB-SNC3 (14 especies en lluvias frente a 3 en seca), lo que sugiere que en estos ambientes la recarga hídrica favorece la proliferación zooplanctónica. En las quebradas y ríos de la cuenca, la riqueza fue baja en ambas temporadas, con valores que oscilan entre 1 y 9 especies. Esto evidencia la fuerte dinámica fluvial característica del Huallaga, que limita el establecimiento de comunidades zooplanctónicas estables (Wetzel, 2001).

En general, el zooplancton mostró patrones diferenciados por división taxonómica y por tipo de cuerpo de agua, con una tendencia general a una mayor riqueza en sistemas lénticos durante la temporada seca, mientras que, en sistemas lóticos, el mayor dinamismo de las lluvias favoreció algunas divisiones específicas como Ciliophora. Estos patrones son consistentes con las respuestas típicas del zooplancton a las variaciones hidrológicas estacionales reportadas en sistemas tropicales (Thorp & Covich, 2010; Wetzel, 2001).

Tabla 4.2.6-35
Comparación estacional de la riqueza por estaciones de Zooplancton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	10	0
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	1
		HB-07	5	2
Marañón	Laguna	HB-SNC1	21	11
	Quebrada	HB-14	12	0
		HB-15	1	0
	Río	HB-10	18	6
		HB-11	17	2
		HB-12	6	3
		HB-13	8	4

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
		HB-16	8	NPFA
		HB-17	7	0
		HB-18	3	11
		HB-19	5	1
		HB-20	5	8
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	7	23
		HB-SNC3	3	14
	Quebrada	HB-23	5	0
		HB-24	0	0
		HB-34	1	0
		HB-35	3	0
		HB-36	9	3
	Río	HB-21	2	8
		HB-22	3	5
		HB-25	3	5
		HB-26	2	NPFA
		HB-27	2	5
		HB-28	2	3
		HB-29	5	3
		HB-30	4	0
		HB-31	1	0
		HB-32	0	5
		HB-33	0	10
		HB-37	0	8
		HB-38	1	0
		HB-39	6	5

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. (“NPFA”: No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.2.2 Abundancia

Respecto a las divisiones registradas: Rotifera, durante la TS registró 835 individuos, superando ligeramente a la TH con 598 individuos, indicando una mayor disponibilidad de recursos y condiciones ambientales más favorables en la estación seca para este grupo, lo cual, coincide con lo descrito por Pourriot (1996) sobre la respuesta rápida de los rotíferos a condiciones óptimas de crecimiento.

En Protozoa, la abundancia en TS fue de 321 individuos, superior a los 281 individuos reportados en TH, lo que sugiere que este grupo mantiene una relativa estabilidad poblacional entre temporadas, adaptándose eficientemente a fluctuaciones ambientales moderadas (Fenchel, 1987).

Para Ciliophora, se observó una inversión en el patrón, registrándose mayor abundancia en TH (774 individuos) frente a TS (107 individuos), lo que podría estar asociado a su capacidad de tolerar bajas temperaturas y cambios en la calidad del agua, como se señala en investigaciones de Foissner et al. (1999).

En la división Arthropoda, la abundancia fue baja en ambas temporadas, con 25 individuos en TS y 47 en TH, lo que podría deberse a su menor representatividad natural en ambientes acuáticos lénticos o a factores como la competencia con otros grupos zooplanctónicos (Williamson et al., 2001).

Respecto a Nematoda, se contabilizaron 23 individuos en TS frente a 36 en TH, indicando que su dinámica poblacional podría estar más influenciada por la disponibilidad de materia orgánica que por la estacionalidad climática, como señalan estudios de Warwick y Price (1979).

Finalmente, para Gastrotricha, sólo se registraron 2 individuos en TS y ningún individuo en TH, lo que sugiere su baja abundancia natural en las comunidades zooplanctónicas estudiadas, alineándose con lo reportado por Balsamo et al. (2008), quienes describen su preferencia por ambientes bentónicos antes que pelágicos.

Tabla 4.2.6-36
Comparación estacional de la abundancia por phylum de Zooplancton – TS y TH

División	TS	TH
Rotifera	835	598
Protozoa	321	281
Ciliophora	107	774
Arthropoda	25	47
Nematoda	23	36
Gastrotricha	2	0

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En la estación HB-05 se registraron 25 individuos en TS y ninguno en TH, lo cual evidencia una disminución abrupta de la abundancia.

Cuenca Jequetepeque: En HB-06 en TH se registraron 2 individuos. En HB-07 se observó un leve descenso, con 16 individuos en TS y 4 en TH. En la laguna HB-SNC1, en cambio, se registró un valor elevado de 129 individuos en TS frente a 898 en TH, lo cual podría indicar una mayor estabilidad y productividad del cuerpo de agua en temporada fría, probablemente por una menor depredación (Dodson, 1992).

Cuenca Marañón: En cuerpos de agua lóticos (ríos y quebradas), la quebrada HB-14 presentó 61 individuos en TS y 0 en TH; HB-10 incrementó de 63 individuos en TS a 132 en TH, mientras que el río HB-11 disminuyó de 417 individuos en TS a solo 4 en TH. Otras estaciones como HB-12, HB-13, HB-16, HB-17, HB-18 y HB-19 también mostraron disminuciones generalizadas. Respecto al ambiente léntico HB-SNC1 mostró un aumento

considerable de 129 individuos en TS a 898 en TH, indicando que esta laguna favoreció la supervivencia zooplanctónica durante las heladas.

Cuenca Huallaga: En cuerpos de agua lóticos, la quebrada HB-23 disminuyó de 10 individuos en TS a 0 en TH. Estaciones como HB-24, HB-34 y HB-35 presentaron abundancias bajas o nulas. En el río, algunas estaciones como HB-21 (2 en TS y 72 en TH) y HB-25 (3 en TS y 90 en TH) registraron aumentos en TH, probablemente por aportes externos o condiciones locales favorables. Las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron un incremento notable en la abundancia: HB-SNC2 pasó de 84 individuos en TS a 1748 en TH y HB-SNC3 de 13 en TS a 244 en TH, reflejando la importancia de los sistemas lénticos como refugios zooplanctónicos en épocas de baja temperatura.

En general, los resultados indican que la abundancia del zooplancton tiende a disminuir en los sistemas lóticos (ríos y quebradas) durante la TH, probablemente debido cambios hidrológicos, que afectan la productividad primaria y la disponibilidad de recursos (Wetzel, 2001). Por otro lado, los sistemas lénticos, como las lagunas, actúan como reservorios estables y favorecen el incremento de la abundancia zooplanctónica en TH, gracias a su menor dinamismo y mayor retención de nutrientes (Margalef, 1983). Estas diferencias son relevantes para entender la dinámica ecológica de los ambientes acuáticos tropicales y andinos.

Tabla 4.2.6-37
Comparación estacional de la abundancia por estaciones de Zooplancton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	25	0
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	2
		HB-07	16	4
Marañón	Laguna	HB-SNC1	129	898
	Quebrada	HB-14	61	0
		HB-15	2	0
	Río	HB-10	63	132
		HB-11	417	4
		HB-12	29	18
		HB-13	21	10
		HB-16	10	NPFA
		HB-17	91	0
		HB-18	109	50
		HB-19	8	4
		HB-20	9	20
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	84	1748
		HB-SNC3	13	244
	Quebrada	HB-23	10	0

Cuenca	Cuerpo de agua	Estación	TS	TH
		HB-24	0	0
		HB-34	3	0
		HB-35	4	0
		HB-36	140	6
	Río	HB-21	2	72
		HB-22	4	18
		HB-25	3	90
		HB-26	2	NPFA
		HB-27	5	14
		HB-28	4	8
		HB-29	5	12
		HB-30	6	0
		HB-31	1	0
		HB-32	0	26
		HB-33	0	34
		HB-37	0	18
		HB-38	1	0
		HB-39	36	40

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. (“NPFA”: No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.2.3 Diversidad Alfa

La comunidad de zooplancton mostró una notable variabilidad entre estaciones y temporadas, reflejando la influencia de la estacionalidad y las condiciones hidrológicas sobre la estructura de estos organismos acuáticos. Los cuerpos de agua asociados a estas estaciones funcionan como reservorios de nutrientes y hábitats temporales, lo cual incide en la composición y abundancia del zooplancton, un grupo clave en la red trófica acuática.

Respecto a la riqueza de especies (S), se registraron patrones contrastantes entre temporadas. Algunas estaciones como HB-SNC2 y HB-SNC3 presentaron un aumento considerable en temporada húmeda, pasando de 7 a 23 especies y de 3 a 14 especies, respectivamente, lo cual sugiere un ingreso de taxones favorecidos por el aumento del caudal y la disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, estaciones como HB-05 y HB-14 registraron riqueza únicamente en temporada seca (10 y 12 especies, respectivamente), desapareciendo por completo en la temporada húmeda, lo que indicaría una posible alteración de las condiciones óptimas para ciertas especies durante las lluvias. También se identificaron estaciones con riqueza nula o muy reducida en ambas temporadas (ej. HB-15, HB-31), lo que podría deberse a condiciones fisicoquímicas desfavorables o a una alta temporalidad del hábitat.

En cuanto a la abundancia (N), los valores oscilaron ampliamente. Estaciones como HB-SNC2 y HB-SNC1 registraron máximos en temporada húmeda (874 y 449 individuos,

respectivamente), en contraste con otras como HB-11, donde la abundancia se concentró en temporada seca (417 individuos frente a solo 2 en TH), lo que podría asociarse a variaciones en la columna de agua, la temperatura o la presencia de fitoplancton como recurso alimenticio. Este patrón resalta la marcada respuesta del zooplancton a las condiciones temporales del medio acuático.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') mostró también patrones disímiles. Las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 registraron incrementos sustanciales en TH (de 1.075 a 2.793 bits/ind y de 0.867 a 2.146 bits/ind, respectivamente), lo que sugiere una mayor heterogeneidad taxonómica en esa temporada. En contraste, estaciones como HB-21 y HB-11 mantuvieron valores estables o superiores en temporada seca ($H' = 0.943$ y 1.753 bits/ind, respectivamente), evidenciando una comunidad posiblemente dominada por especies oportunistas o resistentes. Estaciones con valores bajos de H' , como HB-18 en temporada seca (0.322 bits/ind), reflejan una comunidad poco diversa, posiblemente dominada por una o pocas especies adaptadas a condiciones específicas.

El índice de equidad de Pielou (J') acompañó estas tendencias, mostrando una distribución más uniforme en estaciones con mayor diversidad. Por ejemplo, HB-13 y HB-29 registraron valores de $J' = 1$ en ambas temporadas, lo que indica una comunidad equilibrada sin dominancia marcada. Por el contrario, estaciones como HB-SNC1 y HB-18 mostraron baja equidad en temporada húmeda ($J' = 0.246$ y 0.293, respectivamente), lo que sugiere dominancia de ciertas especies frente a otras menos representadas.

El índice de Margalef (D_m), indicador sensible a la riqueza relativa al número de individuos, fue mayor en estaciones con alta riqueza y abundancia como HB-10 y HB-SNC2 durante temporada seca ($D_m = 4.103$ y 1.354, respectivamente), mientras que en estaciones con valores bajos o nulos de riqueza, este índice fue naturalmente bajo o no se calculó.

En conjunto, los resultados del zooplancton revelan una comunidad fuertemente influenciada por la dinámica estacional y la variabilidad hídrica, con estaciones que responden de manera diferenciada a los pulsos de agua, disponibilidad de nutrientes y condiciones ambientales locales.

Tabla 4.2.6-38
Índices de Diversidad Alfa de Zooplancton por Estación de Muestreo – TS y TH

Estaciones	Riqueza		Abundancia		Índices de diversidad alfa					
					Shannon-Wiener (H')		Margalef (Dm)		Equidad de Pielou (J')	
	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH
HB-05	10	-	25	-	2.223	-	2.796	-	0.966	-
HB-06	NPFA	1	NPFA	1	NPFA	-	NPFA	-	NPFA	-
HB-07	5	2	16	2	1.64	1	1.443	1.443	1	1
HB-SNC1	21	11	129	449	2.535	1	4.115	1.637	0.833	0.246
HB-14	12	0	61	0	2.289	-	2.676	-	0.921	-
HB-15	1	0	2	0	-	-	-	-	-	-
HB-10	18	6	63	66	2.8	1.801	4.103	1.193	0.969	0.6966
HB-11	17	2	417	2	1.753	1	2.652	1.443	0.619	1
HB-12	6	3	29	9	1.605	1.224	1.485	1	0.896	1
HB-13	8	4	21	5	2.228	1.922	2.299	1.864	1	1
HB-16	8	NPFA	10	NPFA	2.375	NPFA	3.04	NPFA	1	NPFA
HB-17	7	0	91	0	1.35	-	1.33	-	0.694	-
HB-18	3	11	109	25	0.322	3.077	0.426	3.107	0.293	0.8896
HB-19	5	1	8	2	1.636	0	1.924	0	1	-
HB-20	5	8	9	10	1.649	2.922	1.82	3	1	1
HB-SNC2	7	23	84	874	1.075	2.793	1.354	3.248	0.552	0.6175
HB-SNC3	3	14	13	122	0.867	2.146	0.78	2.706	0.789	0.5637
HB-23	5	0	10	0	1.757	-	1.737	-	1	-
HB-24	NPFA	0	NPFA	0	NPFA	-	NPFA	-	NPFA	-
HB-34	1	0	3	0	-	-	-	-	-	-
HB-35	3	0	4	0	1.29	-	1.443	-	1	-

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-36	9	3	140	3	1.057	1.585	1.619	2	0.481	1
HB-21	2	8	2	36	0.943	2.567	1.443	1.953	1	1
HB-22	3	5	4	9	1.29	2.113	1.443	2	1	1
HB-25	3	5	3	45	1.432	2.239	1.82	1.051	1	1
HB-26	2	NPFA	2	NPFA	0.943	NPFA	1.443	NPFA	1	NPFA
HB-27	2	5	5	7	0.6	2.128	0.621	2.056	0.866	0.9165
HB-28	2	3	4	4	0.687	2	0.721	1.443	0.992	0.9464
HB-29	5	3	5	6	2.009	1.459	2.485	1.116	1	1
HB-30	4	0	6	0	1.58	0	1.674	-	1	-
HB-31	1	0	1	0	-	0	-	-	-	-
HB-32	NPFA	5	NPFA	13	NPFA	2.104	NPFA	1.559	NPFA	0.9061
HB-33	NPFA	10	NPFA	17	NPFA	3	NPFA	3.177	NPFA	0.9692
HB-37	NPFA	8	NPFA	9	NPFA	2.948	NPFA	3.186	NPFA	0.9826
HB-38	11	0	102	0	1.394	0	2.162	-	0.5814	-
HB-39	10	5	283	20	1.875	2.104	1.594	1.335	0.8143	0.906

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.3.3 Perifiton

4.2.6.4.3.3.1 Riqueza

A nivel taxonómico, se observó que durante la temporada seca se registraron más categorías superiores: 11 phyla, 18 clases, 39 órdenes y 72 familias, frente a 12 phyla, 14 clases, 36 órdenes y 46 familias en temporada húmeda. Esto indica una mayor riqueza estructural en época seca. Reflejándose también en el número de especies, donde fue ligeramente mayor en temporada seca (114) respecto a temporada húmeda (75), lo que refleja que las condiciones de baja corriente y mayor disponibilidad de sustratos favorecen el establecimiento y diversificación del perifiton adherido (Stevenson et al., 1996).

Tabla 4.2.6-39
Comparación estacional de la riqueza de Perifiton – TS y TH

Temporada	TS	TH
Phylum	11	12
Clase	18	14
Orden	39	36
Familia	72	46
Especies	114	75

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

En cuanto a la distribución por divisiones: Heterokontophyta fue la más diversa en ambas temporadas (45 especies en TS y 30 en TH), seguida de Chlorophyta y Charophyta. Cabe destacar que Charophyta presentó un número similar de especies entre temporadas (11 en TS y 12 en TH), sugiriendo una cierta tolerancia de este grupo a las fluctuaciones hidrológicas. Por otro lado, divisiones como Cryptista y Euglenophyta mostraron una ligera disminución en época de lluvias, lo cual podría estar asociado a la pérdida de hábitats específicos debido al incremento del caudal y la turbidez (Biggs, 1996).

Tabla 4.2.6-40
Comparación estacional de riqueza por phylas de Perifiton – TS y TH

División	TS	TH
Heterokontophyta	45	30
Chlorophyta	24	13
Charophyta	11	12
Cyanobacteria	14	8
Protozoa	5	3
Rotifera	4	3
Cryptista	1	2
Euglenophyta	6	2
Ciliophora	2	1
Dinoflagellata	1	1

Nematoda	1	0
----------	---	---

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En la estación HB-05 se registraron 11 especies de perifiton en temporada seca (TS) y solo 1 en temporada húmeda (TH). Este patrón indica que, durante la temporada seca, con menores caudales y mayor estabilidad hidráulica, se favoreció el asentamiento y diversidad del perifiton adherido, mientras que en la temporada húmeda el aumento de la turbulencia habría provocado el arrastre y disminución de las comunidades (Wetzel, 2001; Biggs, 1996).

Cuenca Jequetepeque: En la estación HB-06 se registraron 12 especies en temporada seca (TS) y ninguna en temporada húmeda (TH), lo que podría deberse a la colonización secundaria favorecida por los mayores aportes de sedimentos y material orgánico durante la temporada húmeda (Stevenson et al., 1996). Por otro lado, en la estación HB-07 se observaron 19 especies en temporada seca (TS) y 10 en temporada húmeda (TH), mostrando que en este sitio la estabilidad de la temporada seca permitió una mayor proliferación del perifiton.

Cuenca Marañón: En la laguna HB-SNC1, la riqueza perifítica fue mayor en temporada seca (18 especies) respecto a la temporada húmeda (9 especies), demostrando que los ambientes lénticos mantienen mejor sus comunidades adheridas en condiciones de bajo caudal (Thornton et al., 1990). En las quebradas HB-14 y HB-15, la riqueza se mantuvo relativamente similar entre temporadas, mientras que en los ríos, la mayoría de las estaciones mostraron mayor riqueza en temporada seca, salvo en HB-18 donde la riqueza fue superior en temporada húmeda, posiblemente debido a la formación de hábitats de remanso temporales durante el incremento de caudales (Thorp & Covich, 2010).

Cuenca Huallaga: En las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 se observó una mayor riqueza en temporada seca (30 y 33 especies respectivamente) que en temporada húmeda (12 y 11 especies), reflejando el efecto positivo de la estabilidad hidráulica sobre el perifiton (Wetzel, 2001). En las quebradas se registraron consistentemente más especies en temporada seca. En los ríos, en casi todas las estaciones, la riqueza fue mayor en temporada seca, excepto en HB-27 donde fue levemente superior en temporada húmeda.

En general, este patrón evidencia que la temporada seca ofrece mejores condiciones para la estabilidad y crecimiento de las comunidades perifíticas, mientras que la temporada húmeda tiende a disminuirlas por el arrastre y la perturbación.

Tabla 4.2.6-41
Comparación estacional de la riqueza por estaciones de Perifiton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	11	1
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	12
		HB-07	19	10
Marañón	Laguna	HB-SNC1	18	9

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
	Quebrada	HB-14	9	14
		HB-15	10	11
	Río	HB-10	14	7
		HB-11	13	6
		HB-12	15	1
		HB-13	13	3
		HB-16	12	NPFA
		HB-17	12	11
		HB-18	11	27
		HB-19	13	12
		HB-20	12	12
Huellaga	Laguna	HB-SNC2	30	12
		HB-SNC3	33	11
	Quebrada	HB-23	14	9
		HB-24	11	0
		HB-34	14	5
		HB-35	17	8
		HB-36	4	2
	Río	HB-21	5	3
		HB-22	14	3
		HB-25	10	2
		HB-26	9	NPFA
		HB-27	12	13
		HB-28	12	0
		HB-29	13	2
		HB-30	12	6
		HB-31	19	3
		HB-32	18	9
		HB-33	20	6
		HB-37	16	4
		HB-38	11	3
		HB-39	10	1

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. ("NPFA": No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.3.2 Abundancia

A nivel de divisiones, se observaron patrones marcados en la abundancia de perifiton entre temporadas. En temporada seca (TS), la división Heterokontophyta dominó ampliamente la comunidad, con una abundancia total de 305 047 individuos, muy superior a los 6 060 individuos registrados en temporada húmeda (TH). Esto refleja que, en condiciones de

caudales bajos y mayor estabilidad, los grupos de algas diatomeas prosperan ampliamente, tal como ha sido documentado en sistemas lóticos tropicales (Biggs, 1996; Stevenson et al., 1996).

De manera similar, las divisiones Chlorophyta y Charophyta presentaron abundancias notablemente mayores en temporada seca (30 201 y 36 393 individuos, respectivamente), mientras que, en temporada húmeda sus valores descendieron drásticamente (620 y 56 individuos). Estos grupos, conformados principalmente por algas verdes, muestran una alta dependencia de sustratos estables y buena iluminación, condiciones que se reducen durante las crecidas (Wetzel, 2001).

La división Cyanobacteria mostró un patrón inverso, con una abundancia más elevada en temporada húmeda (14 133 individuos) frente a temporada seca (7 individuos). Esto puede explicarse por la capacidad de las cianobacterias para adaptarse a condiciones de mayor turbidez, nutrientes aumentados por escorrentías y variabilidad ambiental (Paerl & Paul, 2012).

En cuanto a grupos minoritarios, divisiones como Ciliophora, Protozoa y Rotifera mostraron fluctuaciones menos marcadas, pero en general tuvieron valores ligeramente mayores en temporada húmeda, especialmente Ciliophora (34 individuos frente a 24 en seca), lo que podría indicar una respuesta oportunista a la dinámica de aguas en movimiento (Thorp & Covich, 2010).

Finalmente, divisiones como Euglenophyta y Cryptista también reflejaron disminuciones en temporada húmeda, con Euglenophyta pasando de 53 a solo 2 individuos y Cryptista de 1 a 4 individuos, lo que sugiere una sensibilidad de estos grupos a los cambios físicos del hábitat.

Tabla 4.2.6-42
Comparación estacional de la abundancia por phylum de Zooplancton – TS y TH

División	TS	TH
Cyanobacteria	7	14133
Heterokontophyta	305047	6060
Chlorophyta	30201	620
Charophyta	36393	56
Ciliophora	24	34
Protozoa	12	5
Rotifera	9	5
Cryptista	1	4
Euglenophyta	53	2
Dinoflagellata	1	1
Nematoda	12	0

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En la estación HB-05 se registró una abundancia de 83 481 individuos en temporada seca (TS), mientras que en temporada húmeda (TH) solo se contabilizaron 14 individuos. Esta gran diferencia sugiere que, en temporada seca, con caudales reducidos y mayor estabilidad de sustratos, se favoreció la proliferación del perifiton, mientras que en temporada húmeda el aumento de la corriente habría provocado el arrastre de las comunidades adheridas, reduciendo drásticamente su densidad (Wetzel, 2001; Biggs, 1996).

Cuenca Jequetepeque: En la estación HB-06, la abundancia de perifiton fue de 960 individuos en temporada húmeda, mientras que en temporada seca no se reporta. En HB-07 se registraron 165 862 individuos en temporada seca y 286 en temporada húmeda. Estos patrones reflejan claramente la importancia de la estabilidad hidráulica para la biomasa perifítica, donde durante la temporada seca los sustratos permiten una colonización y crecimiento más sostenido, en línea con observaciones de sistemas lóticos tropicales (Biggs, 1996).

Cuenca Marañón: En la laguna HB-SNC1 se observó mayor abundancia de perifiton en temporada seca (265 individuos) respecto a temporada húmeda (16 individuos), consistente con el comportamiento típico en cuerpos lenticos donde la perturbación por caudales es mínima en época seca (Thornton et al., 1990). En las quebradas, las estaciones también presentaron mayor abundancia en temporada seca que en temporada húmeda. En los ríos, la mayoría de las estaciones presentaron mayor abundancia en temporada seca, aunque en HB-20 se registró un aumento relativo en temporada húmeda, lo que indica respuestas locales asociadas a microhábitats remansados.

Cuenca Hualлага: En las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3, la abundancia fue claramente superior en temporada seca (1 056 y 345 individuos, respectivamente) en comparación con temporada húmeda (28 y 87 individuos), reflejando el papel de la estabilidad hídrica en promover la biomasa perifítica (Wetzel, 2001). En las quebradas, la abundancia en general fue mayor en temporada seca, salvo en HB-34 y HB-35, donde la temporada húmeda mostró un notable incremento. En los ríos, la mayoría de las estaciones también evidenciaron mayor biomasa perifítica en temporada seca, mientras que otras como HB-27 y HB-30 mostraron incrementos en temporada húmeda, posiblemente debido a condiciones particulares de caudal reducido temporalmente tras las crecidas.

En general, la abundancia de perifiton fue consistentemente mayor en temporada seca (TS) en la mayoría de las estaciones, lo que confirma que la estabilidad de sustrato, menor velocidad de corriente y mayor transparencia del agua favorecen el desarrollo y crecimiento de comunidades perifíticas adheridas. Durante la temporada húmeda, el efecto predominante fue una reducción significativa de la abundancia, relacionada con el arrastre de biomasa por la intensificación del caudal y la mayor turbulencia, en concordancia con los patrones observados en sistemas fluviales tropicales (Biggs, 1996; Wetzel, 2001; Stevenson et al., 1996; Thorp & Covich, 2010).

Tabla 4.2.6-43

Comparación estacional de la abundancia por estaciones de Perifiton – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	83481	14
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	960
		HB-07	165862	286
Marañón	Laguna	HB-SNC1	265	16
	Quebrada	HB-14	1162	494
		HB-15	3141	67
	Río	HB-10	14893	112
		HB-11	32230	586
		HB-12	6705	1
		HB-13	72	6
		HB-16	2198	NPFA
		HB-17	3823	1043
		HB-18	1802	702
		HB-19	370	241
		HB-20	355	1184
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	1056	28
		HB-SNC3	345	87
	Quebrada	HB-23	1173	93
		HB-24	72	0
		HB-34	786	12361
		HB-35	179	567
		HB-36	3463	3
	Río	HB-21	23871	105
		HB-22	439	10
		HB-25	562	2
		HB-26	393	NPFA
		HB-27	358	686
		HB-28	18	0
		HB-29	263	12
		HB-30	34	536
		HB-31	788	11
		HB-32	395	44
		HB-33	10440	14
		HB-37	2692	4
		HB-38	6408	644
		HB-39	7192	1

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. ("NPFA": No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.3 Diversidad Alfa

La comunidad de perifiton evaluada evidenció una marcada variabilidad estructural entre estaciones y temporadas, lo cual refleja una alta sensibilidad a factores estacionales y microambientales. El perifiton, al estar íntimamente ligado a las condiciones fisicoquímicas del agua y la estabilidad del sustrato, responde rápidamente a fluctuaciones hidrológicas, lo que se manifiesta en los patrones observados en los indicadores ecológicos analizados.

Respecto a la riqueza de especies (S), se observan diferencias considerables entre temporadas en varias estaciones. Por ejemplo, en HB-SNC2, la riqueza fue notablemente mayor en temporada seca (31 especies) frente a solo 12 en temporada húmeda, lo cual podría estar asociado a una mayor estabilidad del sustrato o mayor disponibilidad de luz en el periodo seco. De forma opuesta, estaciones como HB-18 y HB-06 registraron una riqueza más alta en temporada húmeda (27 y 12 especies respectivamente), lo que indicaría una respuesta positiva del perifiton a una mayor disponibilidad de nutrientes por escorrentía o al aumento de áreas colonizables.

La abundancia de individuos (N) también mostró patrones contrastantes. En algunas estaciones como HB-34 y HB-21, se registró una abundancia mucho mayor en temporada húmeda (12,361 y 105 individuos, respectivamente), lo que podría atribuirse al incremento de recursos por aportes alóctonos o al lavado del material orgánico hacia los cuerpos de agua. En cambio, estaciones como HB-05, HB-07 o HB-11 mostraron abundancias drásticamente mayores en temporada seca, lo cual sugiere mayor acumulación de biomasa perifítica en condiciones de menor flujo o disturbio hidrodinámico.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') reflejó amplias variaciones entre temporadas. HB-13, por ejemplo, mantuvo altos niveles de diversidad en ambas temporadas, aunque ligeramente mayores en temporada seca ($H' = 1.892$ bit/ind vs. 1.459 bit/ind), indicando una comunidad estructuralmente diversa con baja dominancia. Por el contrario, estaciones como HB-05 y HB-12 presentaron una diversidad nula o muy baja en temporada húmeda, lo que puede deberse a eventos de disturbio o una marcada dominancia de pocas especies oportunistas. Otras estaciones como HB-18 y HB-SNC3 mostraron un aumento del índice H' en temporada húmeda, lo que podría interpretarse como un ingreso de nuevas especies o una redistribución más equitativa de la comunidad.

El índice de Margalef (DM), relacionado directamente con la riqueza y el número de individuos, mostró valores máximos en estaciones con alta riqueza en temporada seca como HB-SNC2 (DM = 4.309), mientras que estaciones como HB-28 o HB-05 presentaron valores de 0 en temporada húmeda, evidenciando comunidades poco diversas y con baja complejidad estructural durante ese periodo.

La equidad de Pielou (J') presentó una gran dispersión en los valores registrados. Estaciones como HB-30, HB-13 y HB-25 mostraron altos valores de equidad ($J' > 0.75$), lo que indica comunidades perifíticas bien balanceadas, sin predominio marcado de especies dominantes. En cambio, estaciones como HB-05 o HB-34 registraron valores muy bajos en temporada seca ($J' = 0.391$ y 0.6559, respectivamente), reflejando una fuerte dominancia

de pocas especies, probablemente adaptadas a condiciones extremas o a un alto nivel de perturbación ambiental.

En conjunto, los resultados obtenidos para la comunidad de perifiton revelan una notable influencia de la estacionalidad sobre la estructura comunitaria, con estaciones que responden de manera muy diferenciada según la disponibilidad de nutrientes, estabilidad del hábitat, presencia de sustrato adecuado y condiciones hidrológicas. La alta variabilidad de los índices ecológicos pone de manifiesto el valor bioindicador del perifiton y su utilidad como herramienta para evaluar cambios en la calidad ambiental y la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos evaluados.

Tabla 4.2.6-44
Índices de Diversidad Alfa de Perifiton por Estación de Muestreo – TS y TH

Estaciones	Riqueza		Abundancia		Índices de diversidad alfa					
					Shannon-Wiener (H')		Margalef (Dm)		Equidad de Pielou (J')	
	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH
HB-05	22	1	83481	14	1.209	0	1.853	0	0.3911	-
HB-06	NPFA	12	NPFA	960	NPFA	1.574	NPFA	1.602	NPFA	0.439
HB-07	19	10	165862	286	0.06722	1.993	1.498	1.591	0.02283	0.5999
HB-SNC1	21	9	265	16	1.83	2.852	3.584	2.885	0.6012	0.8998
HB-14	18	14	1162	494	0.9864	2.206	2.409	2.096	0.3413	0.5795
HB-15	15	11	3141	67	1.658	2.564	1.739	2.378	0.6123	0.7412
HB-10	17	7	14893	112	0.5344	2.313	1.665	1.272	0.1886	0.8237
HB-11	19	6	32230	586	0.9703	1.407	1.734	0.7845	0.3295	0.5441
HB-12	16	1	6705	1	0.4664	0	1.702	-	0.1682	-
HB-13	12	3	72	6	1.892	1.459	2.572	1.116	0.7615	0.9206
HB-16	13	NPFA	2198	NPFA	1.739	NPFA	1.559	NPFA	0.678	NPFA
HB-17	16	11	3823	1043	1.708	1.729	1.818	1.439	0.6159	0.4997
HB-18	12	27	1802	702	1.619	2.343	1.467	3.967	0.6514	0.4928
HB-19	9	12	370	241	1.48	2.188	1.353	2.006	0.6735	0.6103
HB-20	16	12	355	1184	1.788	0.8321	2.554	1.554	0.6449	0.2321
HB-SNC2	31	12	1056	28	1.649	2.939	4.309	3.301	0.4802	0.8198
HB-SNC3	13	11	345	87	0.9788	2.073	2.054	2.239	0.3816	0.5991
HB-23	14	9	1173	93	1.07	0.8609	1.839	1.765	0.4056	0.2716
HB-24	13	0	72	0	1.929	0	2.806	-	0.7522	-
HB-34	13	5	786	12361	1.682	0.2018	1.8	0.4245	0.6559	0.08691
HB-35	9	8	179	567	1.903	1.838	1.542	1.104	0.8662	0.6128

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-36	14	2	3463	3	1.093	0.9183	1.595	1	0.4142	0.9183
HB-21	26	3	23871	105	0.1834	1.024	2.48	0.4297	0.0563	0.6458
HB-22	10	3	439	10	1.656	1.361	1.479	1	0.7191	0.8587
HB-25	19	2	562	2	2.306	1	2.843	1.443	0.7832	1
HB-26	9	NPFA	393	NPFA	1.021	NPFA	1.339	NPFA	0.4646	NPFA
HB-27	15	13	358	686	1.037	2.367	2.381	1.837	0.3829	0.6396
HB-28	8	0	18	0	2.073	0	2.422	-	0.9971	-
HB-29	21	2	263	12	1.756	0.4138	3.589	0.4024	0.5768	0.4138
HB-30	12	6	34	536	2.097	1.125	3.119	0.7957	0.8441	0.4351
HB-31	14	3	788	11	1.704	1.539	1.949	0.8341	0.6458	0.9713
HB-32	12	9	395	44	0.9012	2.787	1.84	2.114	0.3627	0.8791
HB-33	20	6	10440	14	0.8683	2.503	2.053	1.895	0.2898	0.9682
HB-37	20	4	2692	4	1.509	2	2.406	2.164	0.5037	1
HB-38	10	3	6408	644	0.4644	0.6271	1.027	0.3092	0.2017	0.3957
HB-39	13	1	7192	1	0.4882	0	1.351	-	0.1903	-

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.6.4.3.4 Bentos

4.2.6.4.3.4.1 Riqueza

A nivel taxonómico, se observó que durante la temporada seca se registró una mayor riqueza de categorías superiores en comparación con la temporada húmeda: 3 phyla, 5 clases, 17 órdenes y 49 familias en TS, frente a 3 phyla, 5 clases, 15 órdenes y 42 familias en TH. Esto indica una leve mayor estructuración taxonómica durante la época seca. De igual manera, el número de especies fue superior en TS (89) respecto a TH (79), lo cual refleja que las condiciones de bajo caudal y mayor estabilidad hidráulica favorecen la diversificación y permanencia de los macroinvertebrados (Allan & Castillo, 2007). En cuanto a los phyla registrados, se identificaron tres principales: Mollusca, Arthropoda y Annelida. La dominancia de estos grupos sugiere una estructura comunitaria típica de sistemas lóticos tropicales, donde la variabilidad hidrológica marca diferencias estacionales (Merritt & Cummins, 1996).

Tabla 4.2.6-45
Comparación estacional de la riqueza de bentos – TS y TH

Temporada	TS	TH
Phylum	3	3
Clase	5	5
Orden	17	15
Familia	49	42
Especies	89	79

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

A nivel de órdenes, se observó que Diptera fue el grupo más diverso en ambas temporadas, con 36 especies en TS y 27 en TH, reflejando su alta capacidad de tolerancia y adaptación a diferentes condiciones ambientales. Le siguieron Coleoptera (11 en TS y 14 en TH), Ephemeroptera (11 en TS y 7 en TH) y Trichoptera (11 en TS y 7 en TH). Ordenes como Hemiptera y Odonata también mostraron ligeras diferencias entre temporadas, probablemente relacionadas a cambios en los microhábitats debido a las variaciones del caudal.

La estructura de órdenes observados se mantiene constante entre temporadas, lo que sugiere un patrón de estructura comunitaria repetitivo y estable en la región, pese a las variaciones estacionales de caudal e hidrología. Este comportamiento puede estar relacionado con la capacidad de resiliencia de estas comunidades ante cambios ambientales moderados (Resh et al., 1988).

Tabla 4.2.6-46
Comparación estacional de la riqueza de las principales órdenes de bentos – TS y TH

Orden	TS	TH
Diptera	36	27
Coleoptera	11	14
Ephemeroptera	11	7

Trichoptera	11	7
Hemiptera	4	6
Odonata	3	4

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En el río de la estación HB-05, se registraron 12 especies en temporada seca y solo 2 especies en temporada húmeda. Este marcado descenso en TH podría estar asociado al aumento del caudal y la turbulencia, que provocan el arrastre de organismos y reducen la disponibilidad de hábitats estables (Biggs, 1996).

Cuenca Jequetepeque: En el río, la estación HB-07 mostró un patrón inverso al esperado, con 10 especies en TS frente a 16 especies en TH, lo cual podría explicarse por la creación de hábitats temporales más variados durante la temporada de lluvias. (Thorp & Covich, 2010). En HB-06, se observaron 19 especies en TH y en TS no se registraron especies de macroinvertebrados.

Cuenca Marañón: En la laguna HB-SNC1, no se registraron especies de macroinvertebrados. En las quebradas, por ejemplo, en HB-14, registro el mismo número de especies en ambas temporadas, indicando una estabilidad relativa en estos cuerpos de agua de menor caudal, mientras que HB-15 registró menor riqueza en TH. En los ríos principales, las estaciones presentaron generalmente una mayor riqueza en TS, salvo en algunos casos como HB-11 y HB-17.

Cuenca Huallaga: En las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3, la riqueza fue muy baja (1 a 3). En las quebradas y ríos se observaron mayores valores de riqueza durante la temporada seca, evidenciando que los ambientes lóticos son más propicios en condiciones de menor caudal. En algunas estaciones, como HB-24, HB-30 y HB-38, la riqueza fue ligeramente mayor en TH, posiblemente por la creación de hábitats temporales más variados.

En general, estos resultados reflejan un patrón claro donde la temporada seca ofrece mejores condiciones para la estabilidad y crecimiento de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos, mientras que la temporada húmeda genera una mayor dinámica de disturbio que tiende a reducir las poblaciones. En los ambientes lénticos, la baja diversidad de macroinvertebrados se asocia principalmente a la escasa heterogeneidad de microhábitats. A diferencia de los ríos y quebradas, donde la variabilidad de corrientes, sustratos y refugios favorece una alta diversidad, en lagunas predomina un ambiente más homogéneo, con fondos blandos y aguas estancadas, limitando las oportunidades de colonización para muchos grupos (Allan & Castillo, 2007).

Tabla 4.2.6-47
Comparación estacional de la riqueza por estaciones de bentos – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	12	2
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	19
		HB-07	10	16

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Marañón	Laguna	HB-SNC1	0	0
	Quebrada	HB-14	14	14
		HB-15	9	2
	Río	HB-10	11	5
		HB-11	8	15
		HB-12	8	5
		HB-13	12	3
		HB-16	8	NPFA
		HB-17	2	10
		HB-18	8	7
		HB-19	15	12
		HB-20	15	4
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	1	2
		HB-SNC3	3	1
	Quebrada	HB-23	9	7
		HB-24	5	11
		HB-34	27	14
		HB-35	11	4
		HB-36	6	8
	Río	HB-21	11	10
		HB-22	27	12
		HB-25	11	4
		HB-26	26	NPFA
		HB-27	23	15
		HB-28	21	12
		HB-29	12	3
		HB-30	6	12
		HB-33	17	4
		HB-37	12	3
		HB-38	8	14
		HB-39	0	9

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. (“NPFA”: No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.4.2 Abundancia

Se observa que, durante la temporada seca se registró una mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos en comparación con la temporada húmeda. Esto se refleja en los principales órdenes: Diptera presentó 1529 individuos en TS frente a 561 en TH; Trichoptera, 847 individuos en TS frente a 98 en TH; Ephemeroptera, 514 en TS frente a 368 en TH; y Coleoptera, 473 en TS frente a 382 en TH. Este patrón de mayor abundancia

en temporada seca sugiere que las condiciones de bajo caudal, mayor estabilidad hidráulica y mayor disponibilidad de hábitats estables favorecen el desarrollo y mantenimiento de las poblaciones bentónicas (Allan & Castillo, 2007).

La estructura de ensamblaje muestra que el patrón observado en los órdenes principales (Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Coleoptera) es consistente entre temporadas, dominando principalmente Diptera, lo cual podría estar asociado a su alta tolerancia a fluctuaciones ambientales y su capacidad de colonización rápida.

Tabla 4.2.6-48
Comparación estacional de la abundancia de las principales órdenes de bentos – TS y TH

Orden	TS	TH
Diptera	1529	561
Trichoptera	847	98
Ephemeroptera	514	368
Coleoptera	473	382

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

Cuenca Chicama: En la estación HB-05, la abundancia total fue significativamente mayor en temporada seca (284 individuos) respecto a la temporada húmeda (3 individuos), indicando que el aumento de caudal y la perturbación hidráulica durante la temporada de lluvias podría estar afectando drásticamente a las poblaciones bentónicas.

Cuenca Jequetepeque: en HB-06 la abundancia en TH fue 96 individuos. En HB-07 se registró una mayor abundancia en TH (253 individuos), sugiriendo que, en algunos sitios, los incrementos de caudal pueden formar distintos hábitats favorables para ciertas especies (Thorp & Covich, 2010).

Cuenca Marañón: La laguna HB-SNC1 no registro macroinvertebrados en ambas temporadas, lo cual concuerda con la limitada diversidad de hábitats de los sistemas lénticos (Resh & Rosenberg, 1984). En general, en las quebradas y ríos, la mayoría de las estaciones mostraron mayor abundancia en temporada seca, confirmando que la estabilidad hidráulica favorece a las comunidades bentónicas. Sin embargo, en algunas estaciones como HB-17 y HB-11, registraron mayor abundancia en temporada húmeda, probablemente debido a la formación de distintas variedades de hábitats o acumulaciones de material orgánico generados por el incremento de caudales (Thorp & Covich, 2010).

Cuenca Hualлага: Las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 registraron también bajas abundancias en ambas temporadas, reflejando la baja complejidad de microhábitats disponibles. En los ríos y quebradas, como HB-25 (149 individuos en TS frente a 26 en TH) y HB-33 (150 en TS frente a 7 en TH), se observó una clara mayor abundancia en temporada seca. Excepcionalmente, en estaciones como HB-28 y HB-29 la abundancia fue mayor en la temporada húmeda, posiblemente, como se mencionó anteriormente, debido a la formación de distintos hábitats como zonas de aguas lentas durante el incremento de caudales (Thorp & Covich, 2010).

En general, los resultados indican que la temporada seca proporciona mejores condiciones para el aumento de abundancia de macroinvertebrados, mientras que la temporada húmeda tiende a provocar una disminución por el arrastre, alteración de hábitats y menor estabilidad del ecosistema.

Tabla 4.2.6-49
Comparación estacional de la abundancia por estaciones de bentos – TS y TH

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Chicama	Río	HB-05	284	3
Jequetepeque	Río	HB-06	NPFA	96
		HB-07	81	253
Marañón	Laguna	HB-SNC1	0	0
	Quebrada	HB-14	107	35
		HB-15	48	2
	Río	HB-10	393	19
		HB-11	172	217
		HB-12	230	11
		HB-13	42	4
		HB-16	2	NPFA
		HB-17	33	49
		HB-18	80	24
		HB-19	269	11
		HB-20	1	6
Huallaga	Laguna	HB-SNC2	3	2
		HB-SNC3	33	35
	Quebrada	HB-23	14	22
		HB-24	783	117
		HB-34	57	17
		HB-35	10	24
		HB-36	22	138
	Río	HB-21	198	62
		HB-22	38	5
		HB-25	149	26
		HB-26	106	54
		HB-27	47	27
		HB-28	26	35
		HB-29	44	73
		HB-30	62	45
		HB-33	150	7
		HB-37	64	22
		HB-38	16	38

Cuenca	Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
		HB-39		129

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. (“NPFA”: No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

4.2.6.4.3.4.3 Diversidad Alfa

La comunidad bentónica evaluada evidenció una marcada variabilidad estructural entre estaciones y temporadas, lo cual refleja una alta sensibilidad a factores estacionales y microambientales. Los organismos bentónicos, al estar íntimamente ligados a las condiciones fisicoquímicas del agua y la estabilidad del sustrato, responden rápidamente a fluctuaciones hidrológicas, lo que se manifiesta en los patrones observados en los indicadores ecológicos analizados.

Respecto a la riqueza de especies (S), se observan diferencias notables entre las estaciones y las temporadas seca y húmeda. Por ejemplo, en la temporada seca, las estaciones HB-22 y HB-34 destacaron con 27 especies registradas cada una, mientras que en la temporada húmeda, la estación HB-31 presentó una riqueza de 17 especies. Estaciones como HB-SNC2, HB-SNC3 y HB-SNC1, que no presentan flujo de agua (NPFA), evidencian una total ausencia de fauna bentónica, lo que sugiere que la falta de flujo de agua impide la presencia de estos organismos. Este comportamiento también se observa en varias estaciones de temporada húmeda, como HB-39, que tuvo un número muy bajo de especies, con solo 3 especies registradas, lo que puede asociarse a un déficit de recursos o a un hábitat no favorable para la fauna bentónica.

En cuanto a la abundancia (N) de individuos, se registraron diferencias significativas entre estaciones y temporadas. Por ejemplo, la estación HB-34 en la temporada seca presentó la mayor abundancia con 783 individuos, mientras que HB-10 alcanzó 393 individuos. En la temporada húmeda, la estación HB-39 tuvo un total de 129 individuos. De forma contraria, las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron una abundancia mínima, con solo 1 a 3 individuos registrados. Este patrón resalta la dependencia de los organismos bentónicos a la disponibilidad de recursos y la estabilidad del sustrato, los cuales se ven alterados en áreas sin flujo de agua.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') reveló amplias variaciones, destacándose estaciones con mayor diversidad en ambas temporadas. En la temporada seca, las estaciones HB-28 ($H' = 2.782$ bit/ind), HB-32 ($H' = 2.619$ bit/ind) y HB-31 ($H' = 2.496$ bit/ind) presentaron niveles altos de diversidad, indicando una distribución equilibrada de las especies. Por el contrario, estaciones como HB-SNC2 y HB-SNC3, que no presentaron fauna asociada, mostraron índices de H' extremadamente bajos, lo cual refleja una comunidad muy empobrecida o la ausencia total de biodiversidad. En la temporada húmeda, estaciones como HB-38 ($H' = 3.327$ bit/ind), HB-27 ($H' = 3.738$ bit/ind) y HB-14 ($H' = 3.128$ bit/ind) mantuvieron altos índices de diversidad, lo que sugiere la presencia de una comunidad rica y estructuralmente diversa en estas áreas.

El índice de Margalef (D_m), que mide la riqueza relativa de especies, presentó valores altos en estaciones como HB-26 ($D_m = 5.03$ en TS) y HB-22 ($D_m = 4.917$ en TS), lo cual refleja

una gran diversidad en esas áreas durante la temporada seca. Sin embargo, en estaciones como HB-28 y HB-05, se observaron valores cercanos a cero en la temporada húmeda, lo que sugiere que estas estaciones tienen comunidades con baja riqueza de especies y escasa complejidad estructural en ese periodo.

El índice de equidad de Pielou (J') mostró variaciones notables. Estaciones como HB-30 ($J' = 0.9275$ en TS), HB-25 ($J' = 0.9297$ en TS) y HB-24 ($J' = 1.017$ en TS) evidenciaron una alta equidad, lo que indica una distribución equilibrada de individuos entre las especies. En contraste, estaciones como HB-21 ($J' = 0.2988$ en TH) y HB-39 ($J' = 0.3236$ en TS) mostraron valores bajos, lo que sugiere una dominancia de pocas especies, probablemente adaptadas a condiciones extremas o perturbadas.

En conjunto, los resultados obtenidos para la comunidad bentónica evidencian una notable influencia de la estacionalidad y la variabilidad en los flujos de agua sobre la estructura comunitaria. Las estaciones con alta riqueza y abundancia, como HB-22 y HB-34, parecen estar asociadas a un hábitat más estable y favorable, mientras que las estaciones sin flujo de agua (NPFA) y las que presentan flujos limitados, como HB-SNC2 y HB-SNC3, presentan comunidades mucho más empobrecidas o incluso ausentes. Esta variabilidad refleja la alta sensibilidad de las comunidades bentónicas a las fluctuaciones hidrológicas y a los cambios en la calidad del sustrato, destacando la utilidad de los indicadores ecológicos en la evaluación de la salud y la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos.

Tabla 4.2.6-50
Índices de Diversidad Alfa de Bentos por Estación de Muestreo – TS y TH

Estaciones	Riqueza		Abundancia		Índices de diversidad alfa					
					Shannon-Wiener (H')		Margalef (Dm)		Equidad de Pielou (J')	
	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH
HB-05	12	2	284	3	1.436	0.9183	1.947	0.9102	0.5779	0.9183
HB-06	NPFA	19	NPFA	96	NPFA	3.008	NPFA	3.944	NPFA	0.7081
HB-07	10	16	81	253	1.55	2.487	2.048	2.711	0.6733	0.6218
HB-SNC1	NPFA	0	NPFA	0	NPFA	0	NPFA	-	NPFA	-
HB-14	14	14	107	35	2.141	3.128	2.782	3.656	0.8113	0.8215
HB-15	9	2	48	2	1.327	1	2.067	1.443	0.6038	1
HB-10	11	5	393	19	1.431	1.783	1.674	1.358	0.5969	0.768
HB-11	8	15	172	217	1.115	2.501	1.36	2.602	0.5362	0.6401
HB-12	8	5	230	11	0.8415	2.118	1.287	1.668	0.4047	0.9122
HB-13	12	3	42	4	2.233	1.5	2.943	1.443	0.8985	0.9464
HB-16	8	NPFA	29	NPFA	1.786	NPFA	2.079	NPFA	0.8587	NPFA
HB-17	2	10	2	49	0.9431	2.192	1.443	2.313	1.361	0.6598
HB-18	8	7	33	49	1.453	1.42	2.002	1.542	0.6985	0.5059
HB-19	15	12	80	24	2.075	3.085	3.195	3.461	0.7661	0.8605
HB-20	15	4	269	11	1.575	1.981	2.502	1.251	0.5817	0.9904
HB-SNC2	1	2	1	6	0	0.65	0	0.5581	-	0.65
HB-SNC3	3	1	3	2	1.432	0	1.82	0	1.303	-
HB-23	9	7	33	35	1.936	1.86	2.288	1.688	0.8812	0.6624
HB-24	5	11	14	22	1.637	3.192	1.516	3.235	1.017	0.9228
HB-34	27	14	783	117	1.909	2.859	3.902	2.73	0.5791	0.7509
HB-35	11	4	57	17	1.823	1.452	2.473	1.059	0.7601	0.7258

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-36	6	8	10	24	1.748	1.835	2.171	2.203	0.9755	0.6117
HB-21	11	10	22	138	2.36	0.9926	3.235	1.827	0.9843	0.2988
HB-22	27	12	198	62	2.38	2.33	4.917	2.665	0.722	0.65
HB-25	11	4	38	5	2.229	1.922	2.749	1.864	0.9297	0.961
HB-26	26	NPFA	144	NPFA	2.881	NPFA	5.03	NPFA	0.8844	NPFA
HB-27	23	15	149	26	2.677	3.738	4.397	4.297	0.8537	0.9568
HB-28	21	12	106	54	2.782	2.336	4.289	2.758	0.9139	0.6517
HB-29	12	3	47	27	2.287	1.049	2.857	0.6068	0.9204	0.6621
HB-30	6	12	26	35	1.662	2.794	1.535	3.094	0.9275	0.7795
HB-31	13	17	44	73	2.496	2.974	3.171	3.729	0.9733	0.7276
HB-32	18	10	62	45	2.619	2.874	4.119	2.364	0.906	0.8651
HB-33	17	4	150	7	2.433	1.664	3.193	1.542	0.8587	0.8322
HB-37	12	3	64	22	2.052	0.5304	2.645	0.647	0.8257	0.3346
HB-38	8	14	16	38	2.109	3.327	2.525	3.574	1.014	0.8738
HB-39	NPFA	9	NPFA	129	NPFA	1.026	NPFA	1.646	NPFA	0.3236

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.6.4.3.5 Necton

4.2.6.4.3.5.1 Cuenca Chicama

En la cuenca Chicama, en ambas temporadas no se logró coleccionar necton. Sin embargo, basándose en su distribución geográfica conocida, se presume la posible presencia de *Lebiasina bimaculata* en esta región.

En la cuenca del río Jequetepeque, se observaron diferencias claras entre temporadas. En la temporada húmeda se logró registrar a la especie *Lebiasina bimaculata*, (3 individuos). En contraste, durante la temporada seca, en la misma estación HB-07 se registró una mayor diversidad, con la captura de dos especies: *Lebiasina bimaculata* y *Astroblepus aff. ardilai*. Además, se observó un incremento en la abundancia de *L. bimaculata*, con 10 individuos registrados, lo que podría estar relacionado con la disminución del caudal y la mayor estabilidad de los hábitats acuáticos, condiciones que favorecen tanto la actividad de los peces como su detección. La aparición de *Astroblepus aff. ardilai* durante la temporada seca resulta particularmente relevante, dado que esta especie, perteneciente a un género considerado bioindicador de ecosistemas fluviales saludables (Ardila, 2018), requiere de ríos de alta pendiente, con aguas frías y bien oxigenadas.

La importancia ecológica de las especies registradas también destaca en este análisis. *Lebiasina bimaculata* no solo contribuye al control biológico de insectos acuáticos, sino que su presencia refleja la capacidad de los sistemas fluviales de mantener comunidades funcionales, incluso en condiciones variables de caudal y oxigenación. Por su parte, la presencia de *Astroblepus aff. ardilai* señala la necesidad de reforzar estrategias de conservación en la cuenca, dado su valor como bioindicador de alta calidad ambiental y su vulnerabilidad a los impactos antropogénicos.

Tabla 4.2.6-51
Riqueza y abundancia registrada de necton en ambas temporadas en la cuenca Jequetepeque – TS y TH

Orden	Familia	Especie	TS	TH
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina bimaculata</i>	10	3
Siluriformes	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. ardilai</i>	1	

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.3.5.2 Cuenca Marañón

Durante la temporada húmeda, se registró una mayor diversidad de especies en comparación con la temporada seca. En esta época, se identificaron ejemplares de *Lebiasina bimaculata* perteneciente a la familia Lebiasinidae, exclusivamente en el sitio HB-12, mientras que en la temporada seca no se detectó su presencia. Asimismo, se encontró *Chaetostoma* sp. de la familia Loricariidae únicamente en la temporada húmeda, específicamente en el sitio HB-17, lo que evidencia una mayor complejidad de hábitat en este periodo.

La especie *Hemibrycon* sp., perteneciente a la familia Stevardiidae, presentó registros en ambas temporadas. Sin embargo, durante la temporada húmeda mostró una distribución más amplia, con individuos observados en las estaciones HB-12, HB-13, HB-17 y HB-20. En contraste, en la temporada seca su presencia se limitó únicamente a la estación HB-12.

Particularmente, la presencia de *Hemibrycon aff. huambonicus* en el río Crisnejas destaca la importancia de este sistema fluvial como hábitat para especies endémicas. Esta especie, conocida por habitar ríos de montaña, depende de factores como la calidad del agua, el flujo constante y la disponibilidad de hábitats estructurales como raíces y rocas sumergidas (Ortega et al., 2022; Albert & Reis, 2011). Su ausencia en otras estaciones evaluadas podría atribuirse a variaciones ambientales, como temperatura y contenido de oxígeno, lo cual sugiere que el río Crisnejas desempeña un papel crucial en la conservación de especies nativas dentro de la cuenca del Marañón.

El género *Astroblepus* también mostró registros en ambas temporadas, aunque se observó una disminución en la abundancia en la temporada seca. Durante la época húmeda, se detectaron individuos en HB-13, HB-17 y HB-19, mientras que en la seca solo en HB-13 y HB-17. Esta especie, registrada en los ríos Chusgón y Cajas, ambos caracterizados por corrientes rápidas y bajas temperaturas, es altamente sensible a la disminución de oxígeno disuelto. Su presencia sugiere que estos sistemas mantienen una alta calidad de agua, condición indispensable para su supervivencia (Maldonado-Ocampo et al., 2005; Ortega et al., 2022).

En contraste, durante la temporada seca se registró la presencia exclusiva de *Poecilia reticulata* en la laguna Suyucocha. Esta especie exótica, altamente adaptable y conocida por su uso en acuarios y control biológico, plantea preocupaciones sobre el impacto negativo en la biodiversidad nativa, debido a la competencia por recursos o alteraciones en las dinámicas ecosistémicas, destacando la necesidad de evaluar los impactos ecológicos a largo plazo y controlar la expansión de esta especie hacia otros sistemas acuáticos interconectados (Deacon et al., 2011).

Las diferencias observadas entre temporadas subrayan la importancia de un enfoque de conservación integrado, que contemple tanto la protección de hábitats críticos como la gestión de amenazas antrópicas. Dada la alta sensibilidad de las especies nativas a cambios ambientales, es prioritario implementar estrategias de manejo que aseguren la preservación de los ecosistemas acuáticos de la cuenca del Marañón, especialmente frente a actividades humanas que podrían alterar de forma irreversible la funcionalidad ecológica de estos sistemas.

Tabla 4.2.6-52
Riqueza y abundancia registrada de necton en ambas temporadas en la cuenca Marañón – TS y TH

Orden	Familia	Especie	TS	TH
Characiformes	Lebiasinidae	<i>Lebiasina bimaculata</i>	0	3
	Stevardiidae	<i>Hemibrycon jabonero</i>	0	21

Orden	Familia	Especie	TS	TH
Siluriformes		<i>Hemibrycon jelskii</i>	0	2
		<i>Hemibrycon aff. huambonicus</i>	16	0
	Astroblepidae	<i>Astroblepus aff. ardilai</i>	0	4
		<i>Astroblepus sp.</i>	22	0
	Loricariidae	<i>Chaetostoma branickii</i>	0	4
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	18	0

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.4.3.5.3 Cuenca Huallaga

Los resultados revelan variaciones claras en la riqueza de especies entre las temporadas seca (TS) y húmeda (TH), influenciadas tanto por el tipo de cuerpo de agua como por la estacionalidad.

En las lagunas (HB-SNC2 y HB-SNC3), la riqueza disminuyó ligeramente de la temporada seca a la húmeda. Esta tendencia podría estar relacionada con los cambios en el volumen de agua y la conectividad del hábitat en época de lluvias, que tiende a homogeneizar los ambientes, reduciendo la especialización y, por ende, la riqueza observable.

En las quebradas, se observó que la riqueza también tendió a ser mayor en temporada seca. Por ejemplo, en HB-34 se registraron 10 especies en TS frente a solo 2 en TH, en HB-35 se pasó de 5 a 2 especies, y en HB-36 de 5 a 2 especies. Esto sugiere que, durante la temporada seca, las quebradas ofrecen una mayor heterogeneidad de microhábitats (pozas aisladas, zonas de remanso), favoreciendo la coexistencia de una diversidad mayor de especies. En contraste, en la temporada húmeda, el aumento del caudal podría generar flujos más homogéneos y fuertes que limitan los refugios y favorecen solo a ciertas especies resistentes.

En los ríos, se observó un patrón similar, aunque con algunas excepciones. Estaciones como HB-29 (10 especies en TS vs 4 en TH) y HB-30 (10 en TS vs 2 en TH) muestran una disminución marcada en riqueza en temporada húmeda. Sin embargo, en HB-28, la riqueza aumentó (de 5 a 11 especies), probablemente debido a una expansión temporal de hábitats durante las lluvias que permitió el ingreso de especies adicionales.

En general, la tendencia en la cuenca del Huallaga indica que la riqueza de especies es mayor durante la temporada seca en la mayoría de las estaciones evaluadas, especialmente en quebradas y ríos.

Tabla 4.2.6-53
Comparación estacional de la riqueza de necton por estaciones de la cuenca Huallaga – TS y TH

Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Laguna	HB-SNC2	3	2
	HB-SNC3	2	1

Cuerpo de agua	Estaciones	TS	TH
Quebrada	HB-23	1	0
	HB-24	2	2
	HB-34	10	2
	HB-35	5	2
	HB-36	3	0
Río	HB-22	1	2
	HB-26	7	NPFA
	HB-27	4	6
	HB-28	5	11
	HB-29	5	1
	HB-30	10	4
	HB-31	7	4
	HB-32	3	4
	HB-33	5	5
	HB-37	3	1
	HB-38	3	1

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C. (“NPFA”: No presento flujo de agua o inaccesibilidad al punto)

Entre las especies comunes e importantes en ambas temporadas de la cuenca del Huallaga destacan *Knodus smithii* y *Cichlasoma amazonarum*, ambas altamente abundantes y con un rol clave tanto ecológico como socioeconómico, ya que *Knodus smithii* domina en ríos de corriente rápida, mientras que *Cichlasoma amazonarum* es vital en lagunas para la pesca de subsistencia. En cuanto a especies amenazantes, en ambas temporadas se reporta la preocupación por *Hoplias malabaricus* (fasaco) y *Bujurquina huallagae*, siendo el primero afectado por la sobrepesca y el segundo por la fragmentación de hábitats, además de la presión creciente por especies introducidas como *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris) en temporada seca y *Oreochromis niloticus* (tilapia) en temporada húmeda, ambas responsables de alterar el equilibrio de las comunidades nativas.

4.2.6.4.3.5.4 Diversidad Alfa

La comunidad de necton evaluada mostró patrones de variabilidad tanto en la riqueza como en la abundancia, reflejando una fuerte respuesta a factores ambientales como las fluctuaciones estacionales y la disponibilidad de recursos. A pesar de la presencia de estaciones sin flujo de agua (NPFA), se pudo identificar la respuesta del necton a cambios en la estructura de los hábitats acuáticos y en la calidad del agua, lo que permitió observar una notable variabilidad en los índices ecológicos durante las distintas temporadas.

Respecto a la riqueza de especies (S), se presentaron diferencias marcadas entre estaciones y temporadas. Por ejemplo, en HB-SNC2, la riqueza fue de 3 especies en temporada seca y 2 en temporada húmeda, con una ligera disminución en la segunda. Esto podría estar relacionado con la variabilidad en la oferta de hábitats adecuados o la presencia de barreras físicas que limitan la colonización. En estaciones como HB-28 y HB-

30, la riqueza fue considerablemente más alta en temporada húmeda, con 11 y 10 especies respectivamente, lo que sugiere un aumento en la disponibilidad de recursos debido a mayores flujos de agua o aporte de nutrientes por escorrentía.

La abundancia de individuos (N) también mostró diferencias significativas entre las estaciones. Por ejemplo, en HB-26, se observó una alta abundancia en temporada seca (189 individuos), mientras que estaciones como HB-29 y HB-38 tuvieron una abundancia baja en temporada húmeda, lo que podría reflejar una disminución en los recursos disponibles o una alteración en las condiciones del hábitat que limitan la presencia de necton.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') mostró una amplia variabilidad entre las estaciones. En estaciones como HB-28 y HB-30, se observó una mayor diversidad tanto en temporada seca como húmeda, alcanzando un H' de 3.101 bit/ind y 1.8 bit/ind respectivamente en temporada seca, lo que indica una comunidad estructuralmente diversa. Sin embargo, en estaciones como HB-19 y HB-37, el índice fue mucho más bajo en temporada húmeda, lo que podría ser el resultado de una dominancia de pocas especies o de disturbios ambientales que afectan la diversidad.

El índice de Margalef (DM) también reflejó una variabilidad notoria entre estaciones y temporadas. En estaciones como HB-28 y HB-SNC2, los valores de DM fueron relativamente altos en temporada húmeda (3.069 y 0.984, respectivamente), lo que indica una mayor riqueza y complejidad estructural en la comunidad. En cambio, estaciones como HB-19 y HB-37 presentaron valores bajos de Margalef, lo que podría sugerir comunidades menos diversas en términos de especies.

La equidad de Pielou (J') presentó un patrón similar, con valores elevados en estaciones como HB-28 y HB-27, donde la equidad fue de 0.8964 y 0.9724, respectivamente, lo que indica una distribución más uniforme de las especies en la comunidad. En otras estaciones como HB-17 y HB-12, los valores fueron más bajos, lo que podría reflejar una fuerte dominancia de algunas especies adaptadas a condiciones específicas del hábitat.

En conjunto, los resultados obtenidos para el necton evidencian una respuesta altamente sensible a factores estacionales y a cambios en las condiciones ambientales, como la disponibilidad de nutrientes y las fluctuaciones hidrológicas. La variabilidad en los índices ecológicos, como la riqueza, abundancia, diversidad y equidad, pone de manifiesto la compleja interacción entre las especies de necton y su entorno.

Tabla 4.2.6-54
Índices de Diversidad Alfa de Necton por Estación de Muestreo – TS y TH

Estaciones	Riqueza		Abundancia		Índices de diversidad alfa					
					Shannon-Wiener (H')		Margalef (Dm)		Equidad de Pielou (J')	
	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH	TS	TH
HB-05	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-06	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-07	2	1	11	3	0.35	0	0.42	0	0.51	-
HB-SNC1	1	NPFA	18	NPFA	-	NPFA	-	NPFA	-	NPFA
HB-14	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-15	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-10	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-11	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-12	1	2	16	19	-	0.6292	-	0.3396	-	0.6292
HB-13	1	2	1	8	-	0.5436	-	0	-	1
HB-16	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-17	1	3	3	10	-	1.361	-	1	-	1
HB-18	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-19	NPFA	1	NPFA	2	NPFA	0	NPFA	0	NPFA	-
HB-20	NPFA	2	NPFA	13	NPFA	0.9612	NPFA	0	NPFA	0.9612
HB-SNC2	3	2	52	47	0.46	0.984	0.51	0.26	0.42	0.984
HB-SNC3	2	1	9	2	0.59	0	0.46	0	0.84	-
HB-23	1	NPFA	4	NPFA	-	NPFA	-	NPFA	-	NPFA
HB-24	2	2	3	3	0.8	0.9183	0.91	0.9102	1.16	0.9183
HB-34	10	2	37	13	2	0.9612	2.49	0.3899	0.87	0.9612
HB-35	5	2	10	3	1.62	0.9183	1.74	0.9102	1.01	0.9183

Línea Base Biológica del Proyecto “Enlace 500 kV Huánuco-Tocache-Celendín-Trujillo, Ampliaciones y Subestaciones Asociadas”.

HB-36	3	NPFA	7	NPFA	1.22	NPFA	1.03	NPFA	1.11	NPFA
HB-21	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-22	1	2	6	5	-	0.971	-	0.6213	-	0.971
HB-25	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA
HB-26	7	NPFA	189	NPFA	1.19	NPFA	1.15	NPFA	0.61	NPFA
HB-27	4	6	31	17	0.74	2.514	0.87	1.765	0.53	0.9724
HB-28	5	11	11	26	1.57	3.101	1.67	3.069	0.98	0.8964
HB-29	5	1	41	1	0.98	0	1.08	-	0.61	-
HB-30	10	4	147	21	1.8	1.154	1.8	0.9854	0.78	0.5771
HB-31	7	4	10	57	2.13	1.389	2.61	0.742	1.1	0.6944
HB-32	3	4	24	11	0.5	1.491	0.63	1.251	0.45	0.7456
HB-33	5	5	51	10	0.61	1.771	1.02	1.737	0.38	0.7627
HB-37	3	1	7	1	0.94	0	1.03	-	0.85	-
HB-38	3	1	4	1	1.29	0	1.44	-	1.17	-
HB-39	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA	NPFA

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C

4.2.6.4.4 Especies clave

En la siguiente tabla se presentan las especies de peces clave identificadas en el área de estudio.

Tabla 4.2.6-55
Especie clave - Necton

Especie característica	Referencia bibliográfica
Hoplias malabaricus (depredador tope que regula poblaciones y estructura de la comunidad íctica)	Paine, R.T. (1969). A note on trophic complexity and community stability. The American Naturalist, 103(929), 91–93. / Defenders of Wildlife, 2023
Astyanax bimaculatus (posible especie clave por analogía con <i>Astyanax aeneus</i> , reciclador de nutrientes en ecosistemas neotropicales)	Winemiller, K.O. (1990). Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. Ecological Monographs, 60(3), 331–367.
Chaetostoma taczanowskii (pez bentónico herbívoro que controla algas y periphyton, importante en la dinámica fluvial andino-amazónica)	Ortega, H., Hidalgo, M. & Trevejo, G. (2008). Freshwater fishes and aquatic habitats in Peru: current knowledge and conservation. Mus. Hist. Nat. UNMSM.
Hoplias malabaricus Depredador carnívoro ampliamente distribuido en cuencas amazónicas peruanas; considerada plaga en cría de otras especies por su capacidad colonizadora y adaptabilidad.	Chu-Koo & Dañino-Pérez (IIAP): biología y cultivo en la Amazonía peruana (revistas.iiap.gob.pe)
Astyanax bimaculatus Muy común en ecosistemas neotropicales; sensible a contaminantes como microcistinas y, por tanto, empleado como bioindicador de calidad ambiental.	Estudio sobre toxicidad y genotoxicidad causada por microcistinas (PMC, PubMed)
Paragoniates alburnus Endémico del Amazonas, único en su género; especie detritívora de ambientes ribereños; valorada ornamental (aunque de uso poco documentado en Perú).	Estudio de ciclo reproductivo histológico en Amazonía (PubMed)

Elaboración: INERCO Consultoría Perú S.A.C.

4.2.6.5 Conclusiones

4.2.6.5.1 Temporada Seca

4.2.6.5.1.1 Estaciones de monitoreo

- **Condiciones hidrológicas estacionales:** Varias estaciones presentaron ausencia de flujo de agua debido a la estacionalidad, lo que resalta la necesidad de evaluaciones temporales para comprender mejor su dinámica hidrológica y ecológica.
- **Impacto humano en cuerpos de agua:** Las actividades agrícolas, ganaderas y extractivas generan impactos significativos en varias estaciones, afectando la calidad del agua y el estado de conservación de los ecosistemas acuáticos.
- **Estado de conservación diverso:** Mientras algunas estaciones presentan buen estado ecológico, otras muestran deterioro evidente debido a contaminación, alta carga de sedimentos o alteraciones antropogénicas.
- **Heterogeneidad de hábitats:** La variedad de mesohábitats (corridos, pozas, remansos, caídas y rifles) en las estaciones contribuye a la diversidad ecológica, aunque la ausencia de macrófitas es un rasgo común en todas.
- **Monitoreo y manejo sostenibles:** Es esencial realizar un monitoreo continuo para evaluar el estado de conservación, especialmente en lagunas y cuerpos de agua más impactados, promoviendo estrategias adaptativas que consideren las particularidades de cada estación y sus contextos ecológicos.

4.2.6.5.1.2 Parámetros fisicoquímicos de agua superficial

- **Temperatura:** Las temperaturas muestran variabilidad por tipo de cuerpo de agua y ubicación altitudinal. Los ríos presentan mayor fluctuación térmica, mientras que las lagunas registran temperaturas más altas y estables. Las quebradas tienden a tener temperaturas más bajas debido a su mayor altitud y menor exposición solar. Estas tendencias reflejan la influencia de factores climáticos y geográficos.
- **pH:** La mayoría de las estaciones mantienen un pH dentro del rango permitido (6.5-9.0), indicando buena calidad del agua. Sin embargo, se detectaron valores ligeramente superiores al límite en algunas lagunas y ríos, lo que podría estar relacionado con procesos de eutrofización o actividad biológica elevada.
- **Oxígeno disuelto (OD):** Aunque la mayoría de las estaciones cumplen con los estándares mínimos de oxigenación (≥ 5 mg/L), algunas estaciones críticas, como HB-21, HB-23 y HB-24, presentan valores por debajo del límite, lo que sugiere estrés ambiental asociado a carga orgánica alta o contaminación.
- **Conductividad eléctrica (CE):** Los valores de CE en todas las estaciones se encuentran por debajo del límite de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica una baja mineralización del agua y una calidad adecuada para la conservación de ecosistemas acuáticos.

4.2.6.5.1.3 Fitoplancton

- **Riqueza y predominancia de Heterokontophyta:** En todas las cuencas estudiadas, Heterokontophyta fue el phylum con mayor riqueza, seguido de Chlorophyta, Charophyta y Cyanobacteriota. Las lagunas presentaron mayor riqueza debido a su estabilidad ambiental, mientras que los ríos y quebradas mostraron menor riqueza, influenciada por factores como la turbulencia y el caudal.
- **Abundancia dominada por Charophyta y Chlorophyta:** Charophyta lideró en abundancia total, con Desmidiaceales como el orden más representativo, especialmente en lagunas. Chlorophyta también tuvo una alta representación en lagunas, mientras que Heterokontophyta dominó en ríos y quebradas, reflejando su adaptabilidad a ambientes con mayor flujo y variabilidad.
- **Variabilidad en la diversidad alfa:** Las cuencas de Chicama y Jequetepeque mostraron comunidades dominadas por pocas especies, reflejando baja diversidad y equidad. Por el contrario, en las cuencas Marañón y Huallaga se encontraron comunidades más diversas y equitativas en ciertas estaciones, especialmente en lagunas y ríos con condiciones más heterogéneas.
- **Diferenciación en diversidad beta:** Los índices de similitud revelaron baja conexión entre estaciones de distintas cuencas, destacando la diferenciación entre cuerpos de agua lénticos (lagunas) y lóticos (ríos y quebradas). Las estaciones de lagunas presentaron mayor similitud interna, mientras que los ríos y quebradas mostraron una mayor variabilidad en sus comunidades biológicas.
- **Influencia de condiciones locales:** Las características hidrológicas y ambientales, como la altitud, la temperatura, la calidad del agua y la dinámica del flujo, son determinantes clave en la riqueza y abundancia del fitoplancton. Esto se evidenció en patrones específicos, como la alta abundancia en lagunas debido a su capacidad de retención de nutrientes y las bajas abundancias en quebradas con caudales fluctuantes.
- **Dominancia en lagunas:** Las lagunas (HB-SNC3 y HB-SNC2) presentaron las mayores abundancias, reflejando condiciones favorables para el desarrollo del fitoplancton. Sin embargo, la dominancia de pocas especies en estas lagunas

sugiere un ecosistema menos equilibrado, posiblemente influenciado por procesos de eutrofización.

- **Ríos y quebradas con menor abundancia:** Las estaciones en ríos y quebradas mostraron abundancias significativamente menores, influenciadas por la turbulencia, la dilución de nutrientes y el mayor flujo, lo que limita el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas densas.

4.2.6.5.1.4 Zooplancton

- **Riqueza taxonómica dominante de Rotifera:** En todas las cuencas estudiadas, Rotifera fue el phylum con mayor riqueza, destacando con un 48.8% del total de especies registradas. Esto refleja su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales. Protozoa y Ciliophora también estuvieron presentes, aunque en menor proporción, mientras que Gastrotricha y Nematoda presentaron la menor riqueza.
- **Mayor abundancia en cuerpos de agua más dinámicos:** Los ríos, como las estaciones HB-11 (Marañón) y HB-39 (Huallaga), mostraron mayores abundancias, sugiriendo que estos ecosistemas ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de comunidades de zooplancton, como mayor flujo de nutrientes y oxigenación.
- **Lagunas y quebradas con menor abundancia:** Las estaciones ubicadas en lagunas y quebradas mostraron abundancias más bajas, como HB-SNC1 (129 Org/L) y HB-15 (2 Org/L). Esto podría deberse a limitaciones en nutrientes, menor circulación de agua o presiones ecológicas específicas.
- **Heterogeneidad en índices de diversidad alfa:** Las cuencas Marañón y Huallaga presentaron comunidades con alta riqueza y diversidad en ciertas estaciones, como HB-SNC1 y HB-10, mientras que otras, como HB-15 y HB-34, reflejaron comunidades dominadas con baja equidad y diversidad. En Chicama y Jequetepeque, las comunidades fueron más simples, con índices de diversidad moderados a bajos.
- **Similitudes bajas entre cuencas:** Los índices de similitud de Sorensen y Jaccard revelaron baja conexión entre estaciones de distintas cuencas. Esto se debió a diferencias en tipos de cuerpos de agua y condiciones ambientales. Por ejemplo, en la cuenca del Marañón, las lagunas se diferenciaron notablemente de los ríos y quebradas.
- **Rotifera como grupo dominante en abundancia:** Rotifera también lideró en abundancia con un 63.6% del total, destacando en estaciones como HB-11 (404 Org/L). Este patrón refuerza su adaptabilidad a diversas condiciones, especialmente en cuerpos de agua con mayor flujo.
- **Influencia de condiciones locales en la comunidad de zooplancton:** Factores como la calidad del agua, disponibilidad de nutrientes y dinámica de flujo influyeron significativamente en la riqueza, abundancia y composición de las comunidades de zooplancton. Esto es evidente en las diferencias observadas entre ríos, lagunas y quebradas.
- **Dominancia en ciertas estaciones:** La dominancia de pocas especies fue evidente en estaciones como HB-18 y HB-36, donde la baja equidad indicó que solo unas pocas especies controlaron la comunidad. Esto puede ser resultado de factores ambientales adversos o perturbaciones específicas.

4.2.6.5.1.5 Perifiton

- **Dominancia del phylum Heterokontophyta:** Este grupo destacó como el más rico y abundante en todas las cuencas, con mayor representación en términos de

riqueza (39.5%) y abundancia (80.9%) del total, lo que indica su alta adaptabilidad y tolerancia a diversas condiciones ambientales.

- **Riqueza y abundancia variable entre cuencas:**
- La cuenca del Huallaga registró la mayor riqueza específica con 91 especies y 60927 Org/mm².
- Las cuencas Chicama y Jequetepeque presentaron la menor riqueza (32 especies) y una baja abundancia total, reflejando condiciones menos favorables para el perifiton.
- La cuenca del Marañón mostró una riqueza intermedia (70 especies) pero una abundancia variable según el tipo de cuerpo de agua.
- **Mayor riqueza en estaciones de lagunas:** Las estaciones HB-SNC2 y HB-SNC3 (cuenca Huallaga) y HB-SNC1 (cuenca Marañón) destacaron por su elevada riqueza, probablemente debido a su naturaleza léntica que favorece la acumulación y diversidad de perifiton.
- **Estaciones con abundancia extrema:** La estación HB-07 (cuenca Jequetepeque) presentó la mayor abundancia (165862 Org/mm²), dominada casi exclusivamente por *Achnanidium* sp. Este fenómeno refleja condiciones de dominancia extrema y baja diversidad.
- **Condiciones ambientales determinantes de la riqueza y abundancia:** Las estaciones en cuerpos de agua lóticos como ríos y quebradas mostraron una riqueza y abundancia moderadas, mientras que las lagunas, al ser ambientes más estables, favorecieron una mayor diversidad.
- **Diversidad alfa influenciada por dominancia:**
- Estaciones con alta abundancia como HB-07 ($H' = 0.06722$) presentaron una baja diversidad debido a la dominancia de unas pocas especies.
- Estaciones con riqueza intermedia, como HB-13 en la cuenca del Marañón ($H' = 1.892$), mostraron una mayor equidad y diversidad.
- **Diferencias en similitud beta entre cuencas:**
- La similitud entre estaciones de distintas cuencas fue baja (12%-45% según Sorensen), lo que refleja diferencias en las condiciones ambientales y la composición de especies.
- Las estaciones ubicadas en cuerpos de agua similares (por ejemplo, lagunas) compartieron más especies en comparación con las de diferentes tipos de hábitat.
- **Impacto de la contaminación en la comunidad de perifiton:** Los valores del Índice de Diatomeas Generales (IDG) revelaron una gran variabilidad en la calidad del agua:
- Estaciones como HB-05 (IDG=1.19) reflejan contaminación muy fuerte con baja biodiversidad.
- Estaciones como HB-14 (IDG=4.95) y HB-SNC3 (IDG=4.92) presentaron calidad biológica óptima, con una comunidad equilibrada y alta biodiversidad.
- **Eutrofización como factor común:** Muchas estaciones mostraron indicios de eutrofización, con niveles elevados de nutrientes favoreciendo la proliferación de algunas especies dominantes, como en HB-07.
- **Estaciones prioritarias para conservación:** Las estaciones con calidad biológica óptima (HB-SNC3, HB-14) deben ser priorizadas para la conservación, ya que representan ecosistemas relativamente intactos dentro de las cuencas monitoreadas

4.2.6.5.1.6 Macroinvertebrados bentónicos

- **Dominancia del phylum Arthropoda:** Este grupo fue el más representado en términos de riqueza (93.3%) y abundancia (98.1%) en todas las cuencas, destacando su capacidad de adaptarse a diversos hábitats y condiciones ambientales.
- La cuenca Huallaga presentó la mayor riqueza específica con 80 especies, reflejando una mayor diversidad de hábitats.
- La cuenca Chicama tuvo la menor riqueza con 16 especies, posiblemente debido a limitaciones ambientales y menor cantidad de estaciones activas.
- Las estaciones de río, como HB-34 (Huallaga) y HB-10 (Marañón), registraron las mayores abundancias con 783 y 393 Org/muestra, respectivamente, asociadas a condiciones favorables de oxigenación y flujo continuo.
- Las lagunas como HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron las menores abundancias (1 y 3 Org/muestra), reflejando condiciones menos favorables.
- El orden Diptera destacó como el más abundante y rico, representando el 40.9% de la riqueza total, seguido de Trichoptera y Ephemeroptera, los cuales son indicadores clave de calidad del agua.
- Estaciones como HB-26 (Huallaga) y HB-14 (Marañón) presentaron los índices de Shannon-Wiener más altos (>2.5), reflejando una comunidad diversa y equitativa.
- Las estaciones de lagunas como HB-SNC2 mostraron comunidades mínimas (riqueza de 1 especie), evidenciando condiciones ambientales degradadas.
- Las similitudes entre estaciones de distintas cuencas fueron bajas, con índices de Sorensen y Jaccard $<25\%$, lo que sugiere diferencias marcadas en la composición de especies debido a las condiciones locales y presiones ambientales.
- El índice EPT mostró buena calidad del agua en estaciones como HB-05 (70%) y HB-19 (78%), mientras que estaciones con EPT bajo ($<20\%$) indicaron condiciones degradadas, como en HB-SNC2 y HB-15.
- El índice BMWP confirmó esta tendencia, con puntajes críticos en estaciones altamente contaminadas (HB-SNC2: 3 puntos) y puntajes buenos en estaciones conservadas (HB-26: 103 puntos).
- Las estaciones con peores indicadores, como HB-SNC2 y HB-30, están asociadas a impactos antropogénicos, como descargas de aguas residuales y actividades agrícolas.
- Los ríos mostraron mayor variabilidad en calidad, desde áreas bien conservadas hasta zonas impactadas.
- Las lagunas reflejaron condiciones críticas en todas las estaciones monitoreadas.
- Las quebradas presentaron heterogeneidad, con estaciones como HB-34 destacándose por su buena calidad.
- Las estaciones con mejor calidad de agua, como HB-26 y HB-19, deben ser priorizadas para la conservación debido a su papel como refugios de biodiversidad.
- Estaciones altamente impactadas como HB-SNC2 requieren estrategias de manejo y mitigación de impactos ambientales.

4.2.6.5.1.7 Necton

- La diversidad y abundancia del necton son herramientas clave para evaluar la salud de los ecosistemas acuáticos. Su presencia, ausencia o composición puede reflejar condiciones locales como la calidad del agua, la disponibilidad de hábitats y las presiones antropogénicas.
- No se registraron especies de necton en la cuenca Chicama, lo que podría deberse a la falta de agua durante el periodo de evaluación. Se presume la posible presencia de *Lebiasina bimaculata* en temporadas húmedas.
- En la estación HB-07 se identificaron solo dos especies: *Lebiasina bimaculata* y *Astroblepus aff. ardilai*. La mayor abundancia de *L. bimaculata* sugiere su adaptabilidad a diferentes microhábitats, mientras que la baja representación de *A. aff. ardilai* resalta su sensibilidad a las condiciones específicas del hábitat.
- Se identificaron tres especies: *Hemibrycon aff. huambonicus*, *Astroblepus aff. ardilai* y *Poecilia reticulata*.
- Los ríos de alta montaña (Chusgón y Cajas) destacaron por ofrecer condiciones ideales para *A. aff. ardilai*, un bioindicador clave de calidad del agua.
- La introducción de *P. reticulata* en la laguna Suyucocha plantea riesgos ecológicos debido a su potencial para desplazar especies nativas.
- Dominada por los órdenes Characiformes, Siluriformes y Cichliformes, esta cuenca registró una alta diversidad con especies de gran importancia ecológica y socioeconómica, como *Astyanax maximus*, *Cichlasoma amazonarum* y *Hoplias malabaricus*.
- Las lagunas y ríos presentaron composiciones diferenciadas, destacando las lagunas por su abundancia de especies adaptadas a ambientes lenticos.
- *Oreochromis niloticus* y *Poecilia reticulata* representan amenazas significativas para las comunidades nativas debido a la competencia por recursos y la alteración de las cadenas tróficas.
- La cuenca Huallaga mostró la mayor diversidad, con estaciones como HB-34 (quebrada) y HB-31 (río) alcanzando valores altos en los índices de Shannon-Wiener y Margalef.
- Las lagunas y estaciones del Marañón presentaron índices bajos, reflejando ecosistemas homogéneos y dominancia de unas pocas especies.
- Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen mostraron agrupamientos claros entre tipos de hábitats, con diferencias marcadas entre estaciones fluviales y lenticas.
- Estaciones como HB-SNC1 (Marañón) y HB-SNC2 (Huallaga) destacaron por sus comunidades de peces altamente diferenciadas, posiblemente debido a características ambientales específicas.
- Especies como *Astroblepus aff. ardilai* y *Bujurquina huallagae*, altamente vulnerables a cambios ambientales, requieren estrategias específicas de conservación para proteger sus hábitats y garantizar su supervivencia.
- La deforestación, la contaminación por actividades mineras y la introducción de especies exóticas son las principales amenazas para los ecosistemas acuáticos en las cuencas evaluadas.

- Implementar estrategias de manejo sostenible que incluyan prácticas de pesca responsable y control de especies exóticas.
- Fortalecer la protección de hábitats clave, especialmente en áreas con especies endémicas y vulnerables.
- Continuar con el monitoreo de la biodiversidad acuática y evaluar los impactos de las actividades humanas en estos ecosistemas.

4.2.6.5.1.8 Protocolo SVAP

- **Estaciones en excelente condición:** HB-10, HB-18 y HB-26 destacan por su alta calidad ambiental, con hábitats bien conservados y bajo impacto humano. Son modelos para la conservación.
- **Estaciones en buena condición:** Varias estaciones (HB-19, HB-25, HB-28, HB-29, HB-33) presentan buenos hábitats, pero con problemas menores, como la presencia de basura y barreras para peces.
- **Estaciones degradadas:** HB-13 y HB-30 son las más afectadas por contaminación y alteraciones del flujo, requiriendo medidas urgentes de restauración.
- **Cuenca del Huallaga:** Predominan condiciones buenas a excelentes, con problemas relacionados con basura y barreras para peces.
- **Cuenca del Marañón:** Alta variabilidad, desde estaciones bien conservadas (HB-10) hasta degradadas (HB-13), reflejando un impacto humano desigual.
- **Problemas comunes:** Contaminación por basura, exceso de nutrientes y barreras para peces son los principales factores que afectan la calidad ambiental.
- **Acciones recomendadas:** Priorizar la restauración de estaciones degradadas mediante reforestación ribereña, control de contaminación y eliminación de barreras.
- **Importancia del protocolo SVAP:** Es una herramienta clave para identificar áreas prioritarias de conservación y manejo sostenible.

4.2.6.5.2 Temporada Húmeda

4.2.6.5.2.1 Parámetros fisicoquímicos de agua superficial

- **Temperatura:** Las temperaturas variaron en función del tipo de cuerpo de agua y la altitud. Los ríos mostraron una mayor fluctuación térmica, mientras que las lagunas, como HB-SNC2 y HB-SNC3 (Huallaga), registraron temperaturas más estables y elevadas. Las quebradas, ubicadas en zonas de mayor altitud, tendieron a presentar temperaturas más bajas. A nivel de cuencas, las estaciones del Marañón se ubicaron en altitudes elevadas, presentando menores temperaturas en comparación con las cuencas del Huallaga, Chicama y Jequetepeque. Estos patrones reflejan la influencia de factores climáticos y geográficos en la región.
- **pH:** La mayoría de las estaciones evaluadas presentaron valores de pH dentro del rango aceptable (6.5–9.0), lo que indica una buena calidad de agua. Sin embargo, se observaron ligeras desviaciones hacia valores inferiores en algunas estaciones, la laguna HB-SNC1, HB-23 (quebrada) y HB-27 (río), asociadas posiblemente a procesos de eutrofización o intensa actividad biológica.
- **Oxígeno disuelto (OD):** Aunque la mayoría de las estaciones cumplen con los estándares mínimos de oxigenación (≥ 5 mg/L), algunas estaciones críticas, como HB-10 y HB-11 de la cuenca del Marañón; HB-25 y HB-SNC2 de la cuenca Huallaga, presentan valores por debajo del límite, lo que sugiere estrés ambiental asociado a carga orgánica alta o contaminación.

- **Conductividad eléctrica (CE):** Los valores de CE en todas las estaciones se encuentran por debajo del límite de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica una baja mineralización del agua y una calidad adecuada para la conservación de ecosistemas acuáticos.

4.2.6.5.2.2 Fitoplancton

- **Riqueza y predominancia de Heterokontophyta:** En el área de estudio, Heterokontophyta fue el phylum con mayor riqueza, seguido de Chlorophyta y Charophyta. La mayor riqueza se registró en las lagunas HB-SNC2 y HB-SNC3 (Huallaga), mientras que los ríos y quebradas mostraron menor riqueza, influenciada por factores como la turbulencia y el caudal.
- **Abundancia dominada por Heterokontophyta, Cyanobacteria y Chlorophyta:** Heterokontophyta dominó en términos de abundancia, especialmente en HB-SNC2 (Huallaga). Cyanobacteria también tuvo una alta representación en la estación HB-18, mientras que Chlorophyta predominó en ríos y quebradas.
- **Variabilidad en la diversidad alfa:** Las cuencas Marañón y Huallaga mostraron mayor diversidad, sobre todo en las lagunas como HB-SNC1 y HB-SNC2, mientras que las cuencas Chicama y Jequetepeque tuvieron menor diversidad y equidad.
- **Diferenciación en diversidad beta:** Los índices de similitud evidenciaron una baja correspondencia entre las estaciones de diferentes cuencas, resaltando la separación entre los cuerpos de agua lénticos (lagunas) y lóticos (ríos y quebradas). Las estaciones ubicadas en lagunas mostraron comunidades más homogéneas entre sí, mientras que en los ríos y quebradas se observó una mayor heterogeneidad en la composición biológica.
- **Influencia de condiciones locales:** Las características hidrológicas y ambientales, como la altitud, la temperatura, la calidad del agua, baja turbidez, disponibilidad de nutrientes y la dinámica del flujo, son determinantes clave en la riqueza y abundancia del fitoplancton. Esto se evidenció en patrones específicos, como la alta abundancia en HB-18 y las lagunas debido a su capacidad de retención de nutrientes, y las bajas abundancias en quebradas con caudales fluctuantes.
- **Lagunas más diversas:** Las lagunas (HB-SNC1, HB-SNC3 y HB-SNC2) presentaron alta diversidad, reflejando condiciones favorables para el desarrollo del fitoplancton. Sin embargo, presentan dominancia de pocas especies y sugiere un ecosistema menos equilibrado, posiblemente influenciado por procesos de eutrofización.
- **Ríos y quebradas menos diversa:** Las estaciones en ríos y quebradas mostraron fueron menos diversas según los índices, influenciadas por la turbulencia, la dilución de nutrientes y el mayor flujo, lo que limita el desarrollo de comunidades fitoplanctónicas densas.

4.2.6.5.2.3 Zooplancton

- **Riqueza taxonómica dominante de Rotifera:** En todas las cuencas estudiadas Rotifera fue el phylum con mayor riqueza. Esto refleja su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales. Protozoa y Arthropoda también estuvieron presentes, aunque en menor proporción.

- **Mayor abundancia y riqueza en cuerpos de agua lenticos:** mostraron mayor riqueza y mayores abundancias las lagunas, sugiriendo que estos ecosistemas ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de comunidades de zooplancton.
- **Ríos y quebradas con menor abundancia:** Las estaciones ubicadas en ríos presentaron abundancias significativamente menores y en las estaciones ubicadas en quebradas no registraron esta comunidad, atribuibles a la mayor turbulencia, dilución de nutrientes y condiciones físicas menos favorables para el desarrollo del zooplancton.
- **Heterogeneidad en índices de diversidad alfa:** Las lagunas en ambas cuencas, HB-20 y HB-18 presentaron alta riqueza y diversidad, mientras que otras estaciones, reflejaron comunidades dominadas con baja equidad y diversidad. En Chicama y Jequetepeque, las comunidades fueron más simples, con índices de diversidad muy bajos. La cuenca del Huallaga presentó diversidades intermedias con equidad de especies. En la cuenca Marañón presentó diversidades intermedias con alta equidad de especies.
- **Similitudes bajas entre cuencas:** Los índices de similitud de Sorensen y Jaccard revelaron baja conexión entre estaciones de distintas cuencas. Esto se debió a diferencias en tipos de cuerpos de agua y condiciones ambientales. Las lagunas se diferenciaron notablemente de los ríos y quebradas.
- **Ciliophora como grupo dominante en abundancia:** Ciliophora lideró en abundancia, destacando en muchas estaciones. Este patrón refuerza su adaptabilidad a diversas condiciones, especialmente en cuerpos de agua con mayor flujo.
- **Influencia de condiciones locales en la comunidad de zooplancton:** Factores como la calidad del agua, disponibilidad de nutrientes y dinámica de flujo influyeron significativamente en la riqueza, abundancia y composición de las comunidades de zooplancton. Esto es evidente en las diferencias observadas entre ríos, lagunas y quebradas.
- **Dominancia en ciertas estaciones:** La dominancia de pocas especies fue evidente en estaciones como HB-SNC1, donde la baja equidad indicó que solo unas pocas especies controlaron la comunidad. Esto puede ser resultado de factores ambientales adversos o perturbaciones específicas.

4.2.6.5.2.4 Perifiton

- **Dominancia del phylum Heterokontophyta:** Este grupo destacó como el más rico y abundante en todas las cuencas, lo que indica su alta adaptabilidad y tolerancia a diversas condiciones ambientales.
- **Riqueza y abundancia variable entre cuencas:** La cuenca del Marañón registró la mayor riqueza, seguido de la cuenca Huallaga, las cuencas Chicama y Jequetepeque presentaron la menor riqueza. En abundancia, la cuenca del Huallaga presentó los mayores org/cm², seguido de la cuenca Marañón.
- **Mayor riqueza en estaciones de la cuenca del Marañón:** Las estaciones HB-18 y HB-14 destacaron por su elevada riqueza.
- **Estaciones con abundancia extrema:** La estación HB-34 (cuenca Huallaga) presentó la mayor abundancia (12361 Org/mm²), dominada casi exclusivamente

por el morfotipo Leptolyngbyaceae ND. Este fenómeno refleja condiciones de dominancia extrema y baja diversidad.

- **Diversidad alfa influenciada por dominancia:** Estaciones con alta abundancia presentaron una baja diversidad debido a la dominancia de unas pocas especies. La cuenca del Maraón es la que mostró mayor diversidad y equidad en la comunidad, seguida por la cuenca del Huallaga (con mayor variabilidad), Jequetepeque y finalmente Chicama.
- **Diferencias en similitud beta entre cuencas:** La similitud entre estaciones de distintas cuencas fue baja, lo que refleja diferencias en las condiciones ambientales y la composición de especies. Las estaciones ubicadas en cuerpos de agua similares (por ejemplo, lagunas o quebradas) compartieron más especies.
- **Impacto de la contaminación en la comunidad de perifiton:** Los valores del Índice de Diatomeas Generales (IDG) revelaron una gran variabilidad en la calidad del agua:

Estaciones como HB-05 (IDG=1.00) reflejan contaminación muy fuerte con baja biodiversidad. Estaciones como HB-14 (IDG= 4.38), HB-22 (IDG=4.00) y HB-27 (IDG=4.92) presentaron calidad biológica óptima, con una comunidad equilibrada y alta biodiversidad.

Eutrofización como factor común: Muchas estaciones mostraron indicios de eutrofización, con niveles elevados de nutrientes favoreciendo la proliferación de algunas especies dominantes, como en HB-18.

Estaciones prioritarias para conservación: Las estaciones con calidad biológica óptima deben ser priorizadas para la conservación, ya que representan ecosistemas relativamente intactos dentro de las cuencas monitoreadas

Las cuencas Chicama y Jequetepeque presentan un panorama más crítico, con valores consistentemente bajos, mientras que en Maraón y Huallaga se identifican tanto zonas con buena calidad como otras con deterioro significativo.

4.2.6.5.2.5 Macroinvertebrados bentónicos

- **Dominancia del phylum Arthropoda:** Este grupo fue el más representado en términos de riqueza y abundancia en todas las cuencas, destacando su capacidad de adaptarse a diversos hábitats y condiciones ambientales.
- **La cuenca Huallaga presentó la mayor riqueza** específica con 64 especies, reflejando una mayor diversidad de hábitats.
- **La cuenca Chicama tuvo la menor riqueza** con 26 especies, posiblemente debido a limitaciones ambientales y menor cantidad de estaciones activas.

- **Mayor riqueza en ríos:** Las estaciones de río, como HB-06, HB-07 (Jequetepeque) y HB-31 (Huallaga), registraron las mayores riquezas, asociadas a condiciones favorables de oxigenación y flujo continuo.
- **Lagunas con menor riqueza y abundancia: HB-SNC2 y HB-SNC3 mostraron las menores** riquezas y abundancias, reflejando condiciones menos favorables.
- **Dominancia del orden Diptera:** destacó como el más abundante y rico en riqueza total, esta dominancia refleja su tolerancia a diferentes condiciones ambientales, incluyendo ecosistemas perturbados; seguido de Coleoptera, Trichoptera y Ephemeroptera, los cuales son indicadores clave de calidad del agua.
- **Estaciones con alta diversidad:** Estaciones como HB-27 y HB-24 (Huallaga) presentaron los índices de Shannon-Wiener más altos (>3.19), reflejando comunidades diversas y bien estructuradas. La cuenca Huallaga es la más diversa, con valores consistentemente altos de riqueza y equidad.
- **Baja diversidad y dominancia en lagunas:** Las lagunas evaluadas presentaron comunidades de macroinvertebrados con baja diversidad y dominadas por pocos taxones, un patrón asociado a la acumulación de sedimentos finos y la baja heterogeneidad de hábitats característicos de los cuerpos de agua lénticos.
- **Similitud beta baja entre cuencas:** Los índices de similitud de Jaccard y Sorensen evidenciaron una alta heterogeneidad en la composición bentónica entre las estaciones evaluadas en la cuenca del Marañón y una clara diferenciación entre los cuerpos de agua lénticos (lagunas) y lóticos (ríos y quebradas) en la cuenca del Huallaga.
- **Índice EPT como indicador de calidad:** con valores de EPT elevados ($>60\%$) están asociadas a buena o muy buena calidad de agua, las estaciones HB-15 (Marañón), HB-23, HB-34 y HB-35 (Huallaga), mientras que estaciones con EPT bajo ($<20\%$) indicaron condiciones degradadas, reflejado en varios ríos y lagunas de las cuencas Marañón y Huallaga.
- **El índice BMWP confirmó esta tendencia:** Con puntajes muy bajos en estaciones como HB-SNC1 (0 puntos) y HB-05 (11 puntos), indicando aguas altamente contaminadas. Valores aceptables en estaciones como HB-19 (72 puntos) y HB-11 (63 puntos), asociadas a mejores condiciones ambientales deben ser priorizadas para la conservación debido a su papel como refugios de biodiversidad.

La cuenca **Chicama** presento calidad de agua muy crítica, reflejando una alta contaminación. La cuenca **Jequetepeque**, las estaciones mostraron en su mayoría calidades dudosas y críticas. La cuenca **Marañón** presentó una mayor heterogeneidad, con estaciones que varían desde condiciones muy críticas hasta aceptables. La cuenca Huallaga, predominó una calidad crítica y dudosa en la mayoría de las estaciones.

Los ríos mostraron mayor variabilidad en calidad, desde áreas bien conservadas hasta zonas impactadas.

Estaciones altamente impactadas requieren estrategias de manejo y mitigación de impactos ambientales.

4.2.6.5.2.6 Necton

- No se registraron especies de necton en la cuenca Chicama, lo que podría deberse a la falta de volumen de agua durante el periodo de evaluación. Se presume la posible presencia de *Lebiasina bimaculata* en temporadas húmedas.
- En la cuenca de **Jequetepeque (HB-07)**, se registró baja diversidad y abundancia, se identificó una especie, *Lebiasina bimaculata*, con tres individuos.
- En la **cuenca Marañón** se evaluaron varios ríos como el **Crisnejas, Chusgón, Cajas y Anchic**, identificándose cinco especies pertenecientes a las familias Lebiasinidae, Stevardiidae, Astroblepidae y Loricariidae. Destacaron especies indicadoras de alta calidad de agua como *Astroblepus sp.* y *Chaetostoma branickii*, asociadas a ríos de montaña con corrientes rápidas y oxigenación elevada.
- En la **cuenca Huallaga**, que incluye ríos como el **Pucayacu**, y ambientes como la laguna **Mística (HB-SNC2)** y otros sistemas menores como quebradas (**HB-24, HB-34, HB-35**), se registró la mayor diversidad de especies (31 especies, 12 familias). Los ríos mostraron los valores más altos de riqueza y diversidad, siendo los principales ambientes de conservación de especies como *Knodus smithi*, *Astyanax bimaculatus* y *Hoplias malabaricus*.
- *Oncorhynchus mykiss* representa una amenaza significativa para las comunidades nativas, debido a su competencia por los recursos y su capacidad para alterar las cadenas tróficas.
- El análisis de diversidad alfa mostró que ríos como el **Canan** (estación HB-27) y Huamuco (HB-28) en Huallaga son refugios de alta biodiversidad, mientras que algunas quebradas y lagunas presentan riqueza y abundancia más reducida. Las estaciones del Marañón presentaron índices bajos y dominancia equitativa de especies.
- La diversidad beta evidenció agrupamientos de estaciones con alta similitud en la cuenca del Marañón (HB-13 y HB-17) y en la cuenca del Huallaga (HB-37 y HB-SNC3), pero también destacó estaciones con composiciones únicas como HB-12 (río Crisnejas, Marañón) y HB-29 (Huallaga).
- La deforestación, la contaminación por actividades mineras y la introducción de especies exóticas son las principales amenazas para los ecosistemas acuáticos en las cuencas evaluadas.
- Implementar estrategias de manejo sostenible que incluyan prácticas de pesca responsable y control de especies exóticas.
- Fortalecer la protección de hábitats clave, especialmente en áreas con especies endémicas y vulnerables.

- Continuar con el monitoreo de la biodiversidad acuática y evaluar los impactos de las actividades humanas en estos ecosistemas.

4.2.6.5.2.7 Protocolo SVAP

- El análisis del protocolo SVAP reveló una variabilidad considerable en la calidad ambiental de los cuerpos de agua evaluados en las cuencas del Huallaga y Marañón, reflejando desde hábitats excelentemente conservados hasta tramos severamente degradados.
- Estaciones HB-27 (cuenca Huallaga) y HB-30 (cuenca Huallaga) alcanzaron las mejores calificaciones de calidad ambiental ("Excelente"), evidenciando óptimas condiciones de hábitat, buena conectividad ecológica y ausencia de impactos significativos.
- Dos estaciones, HB-18 (Marañón) y HB-SNC3 (Huallaga), presentaron condiciones ambientales deterioradas, clasificándose como de "pobre calidad", principalmente debido a alta presencia de basura, baja estabilidad de laderas y mal aspecto del agua, afectando negativamente la funcionalidad ecológica.
- En la cuenca del Marañón, se evidenció una mayor heterogeneidad en la calidad ambiental de las estaciones. Aunque algunas estaciones como HB-14 y HB-15 se categorizaron como "buenas", otras, como HB-18, mostraron condiciones preocupantes ("pobre calidad").
- En la cuenca del Huallaga, mostró en general condiciones favorables, con la mayoría de las estaciones calificadas entre buena y excelente, destacándose HB-27 y HB-30 por su óptimo estado de conservación. Sin embargo, también se identificaron sectores con deterioro, como la estación HB-SNC3, que presentó calidad pobre debido a impactos antrópicos como presencia de basura y degradación ribereña.
- **Acciones recomendadas:** Priorizar la restauración de estaciones degradadas mediante reforestación ribereña, control de contaminación y eliminación de barreras.
- **Importancia del protocolo SVAP:** Es una herramienta clave para identificar áreas prioritarias de conservación y manejo sostenible.

4.2.6.5.3 Comparativo

4.2.6.5.3.1 Fitoplancton

- La riqueza de fitoplancton tiende a ser mayor durante la temporada seca en la mayoría de las estaciones evaluadas, particularmente en ríos y quebradas, debido a la mayor estabilidad hídrica, menor caudal y mayor transparencia del agua.
- Ríos y quebradas: Mostraron una reducción generalizada de la riqueza y abundancia durante la temporada de lluvias, atribuido al aumento del caudal, arrastre de sedimentos y mayor turbulencia.
- Lagunas: Presentaron patrones mixtos; algunas lagunas mostraron aumentos de abundancia durante la temporada de lluvias, posiblemente favorecidas por el aporte

de nutrientes vía escorrentía, aunque la riqueza tendió a disminuir debido a cambios en la estabilidad físico-química.

- Chlorophyta, Charophyta, Heterokontophyta y Cyanobacteria registraron mayores abundancias en temporada seca, en consonancia con su preferencia por ambientes estables, alta irradiancia y baja turbulencia.
- Euglenophyta, Cryptista y Dinoflagellata mostraron una ligera preferencia por condiciones más húmedas y turbias, aumentando en algunos casos durante la temporada de lluvias.
- En Chicama y Jequetepeque, la mayor riqueza y abundancia de fitoplancton en temporada seca.
- Marañón y Huallaga presentaron reducciones marcadas en ríos y quebradas durante la temporada húmeda, pero en lagunas hubo un incremento en abundancia por aporte de nutrientes.

4.2.6.5.3.2 Zooplancton

- Presenta mayor diversidad estructural del zooplancton en la temporada seca, Sin embargo, el número total de especies fue ligeramente mayor en la temporada húmeda, posiblemente debido al aporte de nuevas especies arrastradas por los caudales.
- Rotifera fue el grupo dominante en riqueza durante ambas temporadas, reflejando su rápida capacidad de colonización.
- En la cuenca Chicama y Jequetepeque, se registraron mayor riqueza y abundancia en temporada seca, indicando que la disminución del caudal beneficia a las comunidades zooplanctónicas.
- En el Marañón, las lagunas presentaron una clara mayor riqueza en seca, mientras que los ríos y quebradas exhibieron respuestas variables, influenciadas por condiciones locales de flujo y remanso.
- En la cuenca Huallaga, las lagunas mostraron un notable incremento de riqueza y abundancia en la temporada húmeda, destacando su rol como refugios zooplanctónicos frente a los disturbios hidrológicos de la temporada.
- La abundancia general del zooplancton tendió a disminuir en los sistemas lóticos (ríos y quebradas) durante la temporada de lluvias, debido a la fuerte dinámica fluvial que arrastra y diluye las comunidades. En cambio, los sistemas lénticos (lagunas) incrementaron notablemente su abundancia en temporada húmeda, gracias a su mayor estabilidad y la concentración de nutrientes por escorrentía.

4.2.6.5.3.3 Perifiton

- Tanto la riqueza como la abundancia de perifiton fueron claramente superiores durante la temporada seca en comparación con la temporada húmeda.
- Heterokontophyta, Chlorophyta y Charophyta dominaron en temporada seca, mostrando su preferencia por condiciones de mayor estabilidad y buena iluminación. En contraste, Cyanobacteria aumentó su abundancia en temporada húmeda, reflejando su tolerancia a ambientes turbios, enriquecidos en nutrientes y dinámicos.

- En las lagunas (sistemas lénticos), la riqueza y abundancia de perifiton fue consistentemente mayor en temporada seca
- En los ríos y quebradas, aunque también predominó la mayor riqueza y abundancia en temporada seca, algunas estaciones mostraron incrementos locales en temporada húmeda, probablemente relacionados a microhábitats remansados o variaciones locales en el régimen hidrológico.
- A nivel de cuencas, se observó que en general la riqueza y abundancia del perifiton fueron mayores durante la temporada seca en todas las cuencas

4.2.6.5.3.4 Bentos

- A nivel de cuencas, se observó que en general la riqueza y abundancia del perifiton fueron mayores durante la temporada seca en todas las cuencas
- La temporada seca presentó mayor riqueza de macroinvertebrados bentónicos con más órdenes y familias registradas, indicando que la estabilidad hidráulica favorece la diversificación de estas comunidades.
- Diptera fue el orden más diverso en ambas temporadas, seguido por Coleoptera, Ephemeroptera y Trichoptera, mostrando un patrón estable en la composición de órdenes pese a las variaciones estacionales.
- Las cuencas Chicama, Marañón y Huallaga, la riqueza fue mayor en temporada seca; sin embargo, en Jequetepeque se observaron incrementos locales de riqueza en temporada húmeda, posiblemente por la creación de hábitats temporales.
- Las lagunas presentaron consistentemente baja riqueza, reflejando su limitada heterogeneidad de hábitats, en contraste con ríos y quebradas donde la variabilidad de microhábitats favoreció una mayor diversidad.
- La abundancia total de macroinvertebrados fue mayor en temporada seca, destacando los órdenes Diptera, Trichoptera, Ephemeroptera y Coleoptera; la disminución en temporada húmeda se asocia al arrastre por mayores caudales y perturbaciones hidráulicas.

4.2.6.5.3.5 Necton

- **Cuenca Chicama:** No se registró necton en ninguna temporada; sin embargo, se presume la posible presencia de *Lebiasina bimaculata* basándose en antecedentes de distribución geográfica.
- **Cuenca Jequetepeque:** Se evidenció mayor diversidad y abundancia de peces en temporada seca, destacando la presencia del género *Astroblepus*, especie bioindicadora de alta calidad de agua, lo que subraya la importancia ecológica de conservar los ríos de alta pendiente y caudales estables en esta cuenca.
- **Cuenca Marañón:** Se registró una mayor diversidad de especies en temporada húmeda, con presencia de especies endémicas y sensibles como *Hemibrycon aff. huambonicus* y *Astroblepus* sp., lo que resalta el rol de esta cuenca como refugio crítico para la biodiversidad de peces de alta montaña.

El hallazgo de *Poecilia reticulata* en lagunas durante la temporada seca alerta sobre la posible amenaza que representa la introducción de especies exóticas para la biodiversidad nativa, requiriéndose medidas de control y prevención.

- **Cuenca Huallaga:** En general, se observó mayor riqueza de peces durante la temporada seca en quebradas y ríos, asociada a una mayor heterogeneidad de hábitats; no obstante, se detectaron incrementos puntuales de riqueza en temporada húmeda debido a la expansión temporal de hábitats.

Knodus smithii y *Cichlasoma amazonarum* destacan por su importancia ecológica y socioeconómica; sin embargo, existe preocupación por la presión sobre especies nativas como *Hoplias malabaricus* y *Bujurquina huallagae*, además de la amenaza creciente de especies exóticas como *Oncorhynchus mykiss* y *Oreochromis niloticus*.

4.2.6.6 Referencias bibliográficas

- Alba-Tercedor, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. In La calidad de las aguas en los ríos (pp. 203–233). CSIC.
- Allan, J. D., & Castillo, M. M. (2007). Stream ecology: Structure and function of running waters (2nd ed.). Springer.
- Albert, J. S., & Reis, R. E. (2011). Historical biogeography of Neotropical freshwater fishes. University of California Press.
- Biggs, B. J. F. (1996). Hydraulic habitat of plants in streams. Regulated Rivers: Research & Management, 12(2–3), 131–144.
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. Annual Review of Entomology, 51, 495–523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L., & Egler, M. (2002). Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. Hydrobiologia, 481(1–3), 125–136. <https://doi.org/10.1023/A:1021228616732>
- Correa, C., & Hendry, A. P. (2012). Invasive salmonids and lake order interact in the decline of amphibians. Ecological Applications, 22(4), 1155–1167. <https://doi.org/10.1890/11-1524.1>
- Deacon, A. E., Ramnarine, I. W., & Magurran, A. E. (2011). How reproductive ecology contributes to the spread of a globally invasive fish. PLoS ONE, 6(9), e24416.
- Del Águila, R., Reátegui, F., & Fasanando, D. (2015). Caracterización limnológica del río Huallaga y principales tributarios en la región San Martín. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
- Dolédec, S., & Statzner, B. (2010). Responses of freshwater biota to human disturbances: contribution of biomonitoring programs. Freshwater Biology, 55(Suppl. 1), 1–11.

- Domínguez, E., & Fernández, H. R. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo.
- Fernández, H. R., & Domínguez, E. (2001). Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Ediciones UNT, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
- Fenchel, T. (1987). Ecology of Protozoa: The Biology of Free-living Phagotrophic Protists. Springer-Verlag.
- Gutiérrez, R., & De la Cruz, W. (2014). Evaluación de la calidad del agua y comunidades planctónicas en la cuenca media del río Jequetepeque. Revista Peruana de Biología, 21(3), 239–248.
- Lewis, W. M. Jr. (2002). Yield of nitrogen from minimally disturbed watersheds of the United States. Biogeochemistry, 57(1), 375–385.
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing.
- Margalef, R. (1978). Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. Oceanologica Acta, 1, 493–509.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., & Berg, M. B. (2008). An Introduction to the Aquatic Insects of North America (4th ed.). Kendall Hunt Publishing.
- Miserendino, M. L. (2001). Composición y distribución de macroinvertebrados en arroyos de montaña en el noroeste de la Patagonia (Argentina). Ecología Austral, 11(2), 85–97.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). Fundamentals of Ecology (5th ed.). Brooks Cole.
- Pavé, P. J., & Marchese, M. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná–Entre Ríos, Argentina). Ecología Austral, 15(2), 183–197.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13(1), 131–144.
- Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI [Internet]. Agosto.
- Reynolds, C. S. (1984). The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press.
- Reynolds, C. S. (2006). The Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press.

- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. 1ra edición. Ed. Universidad de Antioquía.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del sistema BMWP/Col. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall.
- Sournia, A. (1995). Redefining the term "phytoplankton." *Annales de l'Institut Océanographique*, 71(1), 9–16.
- Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., & Lowe, R. L. (1996). Algal ecology: Freshwater benthic ecosystems. Academic Press.
- Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2010). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (3rd ed.). Academic Press.
- Thornton, K. W. (2002). Reservoir limnology: Ecological perspectives. John Wiley & Sons.
- Wallace, R. L., Snell, T. W., & Smith, H. A. (2015). Rotifera. In Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (3rd ed., pp. 173–235). Academic Press.
- Wetzel, R. G. (2001). Limnology: Lake and River Ecosystems (3rd ed.). Academic Press.