



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y

METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



**ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL LITIO EN AGUAS TERMALES
DE POJPOQUELLA SOBRE CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR
EMOCIONAL DE LAS PERSONAS EN AYAVIRI – MELGAR –**

PUNO, 2023

TESIS

PRESENTADA POR:

ERICK ROMARIO TAPIA HUACOTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO - PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL LITIO EN AGUAS TERMALES DE POJPOQUELLA SOBRE CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR

AUTOR

ERICK ROMARIO TAPIA HUACOTO

RECuento de palabras

24125 Words

RECuento de caracteres

137655 Characters

RECuento de páginas

132 Pages

Tamaño del archivo

5.4MB

Fecha de entrega

Jul 27, 2024 7:28 AM GMT-5

Fecha del informe

Jul 27, 2024 7:30 AM GMT-5

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 19% Base de datos de trabajos entregados
- 7% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)




Dra. Sofia Benavente Fernandez
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS MEDIAMBIENTALES
Asesora



DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis padres, quienes me dieron la vida y me guiaron con su amor y sabiduría. A mi padre, Víctor Tapia, le agradezco por enseñarme el valor de la perseverancia y el inmenso esfuerzo que siempre has puesto en todo lo que haces. Gracias por mostrarme que nunca debo rendirme, incluso ante los desafíos más difíciles. A mi madre, Dina Huacoto, le estoy profundamente agradecido por tus valiosas enseñanzas de vida, tu amor incondicional y la confianza que siempre has depositado en mí. Gracias a ustedes, me siento el ser más afortunado al poder graduarme como profesional y soy muy feliz de tenerlos como padres. Ustedes son mi inspiración y mi mayor apoyo.

A mis hermanos, Edith y Carlos Tapia Huacoto, les dedico también este logro. Gracias por siempre creer en mí y apoyarme incondicionalmente. Nacimos del mismo árbol, y aunque nuestras ramas puedan ir en distintas direcciones, nuestras raíces están entrelazadas y nos sostienen firmemente. Sus palabras de aliento y su confianza en mis capacidades han sido fundamentales para llegar hasta aquí. Esta graduación es tan suya como mía, y siempre llevaré en mi corazón el orgullo de tenerlos como hermanos.

Erick Tapia



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Dios por guiar mis pasos y concederme juicio y sabiduría en cada momento. Su protección y guía han sido fundamentales para superar las adversidades y alcanzar este momento tan especial en mi vida, manteniendo firme el rumbo trazado hacia mis metas futuras.

Quiero reconocer y agradecer sinceramente a todos mis profesores de la Escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano. Sus conocimientos y dedicación han sido pilares fundamentales en mi formación académica y profesional. Cada enseñanza recibida ha contribuido significativamente a sentar las bases sólidas de mi carrera. Agradezco de manera especial a mi asesora de tesis, Dra. Sofía Lourdes Benavente Fernandes, por su apoyo continuo, orientación experta y generosidad al compartir sus conocimientos. Su guía fue crucial en el desarrollo de mi investigación y en la culminación exitosa de mi trabajo de grado.

Erick Tapia



ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.1.1 Valoración del problema	21
1.1.2 Formulación del problema	22
1.1.3 Hipótesis.....	22
1.1.4 Objetivo principal.....	22
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	22
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	23
2.2 MARCO CONCEPTUAL	25
2.2.1 ¿Qué es el Litio?.....	25
2.2.2 Propiedades Físicas y Químicas.....	25
2.2.3 Propiedades Terapéuticas del Litio	25



2.2.4	Presencia del Litio en Aguas Termales	26
2.2.5	Efectos del Litio en la Calidad de Vida y el Bienestar Emocional	26
2.3	LITIO DE ORIGEN HIDROTHERMAL	26
2.3.1	Litio de Origen Hidrotermal.....	27
2.3.2	Procesos Geológicos.....	27
2.4	PROPIEDADES TERAPÉUTICAS DEL LITIO HIDROTHERMAL	27
2.4.1	Beneficios para la Salud Física	27
2.4.2	Beneficios para la Salud Mental y Emocional	28
2.4.3	Efectos del Litio Hidrotermal en la Calidad de Vida y Bienestar Emocional	28
2.4.3.1	Impacto en la Calidad de Vida	28
2.5	TOXICOLOGÍA DEL LITIO EN AGUAS TERMALES.....	28
2.5.1	Absorción y Exposición	28
2.6	BDI (BECK DEPRESSION INVENTORY).....	29
2.6.1	Definición y Propósito del BDI.....	29
2.6.2	Desarrollo y Estructura del BDI.....	30
2.6.3	Aplicaciones Clínicas del BDI	31
2.6.4	Consideraciones Culturales y de Validación.....	31
2.6.5	Consideraciones Éticas.....	31
2.7	ABSORCIÓN DE LITIO EN EL CUERPO HUMANO	32
2.7.1	Vía de Absorción:.....	32
2.7.2	Transporte a través de la Piel:	32
2.7.3	Metabolismo y Excreción:	33
2.7.4	Efectos Terapéuticos:	33



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK (BDI)	35
3.1.1	Inventario de depresión de Beck	36
3.2	EVALUACIÓN COGNITIVA DE MONTREAL (MOCA)	41
3.3	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS	43
3.3.1	Características Químicas	43
3.3.2	Características físicas	45
3.4	TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.5.1	Definición de variables.....	47
3.6	MUESTRA	47

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1	UBICACIÓN	48
4.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	48
4.3	ACCESIBILIDAD	49
4.4	HIDROGRAFÍA	49
4.4.1	Subcuenca de Pucará.....	49
4.4.2	Cuenca interna de Ayaviri.....	50
4.5	HIDROGEOLOGÍA	51
4.5.1	Aguas subterráneas.....	51
4.6	HIDRODINÁMICA	52
4.7	POROSIDAD	52



4.8	PERMEABILIDAD	53
4.9	CLIMA.....	55
4.10	TEMPERATURA	55
4.11	PRECIPITACIÓN	56
4.12	GEOLOGÍA REGIONAL.....	57
4.12.1	Formación Calapuja (O-ca).....	57
4.12.2	Formación Muni (JsKi-mu).....	57
4.12.3	Grupo Puno (P-pu)	59
4.12.4	Grupo Tacaza	59
4.12.5	Formación Tinajani	60
4.12.6	Formación Yauri (Np – ya)	62
4.12.7	Formación Azángaro (NQ-az).....	62
4.13	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	62
4.13.1	Depósito Coluvial (Qh-co).....	62
4.13.2	Depósito Glaciofluvial (Qh- glf).....	63
4.13.3	Depósito Fluvioaluvial (Qh-fa)	63
4.13.4	Depósitos Aluviales (Qh-al).....	63
4.13.5	Depósito Fluvial (Qh – fl)	63
4.14	GEOLOGÍA LOCAL	64
4.14.1	Grupo Puno (P-pu)	64
4.14.2	Formación Tinajani (Nm-ti).....	65
4.15	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	67
4.15.1	Depósito Coluvial (Qh-co).....	67
4.15.2	Depósitos Aluviales (Qh-al).....	67
4.15.3	Depósito Fluvial (Qh – fl)	67



4.16	MAPA GEOLOGIA LOCAL	69
4.17	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	70
4.17.1	Geología estructural regional	70
4.17.2	Sistema de Falla Urcos-Sicuani-Ayaviri (U-S-A).....	70
4.17.3	Sistema de plegamientos (sector central de Puno)	70
4.17.4	Geología estructural local.....	71
4.17.5	Falla Ayaviri.....	71

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1	INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK (BDI):.....	73
5.1.1	Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA):.....	73
5.1.1.1	Obtención Antrópica	73
5.2	RESULTADO DE INICIO DE TRATAMIENTO.....	74
5.2.1	Interpretación	75
5.3	RESULTADOS INICIO DE ESTUDIO, CUATRO PRIMERAS SEMANAS	
	Inventario de Depresión de Beck (BDI)	77
5.3.1	Individuo 01	77
5.3.2	Individuo 02	78
5.3.3	Individuo 03	79
5.3.4	Individuo 04	80
5.3.5	Individuo 05	81
5.3.6	Individuo 06	82
5.3.7	Individuo 07	83
5.3.8	Individuo 08	84
5.3.9	Individuo 09	85



5.3.10	Individuo 10	86
5.4	INTERPRETACIÓN GRAFICA INICIO DE TRATAMIENTO.....	87
5.4.1	Implicaciones Clínicas	87
5.5	RESULTADOS FINALES DE ESTUDIO, OCHO SEMANAS.....	88
5.5.1	Individuo 01	88
5.5.2	Individuo 02	89
5.5.3	Individuo 03	90
5.5.4	Individuo 04	91
5.5.5	Individuo 05	92
5.5.6	Individuo 06	93
5.5.7	Individuo 07	94
5.5.8	Individuo 08	95
5.5.9	Individuo 09	96
5.5.10	Individuo 10	97
5.6	RESULTADO FINAL DE TRATAMIENTO	98
5.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	98
5.7.1	Interpretación grafica final de tratamiento	98
5.7.2	Estadística descriptiva	99
5.7.3	Análisis de tendencia:.....	99
5.7.4	Comparación de medias:	99
5.7.5	Variabilidad:.....	100
5.7.6	Tamaño del efecto:	100
5.7.7	Análisis individual:	100
5.8	ESTADÍSTICA GRAFICA.....	100
5.8.1	Series de Datos:.....	101



5.8.2	Tendencias Generales.....	102
5.8.3	Observaciones Específicas	102
5.8.4	Interpretación Clínica.....	102
5.8.5	Gráfico de barras pareadas	103
5.8.6	Series de Datos	104
5.8.7	Tendencias Generales:.....	104
5.8.8	Observaciones Específicas:	104
5.8.9	Interpretación Clínica:.....	105
5.8.10	Diagrama de caja.....	105
5.8.11	Boxplots (Diagramas de Caja):	106
5.8.12	Tendencias Generales:.....	107
5.8.13	Interpretación Clínica:.....	107
5.8.14	Diagrama de Calor (Heat Map)	108
5.8.15	Interpretación del Gráfico:	108
5.8.16	Implicaciones del Tratamiento:	109
5.8.17	Gráfico de Histograma	110
5.8.18	Inicio:	110
5.8.19	Intermedio (4 semanas):	110
5.8.20	Final (8 semanas)	111
5.8.21	Interpretación General:Distribución de Datos:	111
5.8.22	Comparación entre Grupos:	111
5.8.23	Frecuencia y Rango:.....	112
5.9	PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS	112
5.9.1	Análisis Físico-Químico.....	112
5.10	RESULTADOS DE MUESTREO QUÍMICO	113



5.10.1	Análisis de Minerales:	113
5.10.2	Implicaciones Geológicas	114
5.10.2.1	Fuente Tectónica y Volcánica:	114
5.10.2.2	Interacción con Rocas Subterráneas.....	115
5.10.2.3	Alteración Hidrotermal:	115
5.10.3	Contraste de valores de laboratorio 2024 con valores 2022.....	119
5.10.3.1	Comparación de Parámetros	119
5.10.4	Variabilidad de Litio	120
5.10.4.1	Parámetros físicos del 2024:	120
5.10.4.2	Parámetros químicos del 2024	120
5.10.5	Parámetros únicos del 2022.....	121
5.10.5.1	Resumen Comparativo	122
5.11	DISCUSIÓN	122
V.	CONCLUSIONES.....	126
VI.	RECOMENDACIONES.....	127
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
	ANEXOS.....	133

Área: Seguridad, higiene y medio ambiente

Tema:

Fecha de sustentación: 31 de julio del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Montreal cognitive assessment (moca) (evaluación cognitiva montreal)....	43
Figura 2 Toma de muestras para análisis químico.	45
Figura 3 Toma de temperatura	46
Figura 4 Toma de temperatura	47
Figura 5 Afloramiento de la serie detrítica del Grupo Puno.	65
Figura 6 Afloramiento de la Formación Tinajani.....	66
Figura 7 Series detríticas de la Formación Tinajani.....	66
Figura 8 Afloramiento de la formación caliza ayabacas, mostrando los diferentes depósitos presentes de la zona de estudio.	68
Figura 9 Mapa de geología Regional de Ayaviri.....	69
Figura 10 Fallas Urcos – Sicuani – Ayaviri	72
Figura 11 Gráfico indica el valor inicial obtenido de BDI, al inicio del tratamiento de cada individuo.....	75
Figura 12 Gráfico indica que el tratamiento ha sido generalmente efectivo en reducir los síntomas de depresión durante 4 semanas de tratamiento entre los individuos estudiados, aunque con variabilidad en la magnitud de la mejora entre los diferentes individuos.....	87
Figura 13 El gráfico indica que el tratamiento ha sido efectivo en reducir los síntomas de depresión entre los individuos estudiados, aunque con variabilidad en la magnitud de la mejora entre los diferentes individuos.	98
Figura 14 El gráfico muestra la evolución de los puntajes BDI (Beck Depression Inventory) para tres condiciones diferentes ('Inicio de tratamiento, Inicio de tratamiento 4 semanas, Final de tratamiento) a lo largo de un grupo de	



individuos del 1 al 10.....	101
Figura 16 El gráfico compara los puntajes BDI para tres condiciones diferentes ('Inicio', 'Inicio (4semanas)', '8 semanas') en un grupo de individuos del 1 al 10....	103
Figura 17 Diagramas de caja donde se muestra el inicio, las 4 semanas y 8 semanas finales.....	106
Figura 18 Diagrama de calor donde se muestra el inicio, las 4 semanas y 8 semanas finales.....	108
Figura 19 El gráfico consiste en tres histogramas, cada uno representando la distribución de una serie de datos diferentes.....	110



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Ubicación política	48
Tabla 2 Detalles geográficos	48
Tabla 3 Detalles de accesibilidad	49
Tabla 4 Valores estimados de porosidad (%).....	53
Tabla 5 Valores estimados de la permeabilidad (metros/día)	54
Tabla 6 Determinación estadística de la temperatura Máxima Anual de los últimos 5 años(2020 – 2024)	56
Tabla 7 Determinación estadística de la precipitación Máxima Anual de los últimos 5 años (2020 – 2024).....	56
Tabla 8 Toma de temperatura	58
Tabla 9 Columna estratigráfica de la Formación Tinajan / Fm Tinajani insitu.	61
Tabla 10 Descripción geológica.....	64
Tabla 11 Valores iniciales tomados antes del estudio	74
Tabla 12 Inventario de Beck, Individuo 01.....	77
Tabla 13 Inventario de Beck, Individuo 02.....	78
Tabla 14 Inventario de Beck, Individuo 03.....	79
Tabla 15 Inventario de Beck, Individuo 04.....	80
Tabla 16 Inventario de Beck, Individuo 05.....	81
Tabla 17 Inventario de Beck, Individuo 06.....	82
Tabla 18 Inventario de Beck, Individuo 07.....	83
Tabla 19 Inventario de Beck, Individuo 08.....	84
Tabla 20 Inventario de Beck, Individuo 09.....	85
Tabla 21 Inventario de Beck, Individuo 10.....	86



Tabla 22	Inventario de Beck, Individuo 01	88
Tabla 23	Inventario de Beck, Individuo 02.....	89
Tabla 24	Inventario de Beck, Individuo 03.....	90
Tabla 25	Inventario de Beck, Individuo 04.....	91
Tabla 26	Inventario de Beck, Individuo 05.....	92
Tabla 27	Inventario de Beck, Individuo 06.....	93
Tabla 28	Inventario de Beck, Individuo 07.....	94
Tabla 29	Inventario de Beck, Individuo 08.....	95
Tabla 30	Inventario de Beck, Individuo 09.....	96
Tabla 31	Inventario de Beck, Individuo 10.....	97
Tabla 32	Resultado final de toma de datos de los participantes.....	98
Tabla 33	Resultado de Análisis Físico - Químico.....	112
Tabla 34	Resultado de análisis de laboratorio.....	113
Tabla 35	Resultado de análisis de laboratorio.....	115



ACRÓNIMOS

BDI	: Depresión de Beck.
INGEMMET	: Instituto geológico minero metalúrgico
MOCA	: Evaluación Cognitiva de Montreal.
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
STAI	: Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo.
TESST	: Test de Estrés Social de Trier.
USA	: Falla Urcos – Sicuani – Ayaviri



RESUMEN

El proyecto se centra en investigar el litio en las aguas termales de Pojpoquilla en Ayaviri, ubicada en la provincia de Melgar, Puno, y su impacto en el bienestar emocional de las personas que se sumergen en estas aguas. El aumento del estrés en Ayaviri ha llevado a muchos a usar estas aguas para relajación y tratamiento terapéutico. El objetivo de la investigación es establecer una correlación entre la concentración de litio en las aguas termales de Ayaviri y el bienestar emocional de la población local. La geología de Ayaviri está compuesta por rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios que datan del Cenozoico. Destacan formaciones como el Grupo Puno y la Formación Tinajani, con un sistema estructural representado por las fallas Urcos, Sicuani y Ayaviri. La metodología empleada corresponde a un modelo piloto prospectivo abierto, que consta de tres etapas de evaluación con una muestra poblacional de 10 personas, utilizando el Inventario de Depresión de Beck (BDI) para determinar el nivel de gravedad de los síntomas de depresión en los participantes. En la primera etapa, se recopilaron datos iniciales, obteniendo un valor promedio de 30 puntos en la valoración del BDI. En la segunda etapa, correspondiente a las primeras cuatro semanas, se obtuvo un promedio de 18 puntos y en la última etapa, tras ocho semanas, los valores promedio descendieron a 8 puntos en la valoración, indicando una mejora significativa en el estado emocional de los participantes. El estudio concluye que existe una conexión entre el bienestar emocional y la concentración de litio en las aguas termales de Pojpoquilla, destacando su impacto positivo en la salud mental. Además, el análisis físico-químico permitió obtener datos precisos sobre las propiedades del agua termal, tales como el pH, el color, la temperatura, entre otros.

Palabras Clave: Aguas termales, Bienestar emocional, Litio, Salud mental.



ABSTRACT

The project focuses on investigating the presence of lithium in the Pojpoquilla hot springs in Ayaviri, located in the province of Melgar, Puno, and its impact on the emotional well-being of people who immerse themselves in these waters. Increased stress in Ayaviri has led many to use these waters for relaxation and therapeutic treatment. The objective of the research is to establish a correlation between the concentration of lithium in the Ayaviri hot springs and the emotional well-being of the local population. Ayaviri's geology is composed of sedimentary rocks and Quaternary deposits dating back to the Cenozoic. Formations such as the Puno Group and the Tinajani Formation stand out, with a structural system represented by the Urcos, Sicuani and Ayaviri faults. The methodology used corresponds to an open prospective pilot model, which consists of three evaluation stages with a population sample of 10 people, using the Beck Depression Inventory (BDI) to determine the level of severity of depression symptoms in the participants. . In the first stage, initial data were collected, obtaining an average value of 30 points in the BDI assessment. In the second stage, corresponding to the first four weeks, an average of 18 points was obtained in the assessment. and in the last stage, after eight weeks, the average values decreased to 8 points in the assessment, indicating a significant improvement in the emotional state of the participants. The study concludes that there is a direct connection between emotional well-being and the concentration of lithium in the Pojpoquilla hot springs, highlighting its positive impact on mental health. In addition, the physical-chemical analysis allowed us to obtain precise data on the properties of the thermal water, such as pH, color, temperature, among others.

Keywords: Hot springs, Emotional well-being, Lithium, Mental health.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El distrito de Ayaviri de la provincia de Melgar emerge como un mosaico de paisajes naturales y riqueza cultural en el departamento de Puno, Perú. Entre sus más preciados recursos naturales se encuentran las aguas termales, veneradas no solo por su capacidad para brindar alivio y recreación, sino también por su potencial terapéutico. El litio, un elemento químico que brota naturalmente en estas aguas geotérmicas, ha sido el foco de investigaciones, debido a sus efectos atribuidos en la mejora de diversas condiciones de salud mental. Este elemento, intrínsecamente asociado a la esfera farmacéutica por su aplicación en el tratamiento de trastornos del ánimo, presenta una oportunidad única de investigación en su forma natural en las aguas de Ayaviri. La evidencia sugiere que las aguas termales enriquecidas con litio pueden constituir una fuente de bienestar emocional, actuando como un bálsamo natural frente al estrés y la tensión de la vida contemporánea. Este estudio se origina en la observación y el creciente interés por utilizar de manera sostenible los recursos naturales para beneficio de la comunidad local. Resulta crucial examinar cómo el litio en las aguas termales afecta la calidad de vida y el bienestar emocional de los residentes de Ayaviri. El objetivo es determinar el efecto de estas aguas minerales en la vida diaria de los habitantes, determinando si su uso regular está asociado con mejoras en el estado anímico y una disminución en problemas de estrés y ansiedad. Para abordar estas preguntas de forma estructurada, la investigación plantea la siguiente cuestión central, ¿Cuál es el impacto del litio en las aguas termales en la calidad de vida y bienestar emocional de los habitantes de Ayaviri-Melgar-Puno en 2023?.

Para responder a esta interrogante, se establece como objetivo general el análisis



y la relación entre la vida emocional de las personas y la presencia de litio en las aguas termales en el distrito de Ayaviri en la región de Puno, en 2023.

Para alcanzar este fin, se detalla un objetivo específico que incluyen las propiedades físico-químicas de las aguas termales del balneario Pojpoquilla. La caracterización físico-química se centra en identificar con precisión los niveles de litio y otros componentes solubles, determinando su consistencia y variabilidad a lo largo del tiempo. Se planea utilizar metodologías de muestreo y análisis químico avanzados para obtener un perfil detallado que permita correlacionar las concentraciones de litio con posibles efectos terapéuticos. Esta información será vital para establecer dosis y recomendaciones para el uso de las aguas termales, garantizando un aprovechamiento que se alinee con los parámetros de salud y seguridad.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de los niveles de estrés en algunos pobladores de Ayaviri ha llevado a muchos a realizar actividades de relajación, como la inmersión en las aguas termales de Pojpoquilla. Algunos habitantes de Ayaviri utilizan regularmente estas aguas termales no solo para relajación, sino también para tratamiento terapéutico. Este estudio se centra en determinar el impacto de la concentración de litio en la salud emocional de quienes utilizan las aguas termales, evaluando si existe una relación significativa entre el uso de estas aguas y una mejora en la salud mental.

1.1.1 Valoración del problema

La importancia de esta investigación es especialmente significativa para los residentes de la provincia de Ayaviri-Melgar-Puno, considerando que las aguas termales representan un recurso precioso para la salud y el bienestar de la comunidad local



Entender en profundidad los efectos del litio presente en estas aguas es fundamental para asegurar la preservación y mejora de la calidad de vida y el bienestar emocional de los habitantes de la región.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la concentración de litio en las aguas termales sobre la calidad de vida y el bienestar emocional de los residentes de Ayaviri-Melgar-Puno en el año 2023?

1.1.3 Hipótesis

El litio presente en las aguas termales está asociado con una mejora en el bienestar emocional y la calidad de vida de las personas que se sumergen en ella.

1.1.4 Objetivo principal

Analizar y establecer la relación entre la vida emocional de las personas y la presencia de litio en las aguas termales en el distrito de Ayaviri en la región de Puno, en 2023.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Definir las características físico-químicas de las aguas termales del balneario Pojpoquilla del Distrito de Ayaviri.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Raimondi, A., & Urquieta, F. (1860). Evaluaciones físico-químicas de las aguas termales de Pocpoquilla - Ayaviri. *Revista de Hidroterapia*, 3(2), 45-52. Se realizaron las evaluaciones físico-químicas de las aguas termales de Pocpoquilla - Ayaviri, confirmando su contenido sulfuroso, yodado, bicarbonatado, ferruginoso y clorado, que las hace muy apropiadas para tratar problemas como el reumatismo y afecciones en la piel. En la actualidad, solo se mantiene activo uno de los siete manantiales termales, siendo el de Pocpoquilla el único que perdura.

Guzmán Álvarez, K. E., & Huallpa Yucra, M. A. (2023). Desarrollo de un marco hidrogeológico conceptual para abordar la reducción del caudal en el sistema termal Pojpoquilla-Ayaviri. *Revista de Geología Aplicada*, 17(3), 45-62. Se enfocaron en el Balneario de Pojpoquilla, analizando aspectos geomorfológicos, geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos y geofísicos. Destacaron la influencia del Altiplano Occidental y la falla regional Urcos-Sicuani-Ayaviri. La geología local y la existencia de la falla de Ayaviri fueron elementos clave. Los datos hidrológicos brindaron información climática, y el análisis químico reveló similitudes entre las fuentes en el Balneario Pojpoquilla y el Colegio M. Melgar. El modelo propuesto identifica conexiones con fallas transversales, explicando la disminución del caudal y resaltando la importancia de eventos sísmicos recientes. Este estudio establece una base sólida para comprender la complejidad hidrogeológica del sistema termal y su gestión sostenible en la región de Ayaviri.



Gao, Y., Gao, Y., y Zhang, H. (2021). The efficacy of lithium-enriched thermal spring bathing in patients with bipolar disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 292, 172-180. En un metanálisis reciente, Gao, Gao y Zhang (2021) examinaron la eficacia de los baños en aguas termales enriquecidas con litio en pacientes con trastorno bipolar. Los autores realizaron una revisión sistemática y un metanálisis de los estudios existentes sobre este tema. Sus hallazgos sugieren que los baños en estas aguas termales pueden tener efectos beneficiosos en la reducción de los síntomas del trastorno bipolar, especialmente en los síntomas depresivos. Sin embargo, los autores reconocen que se necesitan más investigaciones de alta calidad para respaldar estos resultados preliminares. Este metanálisis proporciona una base prometedora para explorar el uso de aguas termales enriquecidas con litio como un tratamiento complementario para el trastorno bipolar.

Shiotsuki, I., Terao, T., Ishii, N., Takeuchi, S., Kuroda, Y., Kohno, K., ... & Hatano, K. (2020). Lithium and trivalent lithium-enriched spas revisited: A systematic review of their potential effects on mental health. *Neuropsychopharmacology Reports*, 40(1), 3-13. Una revisión sistemática realizada por Shiotsuki et al. (2020) examinó la evidencia disponible sobre los efectos de las aguas termales enriquecidas con litio y litio trivalente en la salud mental, con un enfoque particular en el trastorno bipolar. Los autores encontraron que, si bien los estudios son limitados, existen indicios prometedores de que estas aguas podrían tener efectos terapéuticos en pacientes con trastornos del estado de ánimo, como el trastorno bipolar. Sin embargo, se requieren más investigaciones rigurosas para comprender mejor los mecanismos subyacentes y la eficacia clínica de esta intervención. Esta revisión destaca la necesidad de explorar terapias alternativas y complementarias, como el uso de aguas termales enriquecidas con litio, en el tratamiento de condiciones de salud mental complejas como el trastorno bipolar.



Cronin, H., O'Shea, R., & O'Shea, A. (2021). The effects of lithium-enriched thermal mineral water on mood: An exploratory study. *Irish Journal of Psychological Medicine*, 38(3), 226-233. Un estudio exploratorio realizado por Cronin, O'Shea y O'Shea (2021) investigó los efectos del consumo de agua mineral termal enriquecida con litio en el estado de ánimo de participantes adultos. Los resultados preliminares sugieren que beber esta agua puede tener efectos positivos en el humor y reducir los síntomas depresivos. Aunque el tamaño de la muestra fue pequeño y se necesitan más investigaciones, este estudio proporciona evidencia inicial de que la ingesta de aguas termales enriquecidas con litio podría ser una intervención prometedora para mejorar el estado de ánimo. Los autores resaltan la importancia de explorar terapias alternativas y naturales, particularmente aquellas que involucran la exposición a minerales como el litio, en el manejo de los trastornos del estado de ánimo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 ¿Qué es el Litio?

El litio es un elemento químico de símbolo Li y número atómico 3. Es un metal alcalino suave, de color blanco plateado, que se oxida rápidamente en contacto con el aire y el agua (Miessler, G. L., & Tarr, D. A, 2014).

2.2.2 Propiedades Físicas y Químicas

Es el metal más ligero y tiene una alta reactividad y capacidad para formar aleaciones. En su forma iónica (Li⁺), se encuentra disuelto en aguas termales y minerales (Miessler, G. L., & Tarr, D. A, 2014).

2.2.3 Propiedades Terapéuticas del Litio



El litio (Li) es un metal alcalino blanco plateado, conocido por sus propiedades terapéuticas en el tratamiento de trastornos del ánimo, especialmente el trastorno bipolar.

Este elemento estabiliza el estado de ánimo y reduce el riesgo de episodios maníacos y depresivos (Goodwin & Jamison, 2007).

2.2.4 Presencia del Litio en Aguas Termales

Origen Geológico: El litio en las aguas termales puede provenir de la disolución de minerales litíferos en las rocas subterráneas a través de procesos hidrotermales (Hem, J. D., 1985).

Concentraciones Típicas: La concentración de litio en aguas termales varía dependiendo de la geología local. Es importante medir estas concentraciones para evaluar sus posibles efectos terapéuticos (Hem, J. D., 1985).

2.2.5 Efectos del Litio en la Calidad de Vida y el Bienestar Emocional

Impacto en la Salud Física y Psicológica

Salud Física: Las aguas termales ricas en litio pueden contribuir a la mejora de la salud física a través de la relajación muscular y la mejora de la circulación sanguínea.

Salud Psicológica: La exposición al litio a través de las aguas termales puede tener un efecto positivo en la salud mental, aliviando síntomas de ansiedad y depresión, y mejorando el bienestar emocional (Mundt, C., & Meyer-Lindenberg, A. 2010).

2.3 LITIO DE ORIGEN HIDROTHERMAL



2.3.1 Litio de Origen Hidrotermal

Definición: El litio es un metal alcalino (Li) que se encuentra en la naturaleza en varias formas, incluyendo minerales y soluciones acuosas (Hem, J. D. 1985).

2.3.2 Procesos Geológicos

Según (Hem, J. D, 1985), se tiene las siguientes etapas:

Actividad Volcánica: En regiones con actividad volcánica, el magma subterráneo calienta las aguas infiltradas desde la superficie.

- **Circulación Hidrotermal:** El agua de lluvia penetra en el suelo, se calienta al entrar en contacto con rocas ígneas calientes y disuelve minerales presentes en estas rocas, incluyendo compuestos de litio.
- **Emergencia a la Superficie:** Las aguas calentadas y mineralizadas emergen a través de fisuras y grietas en la superficie, formando manantiales termales.

2.4 PROPIEDADES TERAPÉUTICAS DEL LITIO HIDROTHERMAL

2.4.1 Beneficios para la Salud Física

Según (Mundt, C., & Meyer-Lindenberg, A. 2010), se tiene los siguientes:

- **Relajación Muscular:** Las aguas termales ricas en litio pueden ayudar a relajar los músculos, aliviar dolores y mejorar la movilidad.
- **Circulación Sanguínea:** La exposición a aguas termales puede mejorar la circulación sanguínea y la oxigenación de los tejidos.



- **Desintoxicación:** Las aguas termales pueden ayudar en la eliminación de toxinas del cuerpo a través de la sudoración y la estimulación del metabolismo.

2.4.2 Beneficios para la Salud Mental y Emocional

- **Estabilización del Estado de Ánimo:** El litio es conocido por sus propiedades estabilizadoras del estado de ánimo y su capacidad para reducir los síntomas de trastornos afectivos, como el trastorno bipolar.
- **Reducción del Estrés y la Ansiedad:** La inmersión en aguas termales ricas en litio puede contribuir a la reducción del estrés y la ansiedad, promoviendo una sensación general de bienestar.
- **Mejora del Sueño:** El uso de aguas termales puede mejorar la calidad del sueño, lo que a su vez puede tener un efecto positivo en la salud mental y física.

2.4.3 Efectos del Litio Hidrotermal en la Calidad de Vida y Bienestar Emocional

2.4.3.1 Impacto en la Calidad de Vida

Entorno Natural: La presencia de aguas termales ricas en litio puede contribuir a la calidad de vida mediante la creación de un entorno natural atractivo y relajante que favorece actividades recreativas y turísticas (Mundt, C., & Meyer-Lindenberg, A. 2010).

2.5 TOXICOLOGÍA DEL LITIO EN AGUAS TERMALES

2.5.1 Absorción y Exposición



Absorción Cutánea: La absorción de litio a través de la piel es mínima, por lo que bañarse en aguas termales con una concentración de 12 mg/L de litio no representa un riesgo significativo de toxicidad sistémica (National Institutes of Health, 2020).

Ingestión Accidental: Si se ingiere agua de estas fuentes, la exposición sería más directa. La ingesta diaria de agua termal con esta concentración, incluso si se consume alrededor de 2 litros, resultaría en una ingesta de 24 mg de litio por día, lo cual es bastante inferior a las dosis terapéuticas utilizadas para tratar trastornos psiquiátricos (National Institutes of Health, 2020).

Las aguas termales con una concentración de 12 mg/l de litio presentan un riesgo muy bajo de toxicidad, especialmente a través de la exposición cutánea. Incluso en caso de ingestión accidental, las cantidades de litio ingeridas serían considerablemente menores que las dosis terapéuticas y no deberían representar un riesgo significativo para la salud, siempre y cuando no se consuman en grandes cantidades.

2.6 BDI (BECK DEPRESSION INVENTORY)

2.6.1 Definición y Propósito del BDI

El BDI se define como un cuestionario autoadministrado que consta de 21 preguntas diseñados para evaluar diversos síntomas depresivos experimentados.

Estos síntomas incluyen sentimientos de tristeza, desesperanza, pérdida de interés en actividades previamente disfrutadas, fatiga, dificultades para tomar decisiones, y pensamientos o actos suicidas, entre otros. Cada ítem presenta una serie de declaraciones que el individuo debe calificar según la intensidad de cada



síntoma, utilizando una escala de 0 a 3. El propósito principal del BDI es proporcionar una evaluación cuantitativa y estandarizada de la sintomatología depresiva. Esta medida es esencial para facilitar el diagnóstico clínico de la depresión, permitiendo a los profesionales de la salud mental y otros investigadores evaluar la gravedad de la depresión, monitorear la evolución de los síntomas a lo largo del tiempo y evaluar la eficacia de las intervenciones terapéuticas. El BDI fue desarrollado originalmente a partir de la teoría cognitiva de Aaron T. Beck, la cual postula que los síntomas depresivos son influenciados por patrones de pensamiento negativos y distorsiones cognitivas. La estructura del cuestionario refleja esta base teórica al evaluar no solo la presencia de síntomas depresivos, sino también la severidad de cada uno de ellos. Los ítems del BDI fueron seleccionados para abarcar un amplio espectro de síntomas depresivos comunes, permitiendo una evaluación comprehensiva de la sintomatología. En términos prácticos, el BDI consta de preguntas específicas que abordan aspectos clave de la experiencia depresiva, desde la afectación emocional hasta los cambios en el comportamiento y la cognición del individuo. Esta estructura detallada y sistemática del cuestionario facilita la recolección de datos consistentes y confiables, lo cual es crucial para el uso clínico y de investigación (Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. 1996).

2.6.2 Desarrollo y Estructura del BDI

- **Desarrollo:** Fue desarrollado por Aaron T. Beck, Robert A. Steer y Gregory K. Brown en 1961 como una herramienta basada en la teoría cognitiva de la depresión.
- **Estructura:** Consiste en 21 ítems que evalúan diferentes síntomas



depresivos como tristeza, desesperanza, pesimismo, sentimientos de fracaso, entre otros.

Cada ítem tiene una serie de declaraciones que el individuo debe evaluar en una escala de 0 a 3, según la intensidad con la que experimenta cada síntoma.

2.6.3 Aplicaciones Clínicas del BDI

- **Diagnóstico Clínico:** Se utiliza para ayudar a los profesionales de la salud a diagnosticar la depresión y evaluar su gravedad.
- **Evaluación de Progreso:** Permite monitorear la evolución de los síntomas depresivos a lo largo del tiempo, lo que es crucial para ajustar el tratamiento.
- **Investigación:** Es una herramienta ampliamente utilizada en estudios clínicos y de investigación para evaluar la eficacia de intervenciones terapéuticas y factores de riesgo asociados con la depresión.

2.6.4 Consideraciones Culturales y de Validación

- **Adaptación Cultural:** Es importante considerar la adaptación cultural y lingüística del BDI para asegurar su validez y fiabilidad en diferentes poblaciones y contextos culturales.
- **Validación:** Se han realizado numerosos estudios de validación del BDI en diferentes países y grupos demográficos para asegurar su precisión y utilidad clínica.

2.6.5 Consideraciones Éticas

Es fundamental asegurar que el uso del BDI respete



los principios éticos deconfidencialidad, consentimiento informado y uso adecuado de los resultados obtenidos.

2.7 ABSORCIÓN DE LITIO EN EL CUERPO HUMANO

2.7.1 Vía de Absorción:

- **Absorción Cutánea:** El litio en las aguas termales puede ser absorbido a través de la piel durante el baño. La piel, al estar en contacto con el agua rica en litio, permite la penetración de este mineral a través de los poros y glándulas sudoríparas (Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. 1977).
- **Inhalación:** Aunque en menor medida, es posible que pequeñas cantidades de litio puedan ser absorbidas a través de la inhalación de vapores mientras se está en las aguas termales (Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. 1977).

2.7.2 Transporte a través de la Piel:

- **Difusión Pasiva:** La absorción del litio a través de la piel ocurre principalmente por difusión pasiva. Este proceso depende de la concentración de litio en el agua y del tiempo de exposición. A mayor concentración y mayor tiempo de contacto, más litio será absorbido (Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. 1977).
- **Factores que Influyen:** La temperatura del agua (37°C) puede aumentar la permeabilidad de la piel, facilitando la absorción. Además, el pH neutro de las aguas termales (7.05) es ideal para mantener la integridad de la piel mientras permite la absorción de minerales (Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. 1977). Distribución en el Cuerpo:

Una vez que el litio es absorbido a través de la piel, ingresa



al torrente sanguíneo. Desde ahí, se distribuye por todo el cuerpo, incluyendo el cerebro, donde puede ejercer sus efectos beneficiosos (Bach, D. Q., & Vasan, S. K. 2014).

- **Almacenamiento:** El litio no se almacena en grandes cantidades en el cuerpo. Se distribuye principalmente en el líquido extracelular y puede cruzar la barrera hematoencefálica, alcanzando concentraciones terapéuticas en el sistema nervioso central.

2.7.3 Metabolismo y Excreción:

El litio no se metaboliza en el cuerpo. Se excreta principalmente por los riñones. Aproximadamente el 80% del litio filtrado por los riñones es reabsorbido, y el resto es excretado en la orina (Bach, D. Q., & Vasan, S. K. 201).

2.7.4 Efectos Terapéuticos:

El litio es conocido por sus efectos estabilizadores del estado de ánimo y puede ser beneficioso para el bienestar emocional. Actúa sobre varios sistemas neurotransmisores, incluida la serotonina y la dopamina, y puede regular el sistema nervioso central para mejorar el estado de ánimo y reducir los síntomas de depresión (Bach, D. Q., & Vasan, S. K. 2014).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en este proyecto de investigación sigue un modelo piloto prospectivo abierto específicamente para la comprobación del uso del Inventario de Depresión de Beck (BDI) una herramienta de autoevaluación ampliamente utilizada para medir la severidad de la depresión en individuos. Este enfoque preliminar es útil para evaluar la viabilidad y la eficacia inicial de una intervención antes de realizar un estudio a mayor escala.

Piloto: Significa que es un estudio preliminar o ensayo inicial de pequeña escala. Se realiza antes de llevar a cabo un estudio más grande y definitivo. El objetivo es probar la factibilidad, identificar posibles problemas y hacer ajustes necesarios antes de proceder con el estudio principal.

Prospectivo: Indica que los datos se recolectan a partir del momento presente y hacia el futuro. Los participantes se reclutan y se les da seguimiento a lo largo del tiempo para observar la ocurrencia de los eventos de interés.

Abierto: Significa que no hay enmascaramiento o cegamiento. Tanto los investigadores como los participantes conocen el tratamiento o intervención que se está estudiando. Esto contrasta con los estudios ciegos o doble ciego, donde se oculta esta información.

Un modelo piloto prospectivo abierto implica un estudio preliminar en el que se reclutan participantes y se les da seguimiento hacia el futuro, sin ocultar la intervención o tratamiento que están recibiendo. Este diseño permite a los investigadores evaluar la viabilidad, identificar problemas potenciales y recolectar datos iniciales antes de



emprender un estudio más grande y definitivo (John Snow, 1990).

Esta elección metodológica implica realizar una evaluación preliminar y detallada para determinar la viabilidad del proyecto antes de proceder con una investigación más extensa. En este modelo, se recopilan datos preliminares y se analizan para obtener una comprensión inicial de los aspectos clave del tema de estudio.

Este enfoque permite identificar posibles desafíos, ajustar el diseño de la investigación según sea necesario y establecer una base sólida para investigaciones futuras más amplias.

El estudio se llevó a cabo durante un periodo total de 8 semanas, donde los participantes se asignaron aleatoriamente a dos grupos, ambos sometidos a la misma intervención: baños termales ricos en litio. La investigación se realizó en el Balneario de Pojpoquilla, Ayaviri, con la participación de 10 adultos, sumergidos durante 30 minutos cuatro días a la semana.

Los participantes, con edades comprendidas entre 45 y 65 años, fueron evaluados al inicio del estudio, tras 4 semanas de tratamiento, y al finalizar las 8 semanas.

Las evaluaciones comprendieron medidas de estado de ánimo, bienestar y calidad de vida, utilizando el Inventario de Depresión de Beck (BDI) y la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA).

3.1 INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK (BDI)

El Inventario de Depresión de Beck (BDI), desarrollado por el psiquiatra Aaron T. Beck, es una de las herramientas más utilizadas para medir la gravedad de la depresión en individuos. Se compone de 21 ítems diseñados para evaluar diferentes síntomas de la depresión, como tristeza, pesimismo, sentimientos de fracaso, autocrítica, fatiga,



insomnio, pérdida de apetito y deseos suicidas, entre otros.

Cada ítem presenta una serie de afirmaciones que el paciente debe clasificar según su grado de intensidad durante la última semana, asignando un valor numérico que oscila entre 0 y 3, donde 0 indica ausencia de síntomas y 3 indica la presencia máxima de los mismos.

La puntuación total se obtiene sumando los valores asignados a cada ítem, lo que proporciona una medida cuantitativa de la gravedad de la depresión.

Los resultados se interpretan de la siguiente manera:

0-9: *Depresión ausente o mínima.*

10-18: Depresión leve a moderada.

19-29: Depresión moderada a grave.

30-63: Depresión grave.

El BDI es una herramienta útil que permite a los profesionales de la salud mental cuantificar la gravedad de los síntomas y monitorear los cambios a lo largo del tiempo, ha sido adaptado y validado en numerosos idiomas y contextos culturales, lo que lo convierte en una herramienta ampliamente utilizada en la investigación y la práctica clínica en todo el mundo. Sin embargo, es importante recordar que, aunque el BDI es una herramienta útil, no debe utilizarse como único criterio para el diagnóstico de la depresión, ya que se necesita una evaluación completa y cuidadosa por parte de un profesional de la salud mental.

3.1.1 Inventario de depresión de Beck

Estado de ánimo:

0: No me siento triste.



- 1: Me siento triste gran parte del tiempo.
- 2: Me siento triste todo el tiempo.
- 3: Estoy tan triste o infeliz que no puedo soportarlo.

Pesimismo:

- 0: No estoy desalentado respecto al futuro.
- 1: Me siento más desalentado respecto al futuro de lo que solía estar.
- 2: No espero que las cosas funcionen para mí.
- 3: Siento que el futuro es desesperanzador y que las cosas no pueden mejorar.

Fracaso:

- 0: No me siento como un fracasado.
- 1: He fracasado más que la mayoría de las personas.
- 2: Cuando miro hacia atrás, veo muchos fracasos.
- 3: Siento que soy un fracaso total como persona.

Pérdida de placer:

- 0: Disfruto de las cosas tanto como antes.
- 1: No disfruto de las cosas tanto como solía hacerlo.
- 2: Obtengo muy poco placer de las cosas que solía disfrutar.
- 3: No puedo obtener ningún placer de las cosas que solía disfrutar.

Sentimientos de culpa:

- 0: No me siento particularmente culpable.
- 1: Me siento culpable respecto a muchas cosas que he hecho o debería haber hecho.
- 2: Me siento bastante culpable la mayor parte del tiempo.
- 3: Me siento culpable todo el tiempo.

Sentimientos de castigo:



- 0: No siento que esté siendo castigado.
- 1: Siento que quizás pueda ser castigado.
- 2: Espero ser castigado.
- 3: Siento que estoy siendo castigado.

Disconformidad con uno mismo:

- 0: Me siento acerca de mí mismo como siempre.
- 1: He perdido la confianza en mí mismo.
- 2: Estoy decepcionado de mí mismo.
- 3: No me gusto a mí mismo.

Autocrítica:

- 0: No me critico ni me culpo más de lo habitual.
- 1: Me critico más de lo habitual.
- 2: Me critico por todos mis errores.
- 3: Me culpo por todo lo malo que sucede.

Pensamientos o deseos suicidas:

- 0: No tengo ningún pensamiento de suicidio.
- 1: Tengo pensamientos de suicidio, pero no los llevaría a cabo.
- 2: Quisiera suicidarme.
- 3: Me suicidaría si tuviera la oportunidad.

Llanto:

- 0: No lloro más de lo habitual.
- 1: Lloro más de lo habitual.
- 2: Lloro por cualquier cosa.
- 3: Siento que quiero llorar, pero no puedo.

Agitación:



0: No estoy más inquieto o tenso que de costumbre.

1: Me siento más inquieto o tenso que de costumbre.

2: Estoy tan inquieto o agitado que me resulta difícil estar quieto.

3: Estoy tan inquieto o agitado que debo estar siempre en movimiento o haciendo algo.

Pérdida de interés:

0: No he perdido el interés en otras personas o actividades.

1: Estoy menos interesado en otras personas o cosas que de costumbre.

2: He perdido casi todo el interés en otras personas o cosas.

3: Me es difícil interesarme por algo.

Indecisión:

0: Tomo decisiones tan bien como siempre.

1: Me resulta más difícil tomar decisiones que de costumbre.

2: Encuentro mucha más dificultad para tomar decisiones que antes.

3: Tengo problemas para tomar cualquier decisión.

Inutilidad:

0: No me siento inútil.

1: No me considero tan valioso y útil como solía ser.

2: Me siento más inútil a medida que pasa el tiempo.

3: Me siento completamente inútil.

Pérdida de energía:

0: Tengo tanta energía como siempre.

1: Tengo menos energía de lo habitual.

2: No tengo suficiente energía para hacer mucho.

3: No tengo energía para hacer nada.



Cambios en los patrones de sueño:

0: No he experimentado ningún cambio en mis patrones de sueño.

1: Duermo un poco más/menos de lo habitual.

2: Duermo mucho más/menos de lo habitual.

3: Duermo la mayor parte del día/Me despierto 1-2 horas más temprano y no puedo volver a dormir.

Irritabilidad:

0: No estoy más irritable que de costumbre.

1: Estoy más irritable que de costumbre.

2: Estoy mucho más irritable que de costumbre.

3: Estoy irritado todo el tiempo.

Cambios en el apetito:

0: No he experimentado ningún cambio en mi apetito.

1: Mi apetito es un poco menor/mayor de lo habitual.

2: Mi apetito es mucho menor/mayor de lo habitual.

3: No tengo apetito en absoluto/Quiero comer todo el tiempo.

Dificultad de concentración:

0: Puedo concentrarme tan bien como siempre.

1: No puedo concentrarme tan bien como de costumbre.

2: Me resulta difícil mantener mi mente en algo durante mucho tiempo.

3: Encuentro que no puedo concentrarme en nada.

Fatiga o cansancio:

0: No estoy más cansado o fatigado que de costumbre.

1: Me canso o fatigo más fácilmente de lo habitual.

2: Estoy demasiado cansado o fatigado para hacer muchas de las cosas que solía



hacer.

3: Estoy demasiado cansado o fatigado para hacer la mayoría de las cosas que solía hacer

Pérdida de interés sexual:

0: No he notado ningún cambio reciente en mi interés por el sexo.

1: Estoy menos interesado en el sexo de lo que solía estar.

2: Estoy mucho menos interesado en el sexo ahora.

3: He perdido completamente el interés en el sexo.

Puntaje total:

3.2 EVALUACIÓN COGNITIVA DE MONTREAL (MOCA)

El Montreal Cognitive Assessment (MoCA) es una herramienta de evaluación cognitiva breve y ampliamente utilizada para detectar deficiencias cognitivas leves a graves, especialmente en el contexto de trastornos neurocognitivos.

El MoCA evalúa varias áreas cognitivas, incluyendo memoria, atención, lenguaje, habilidades visuoespaciales, capacidad ejecutiva y orientación. Consiste en una serie de tareas y preguntas que cubren estas áreas cognitivas, con un puntaje máximo de 30 puntos, tal como se aprecia en la figura 1.

Las áreas específicas evaluadas incluyen:

Atención y concentración: Se realizan ejercicios de atención y se pide al paciente que repita una lista de números en orden inverso.

Memoria: El paciente debe recordar una lista de palabras y luego repetirla más adelante en la prueba. También se incluyen tareas de recordar una dirección y recordar una serie de letras mientras realiza una tarea de conteo.



Funciones ejecutivas: Se evalúa la capacidad para llevar a cabo tareas complejas, como realizar dibujos abstractos, resolver problemas matemáticos sencillos y seguir instrucciones secuenciales.

Lenguaje: Se evalúa la fluidez verbal, la comprensión y la denominación de objetos.

Habilidades visuoespaciales: Se pide al paciente que copie un dibujo geométrico y realice tareas de orientación espacial.

Orientación: Se le preguntan al paciente la fecha, el día de la semana, el mes, el año y la ubicación actual.

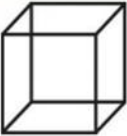
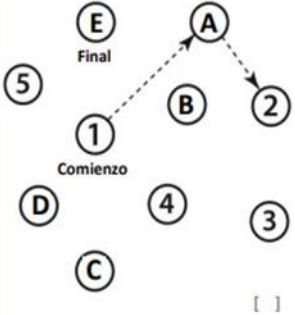
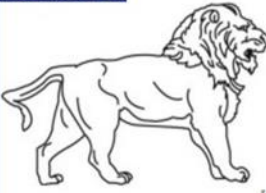
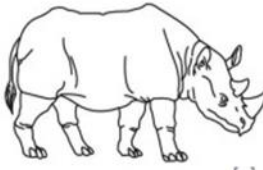
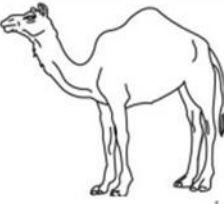
La puntuación total se ajusta según el nivel educativo del individuo. Un puntaje de 26 o más se considera normal, mientras que una puntuación por debajo de 26 sugiere un deterioro cognitivo.

El MoCA es una herramienta útil para la detección temprana de problemas cognitivos, pero no proporciona un diagnóstico definitivo.

Es importante que cualquier persona que presente preocupaciones sobre su función cognitiva sea evaluada por un profesional de la salud, quien puede realizar un diagnóstico más completo y determinar la causa subyacente del deterioro cognitivo.

Figura 1

Montreal cognitive assessment (moca) (evaluación cognitiva montreal)

VISUOESPACIAL / EJECUTIVA		 Copiar el cubo <input type="checkbox"/>		Dibujar un RELOJ (Once y diez) (3 puntos) <input type="checkbox"/>		PUNTOS		
 <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			_ / 5	
IDENTIFICACIÓN		 <input type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>		 <input type="checkbox"/>		_ / 3
MEMORIA	Lea la lista de palabras, el paciente debe repetirlas. Haga dos intentos. Recuérdelas 5 minutos más tarde.	ROSTRO 1º INTENTO 2º INTENTO	SEDA	TEMPLO	CLAVEL	ROJO	NINGÚN PUNTO	
ATENCIÓN	Lea la serie de números (1 número/seg.) El paciente debe repetirlos en el mismo orden. <input type="checkbox"/> 2 1 8 5 4 El paciente debe repetirlos en orden inverso. <input type="checkbox"/> 7 4 2	<input type="checkbox"/> F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B						_ / 2
Lea la serie de letras. El paciente debe dar un golpecito con la mano cada vez que se diga la letra A. No se asignan puntos si ≥ 2 errores.		<input type="checkbox"/>						
Restar de 7 en 7 empezando desde 100. <input type="checkbox"/> 93 <input type="checkbox"/> 86 <input type="checkbox"/> 79 <input type="checkbox"/> 72 <input type="checkbox"/> 65		4 o 5 restas correctas: 3 puntos, 2 o 3 restas correctas: 2 puntos, 1 resta correcta: 1 punto, 0 restas correctas: 0 puntos						_ / 3
LENGUAJE	Repetir: Solo sé que le toca a Juan ayudar hoy. <input type="checkbox"/> El gato siempre se esconde debajo del sofá cuando hay perros en la habitación. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Fluidez del lenguaje. Decir el mayor número posible de palabras que comiencen por la letra "F" en 1 minuto. <input type="checkbox"/> ____ (N ≥ 11 palabras)		<input type="checkbox"/>						_ / 1
ABSTRACCIÓN	Similitud entre p. ej. plátano-naranja = fruta <input type="checkbox"/> tren-bicicleta <input type="checkbox"/> reloj-regla	<input type="checkbox"/>						
RECUERDO DIFERIDO	Debe recordar las palabras SIN DARLE PISTAS <input type="checkbox"/>	ROSTRO	SEDA	TEMPLO	CLAVEL	ROJO	Puntos por recuerdos SIN PISTAS únicamente MIS = ____ / 15	
Puntuación de la escala de memoria (MIS)	X3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	X2 Pista de categoría	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
X1 Pista de elección múltiple	<input type="checkbox"/>						_ / 5	
ORIENTACIÓN	<input type="checkbox"/> Fecha <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> Día de la semana <input type="checkbox"/> Lugar <input type="checkbox"/> Localidad	<input type="checkbox"/>						_ / 6
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org		MIS: /15 (Normal ≥ 26/30)		MIS: /15 (Normal ≥ 26/30)		TOTAL <input type="checkbox"/> / 30		
Administrado por: _____		Se requiere formación y certificado para garantizar la exactitud.		Añadir 1 punto si tiene ≤ 12 años de estudios		<input type="checkbox"/>		

Fuente: <https://catch-on.org/wp-content/uploads/2016/12/MoCA-Test-Spanish.pdf>

3.3 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS

La determinación de los compuestos presentes y otros elementos en las aguas termales de Pojpoquilla fue esencial para evaluar su calidad y seguridad para diversos usos.

3.3.1 Características Químicas



En el laboratorio, se realizaron análisis específicos para identificar y cuantificar los metales presentes y otros elementos.

Esto se llevó a cabo mediante técnicas como espectroscopía de absorción atómica o espectrometría de masas, que permiten detectar y medir la concentración de diferentes elementos con alta precisión.

Los metales más comúnmente analizados en aguas termales incluyen el litio, hierro, el manganeso, el aluminio, el zinc, el cobre, el plomo, entre otros.

Una vez realizados los análisis, se obtuvieron los resultados que indican la concentración de cada metal o elemento presente en las aguas termales. Estos resultados se comparan con las normativas y estándares establecidos para determinar si el agua es segura para su uso previsto.

El informe final del laboratorio proporciona una descripción detallada de los metales y elementos detectados, junto con sus concentraciones respectivas. Esta información es valiosa para los gestores de balnearios, autoridades de salud y otros responsables de asegurar la calidad y seguridad del agua termal. En base a estos resultados, se pueden tomar medidas correctivas si se identifican concentraciones preocupantes de metales o elementos que podrían representar riesgos para la salud o el medio ambiente.

Figura 2

Toma de muestras para análisis químico.



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Características físicas

La caracterización física de las aguas termales implicó estar presente en el lugar de la fuente termal para observar y realizar pruebas directas. Primero, se llevó a cabo una observación detallada de las características visuales del agua, como su color, transparencia, y cualquier sedimento o material en suspensión. Luego, se realizaron pruebas físicas para medir varias propiedades del agua, incluyendo temperatura, olor, sabor y textura. La temperatura del agua se midió utilizando un termómetro calibrado específicamente para rangos de temperatura termales. Esta medición es crucial ya que la temperatura del agua puede influir en su uso terapéutico y en la flora y fauna que habitan en el entorno.

Se llevó a cabo una evaluación del olor y el sabor del agua para detectar la presencia de compuestos como sulfuro de hidrógeno u otros elementos que pueden afectar la calidad del agua y su aceptabilidad para los usuarios.

Todas estas observaciones y mediciones directas proporcionaron una comprensión detallada de las características físicas de las aguas termales en el lugar mismo. Este enfoque complementa los análisis de laboratorio y permite una evaluación más completa de la calidad y el potencial terapéutico del agua termal en el balneario de Pojpoquilla.

Figura 3

Toma de temperatura



Fuente: Elaboración propia

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue de observación en el campo, ya que se realizó directamente en el lugar y durante el periodo de estudio.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Explicativo de evaluación.

3.5.1 Definición de variables

Variable independiente: Concentración de Litio.

Variable dependiente: Estado emocional.

3.6 MUESTRA

Tipo de muestra: Estratificado

El número de muestras en total fueron 10 personas, quienes apoyaron a esta investigación.

Figura 4

Toma de temperatura



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN

Tabla 1

Ubicación política

División política	Nombre
Región	Puno
Provincia	Melgar
Distrito	Ayaviri
Centro poblado	Ayaviri

Fuente: Elaboración Propia

La zona de investigación se encuentra en Ayaviri a una altitud de 3,913 metros sobre el nivel del mar, y específicamente, el balneario Pojpoquilla está situado en las laderas del cerro Kolqueparque, en la parte extrema sur - este de la ciudad.

4.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Tabla 2

Detalles geográficos

Sistema	Datum	Componentes	Coordenadas
Coordenadas Geográficas	WGS1984	Longitud oeste Latitud Sur	70°35'17" 14°51'42"
Coordenadas UTM Zona 19S	WGS1984	Este (m) Norte (m)	330038 8353622
Altitud	Nivel Medio del Mar	m.s.n.m	3913

Fuente: Elaboración Propia

4.3 ACCESIBILIDAD

El Balneario de Pojpoquilla se encuentra en la misma ciudad de Ayaviri, en su borde sureste. Teniendo como acceso principal la vía asfaltada Juliaca – Ayaviri, Cusco – Sicuani – Ayaviri y Lima – Juliaca.

Para llegar a la zona de estudio, básicamente es por vía terrestre, el cual semuestra en la tabla 3.

Tabla 3

Detalles de accesibilidad

Vías de acceso	Distancia (Km)	Tiempo de viaje	Tipo de Vía
Juliaca - Ayaviri	84 km	1 h y 20 min.	Asfaltado
Cusco – Ayaviri – Balneario de Pojpoquilla	280 km	5 horas y 30 minutos	Asfaltado
Lima - Juliaca	1450 km	1 hora 25 min	Aéreo

Fuente: Elaboración Propia

4.4 HIDROGRAFÍA

4.4.1 Subcuenca de Pucará

La Subcuenca de Pucará, situada en la región de Puno, abarca un área de 2,668 km² y tiene un perímetro de 298 km. Esta subcuenca se extiende desde las alturas del cerro Sapansalla, ubicado a una altitud de 5,162 m.s.n.m, hasta su parte más baja en la confluencia del río Ayaviri con el río Azángaro, a una altitud de 3,839 m.s.n.m. Geográficamente, se encuentra entre las coordenadas UTM WGS84 Este 330028 y Nortede 8353622 (INGEMMET, 2021).

El sistema fluvial de la subcuenca tiene una longitud total de 152 km y



presenta una pendiente mínima del 0.017% en las partes bajas, aumentando a un 0.05% en las partes altas.

La dirección predominante del río principal es Sureste, y su perfil se asemeja a una forma trapezoidal. El número de orden de la cuenca es 6, con una altura media de 4,084 msnm (INGEMMET, 2021)

Desde una perspectiva hidrográfica, la Subcuenca de Pucará muestra un patrón dedrenaje que varía de medio a grueso, especialmente en la parte baja del sistema fluvial.

4.4.2 Cuenca interna de Ayaviri

La Cuenca Interna de Ayaviri, ubicada en la región de Puno, Perú, es un subcuenca de gran importancia que abarca una extensa área alrededor de la ciudad de Ayaviri y sus alrededores, abarcando una extensión considerable de tierra que incluye una variedad de paisajes, desde las altas montañas de los Andes hasta las llanuras más bajas.

Presenta una topografía diversa, que va desde las altas montañas de los Andes hasta los valles y llanuras más bajas. Se caracteriza por la presencia de cerros y cordilleras, así como por una red de ríos y arroyos que cruzan la región.

El clima de la Cuenca Interna de Ayaviri es mayormente frío y seco debido a su ubicación en los Andes.

Los ríos principales que atraviesan la subcuenca incluyen el Cahuasiri-Puncu Puncu, Vilacarca, Umachiri, Condormilla, Actani, Vilcamayo, Machacmarca y Sora. Además, destaca la presencia de la laguna de Tantan como el cuerpo de agua principal en la región. La diversidad de fenómenos



geomorfológicos y geotermales en la región se debe a la influencia de varios procesos históricos, que abarcan eventos orogénicos, epirogénicos, condiciones ambientales y actividad volcánica. Estos procesos han dejado su huella en la topografía actual, dando lugar a una amplia gama de formaciones geológicas y manantiales de aguas termales. La presencia de cañones geológicos y surgencias de aguas termales destaca la complejidad del entorno.

Los ríos en la zona se originan en glaciares y mantienen un flujo constante a lo largo del año, experimentando un aumento significativo durante periodos de lluvias intensas.

El río Ayaviri se destaca como el principal, con sus afluentes nacientes en la cordillera del Vilcanota, marcando el límite con el Cusco. Además, la presencia de lagunas, como la de Orurillo, ha creado microclimas favorables, con un impacto significativo en la agricultura y la cría de peces en la región.

4.5 HIDROGEOLOGÍA

4.5.1 Aguas subterráneas

Líquido que reside y circula bajo la superficie terrestre, dando forma a la estructura de los acuíferos. Su principal aporte proviene de la lluvia, mediante el proceso de infiltración. Esta reserva acuífera subterránea se encuentra por debajo del nivel freático, saturando completamente los poros y/o grietas del suelo, y emerge de manera espontánea hacia la superficie a través de vertientes, manantiales o cauces fluviales (Collazo & Montaña, 2012, p. 16).

En el análisis del perfil del subsuelo realizado por Collazo et al. (2012), se distinguen dos zonas con características hidráulicas específicas. La zona superior,

más superficial, es conocida como la zona de aireación o no saturada, mientras que la zona más profunda se denomina como la zona de saturación.

4.6 HIDRODINÁMICA

La hidrodinámica del agua subterránea en la Cuenca Interna de Ayaviri está influenciada por un sistema dual de doble porosidad. Este sistema comprende una porosidad primaria y otra secundaria, que se forman debido a la acción del agua a altas temperaturas y la disolución de los minerales presentes en el subsuelo (INGEMET, 2021).

La porosidad primaria se refiere a los espacios entre las partículas del suelo y las rocas que permiten el flujo del agua subterránea. Por otro lado, la porosidad secundaria se genera por la presencia de conductos y fracturas que se forman a través de la disolución de los minerales presentes en el subsuelo debido a la acción del agua caliente. Estos conductos y fracturas actúan como vías preferenciales para el flujo de agua subterránea (INGEMET, 2021).

Este sistema de doble porosidad tiene un papel importante en la dinámica del agua subterránea en la región de Ayaviri. La presencia de conductos y fracturas aumenta la permeabilidad del subsuelo y permite que el agua se mueva con mayor rapidez y eficiencia. Sin embargo, también puede influir en la contaminación del agua subterránea, ya que los contaminantes pueden moverse rápidamente a lo largo de estos conductos y fracturas (Aguirre, 2021).

4.7 POROSIDAD

En el estudio de la Cuenca Interna de Ayaviri se ha identificado un modelo de porosidad dual, que incluye una porosidad secundaria asociada a los conductos hidrotermales. Estos conductos hidrotermales, formados por la actividad hidrotermal y la

disolución de minerales en el subsuelo, representan aproximadamente el 20-30% del total de la porosidad en la cuenca.

A continuación, se muestra valores referenciales de porosidad en la siguiente tabla:

Tabla 4

Valores estimados de porosidad (%).

Tipo de suelo/Litología	Porosidad total	Porosidad eficaz
Arcillas	40 a 60	0 a 5
Limos	35 a 50	3 a 19
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50	10 a 28
Arenas gruesas	21 a 50	22 a 35
Grava	25 a 40	13 a 26
Shale intacta	1 a 10	0.5 a 5
Shale fracturada	30 a 50	-
Arenisca	5 a 35	0.5 a 10
Calizas, dolomías no carstificadas	0.1 a 25	0.1 a 5
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50	5 a 40
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0.01 a 1	0.005
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10	0.00005 a 0.01

Fuente: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14845016/valores-estimados-de-la-porosidad-segun-sanders-1998->

4.8 PERMEABILIDAD

La permeabilidad en la Cuenca Interna de Ayaviri debe considerar tanto la porosidad primaria, que se refiere a los espacios entre las partículas del suelo y rocas, como la porosidad secundaria, generada por la actividad hidrotermal y disolución de minerales. Este sistema dual permite una mayor eficiencia en el flujo del agua subterránea, lo que es crucial para el análisis hidrogeológico de la región. Estos conductos

hidrotermales, que se extienden desde la profundidad hasta la superficie, probablemente corresponden a fuentes de recarga de fallas transversales a la falla de Ayaviri. Actúan como conductos de recarga, permitiendo que el agua se infiltre desde capas más profundas hacia el acuífero. En consecuencia, el comportamiento hidrogeológico de la cuenca se caracteriza por ser un sistema mixto, como se mencionó en el marco teórico. Esto significa que la permeabilidad del subsuelo está influenciada por una combinación de porosidad primaria y secundaria, y que la presencia de los conductos hidrotermales tiene un impacto significativo en la recarga del acuífero y en el flujo del agua subterránea en la región, a continuación, se muestra la tabla 05 de referencia, para poder definir valores de permeabilidad (Fetter, 2001).

Tabla 5

Valores estimados de la permeabilidad (metros/día)

Tipo de Roca	Porosidad Primaria	Porosidad Secundaria	Permeabilidad (mD)	Comentarios
Arenisca	Alta	Baja	10 - varios D	Común en cuencas sedimentarias, alta capacidad de almacenamiento y flujo. Puede estar influenciada por conductos hidrotermales, variable dependiendo de la fracturación.
Caliza fracturada	Baja	Alta	menos de 1 - varios cientos de mD	Alta permeabilidad debido a fracturación y conductos hidrotermales. Baja en estado no fracturado; aumenta significativamente cuando fracturado, permitiendo flujo de agua subterránea.
Basalto fracturado	Baja	Alta	varios mD - varios cientos de mD	
Granito fracturado	Muy Baja	Moderada a Alta	inferior a 1 - varios cientos de mD	

Fuente: Fetter, C. W. (2001). Applied Hydrogeology (4th ed.). Prentice Hall.

4.9 CLIMA

Siendo una típica provincia andina, su clima se ajusta al perfil característico de la sierra, exhibiendo una diversidad que abarca desde frío y seco hasta gélido y prácticamente deshabitado en las cordilleras que superan los 4000 m.s.n.m. A partir de los 3800 m.s.n.m., donde ya se ubican asentamientos como la capital provincial, el clima adquiere un carácter frío, mientras que en las quebradas, propicias para la agricultura, se presenta un clima más templado. Los vientos alisios son predominantes, los vientos locales se manifiestan ocasionalmente, pero con intensidad, y las lluvias, generalmente torrenciales, suelen ir acompañadas de granizo y descargas eléctricas. Las nevadas son comunes durante el invierno (Palacios, y otros, 1993). En sintonía con toda la región de la sierra, esta provincia experimenta dos estaciones claramente definidas: una temporada lluviosa y templada que va de octubre a marzo, y una estación seca e invernal que se extiende de abril a septiembre (Palacios, y otros, 1993).

Durante la primera, las lluvias son notables, mientras que la segunda se caracteriza por su sequedad y heladas penetrantes en las noches. La temperatura promedio ronda los 12°C, con variaciones notables en un solo día, alcanzando máximas de 22°C y mínimas de -12°C en invierno. La presencia del sol es destacada durante las principales horas del día en la estación seca e invernal a (Palacios, y otros, 1993).

4.10 TEMPERATURA

Los valores promedios de temperatura en la zona de estudio, está condicionada, por los factores climáticos estacionales que es representada por la zona altiplánica donde se tiene una temperatura que oscila entre 17°C – 2°C (SENAMHI, 2024)

Según la data obtenida, para el periodo 2020 – 2024, se llega a las temperaturas más elevadas en el año 2023 con una media de 21.80°C, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Determinación estadística de la temperatura Máxima Anual de los últimos 5 años(2020 – 2024)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2024	21.8	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.67
2023	21.2	20.0	21.4	20.0	19.6	18.6	22.4	22.0	24.0	26.0	24.8	21.6	21.80
2022	19.4	18.6	21.4	19.4	19.4	18.2	19.8	20.0	22.0	23.4	24.6	22.4	20.72
2021	19.4	19.2	18.2	18.0	18.6	18.4	19.2	20.0	21.4	22.6	22.4	21.0	19.87
2020	20.2	20.6	19.2	0.0	0.0	0.0	20.0	21.6	22.0	21.4	23.8	23.0	15.98
Media	20.40	20.12	16.04	11.48	11.52	11.04	16.28	16.72	17.88	18.68	19.12	17.60	16.41
Máximo	21.80	22.20	21.40	20.00	19.60	18.60	22.40	22.00	24.00	26.00	24.80	23.00	21.80

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de SENAMHI

4.11 PRECIPITACIÓN

La precipitación en la zona de Ayaviri presenta una variación estacional. Las lluvias empiezan regularmente en diciembre y terminan en marzo. Entre abril y agosto hay una temporada “seca”.

Los promedios anuales de precipitación oscilan entre 679 mm a 1010 mm. Sin embargo, a lo largo del año suelen presentarse precipitaciones de forma irregular.

Tabla 7

Determinación estadística de la precipitación Máxima Anual de los últimos 5 años (2020 – 2024)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2024	127.60	138.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	265.7
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	65.50	102.70	108.0	7.6	43.5	0.0	6.0	1.4	11.	24.	72.0	95.8	537.6
			0	0	0	0	0	0	00	10	0	0	0
2022	222.70	105.50	152.7	52.6	0.0	0.0	1.6	7.2	2.5	1.1	1.8	69.3	617.0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	125.50	127.50	165.2	60.8	3.3	1.7	0.0	0.0	14.	38.	56.1	179.	772.9
			0	0	0	0	0	0	70	60	0	50	0
2020	188.90	178.10	57.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	39.	70.	8.0	90.6	633.4
			0	0	0	0	0	0	40	30	0	0	0
Media	146.04	130.38	96.6	24.2	9.3	0.3	1.5	1.8	13.	26.	27.5	87.0	565.3
			4	0	6	4	2	8	52	82	8	4	2
Máximo	222.70	178.10	165.2	60.8	43.5	1.7	6.0	7.2	39.	70.	72.0	179.	1046.
			0	0	0	0	0	0	40	30	0	50	40
Mínimo	65.50	102.70	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	168.2
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de SENAMHI



4.12 GEOLOGÍA REGIONAL

La región de Puno, situada en el sureste de Perú, presenta una geología diversa y compleja, parte de la cordillera de los Andes. Este altiplano está compuesto principalmente por sedimentos cenozoicos y cuaternarios. Las rocas sedimentarias dominan gran parte de la región, incluyendo secuencias de areniscas, lutitas y calizas formadas durante el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

La presencia de rocas volcánicas e ígneas es significativa, con depósitos de lavas, tobas y otras rocas volcánicas derivadas de la actividad de los volcanes de la región. También hay intrusiones ígneas como granitos y dioritas.

4.12.1 Formación Calapuja (O-ca)

Esta unidad geológica se compone de estratos de arenisca gris oscuro de grano medio, alternados con limolitas y areniscas cuarzosas con un espesor de 0,30 metros. En la porción superior, se presentan capas de areniscas arcósicas.

En la zona de estudio, la secuencia del límite inferior, no es visible debido al contacto fallado con el Grupo Puno, según lo indicado por Cerrón & Chacaltana (2003, pág. 3).

4.12.2 Formación Muni (JsKi-mu)

La formación está compuesta por areniscas de grano fino con estructura laminar blanquecinas y areniscas de grano medio con cemento calcáreo, de color rojizo en capas gruesas con laminación interna paralela, limolitas y limoarcillitas en capas medias y calizas en estratos delgados. Niveles de evaporitas y limolitas rojizas con capas de yeso. Según lo observado a lo largo del río Challacunca, en las proximidades de la hacienda del mismo nombre, se destacan secuencias

pelíticas que incorporan niveles de evaporitas afectadas por la presencia de cuerpos de domos salinos en la porción central de los afloramientos. la orilla del río Ayaviri, se pueden dividir áreas aisladas de limoarcillitas y limolitas. (Cerrón & Chacaltana, 2003, pág. 6).

Tabla 8

Toma de temperatura

Eratema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor (m)	Litología	Descripción
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocena	Dep. fluvial			Depósitos de gravas y rodados en una matriz arenosa y limoarcillitas lenticulares.
			Dep. fluvioaluvial			Depósitos de gravas polimícticas en una matriz arenosa sin estratificación.
			Dep. glaciofluvial			Depósitos removilizados de morenas por acción fluvial de gravas poco consolidadas en matriz areno-limosa y lentos de conglomerados y areniscas.
		Pleistocena	Dep. deluvial			Depósitos inconsolidados de gravas polimícticas al pie de laderas en matriz areno-limosa estratificada y capas lenticulares de limo.
			Dep. coluvial			Depósitos inconsolidados de clastos subangulosos heterométricos dispersos en un conjunto polimíctico con poca matriz areno-limosa.
			Dep. morrenas			Compuestas de till sin estratificación, brechas polimícticas en matriz arenosa
			Fm. Azángaro	50		Conglomerados lenticulares intercalados con areniscas de grano grueso friable con laminación paralela y arcillitas en capas medias color amarillento.
	NEÓGENO	Pliocena		Areniscas tobáceas blanquesinas y tobas redepostadas, limolitas claras, limoarcillitas en estratos delgados y capas delgadas de calizas.		
		Fm. Yauri	30	Flujos piroclásticos de textura cristaloclástica de color blanco.		
		Fm. Palca	200	Conglomerados y areniscas feldeespáticas con niveles microconglomeráticos, limolitas y limoarcillitas. Se distingue una unidad de flujo piroclástico		
	PALEÓGENO	Miocena	Fm. Tinajani	200		Lavas de composición tragaibasáltica de textura afanítica
			Gpo. Tacaza	300		Brechas volcánicas de flujo de textura traquítica en matriz piroclástica.
		Eocena				Conglomerados estrato crecientes en estratos masivos intercalados con areniscas feldeespáticas de grano grueso así como arcillitas y limoarcillitas en capas medias y niveles calcáreos.
						Conglomerados estrato decrecientes en capas masivas y microconglomerados intercalados con areniscas feldeespáticas en capas medias y niveles delgados de calizas.
Gpo. Puno			5000	Conglomerados estrato crecientes gruesos en estratos masivos intercalados con niveles de areniscas feldeespáticas en capas medias y niveles delgados de areniscas cuarzosas y arcillitas rojas.		
Paleocena				Areniscas feldeespáticas de grano medio a grueso y microconglomerado polimíctico en estratos gruesos. Se alternan niveles de areniscas arcóscas y niveles delgados de limoarcillitas		
		Fm. Muñani	500	Areniscas feldeespáticas en capas medias a gruesas, areniscas arcóscas y algunos niveles de limoarcillitas en capas delgadas		
MESOZOICA	CRETÁCEO	Superior	Fm. Auzangate	200	Limoarcillitas en capas delgadas y laminares y lodolitas masivas rojas	
					Areniscas blancas de grano fino a medio con laminación interna y paralela con presencia de ondulitas de oscilación intercaladas con niveles delgados de limolitas y limoarcillitas claras.	
			Fm. Vilquechico	2000	Limoarcillitas carbonosas, fisibles en capas delgadas intercaladas con limoarcillitas abigarradas en capas delgadas. Ocasionalmente niveles delgados de calizas y areniscas negras en capas delgadas.	
					Limoarcillitas y lodolitas rojizas en capas delgadas a finamente laminares	
		Inferior	Gpo. Moho	100	Calizas masivas grises y marrones intercaladas con limoarcillitas rojas	
			Fm. Viluyo	100	Areniscas arcóscas de grano medio a fino, areniscas finas en capas y delgados niveles de limoarcillitas rojas	
			Fm. Huanacáné	100	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso en capas medias a gruesas con estratificación sesgada. Se intercala ocasionalmente con limoarcillita.	
					Areniscas de grano fino laminares blanquecinas y areniscas de grano medio con cemento calcáreo, de color rojizo en capas gruesas con laminación interna paralela, limolitas y limoarcillitas en capas medias y calizas en estratos delgados. Niveles de evaporitas y limolitas rojizas con capas de yeso.	
			Fm. Muni	500		
PALEOZOICA	PÉRMICO	Gpo. Mitu	1500	Volcanitas andesíticas y riolíticas de flujos masivos con textura porfirítica color marrón bronceado a rojizo y niveles morados con fenos de plagioclasa.		
	DEVÓNICO			Areniscas feldeespáticas de grano grueso y limolitas rojizas		
		Formación Chagrapi	2500	Limoarcillitas fisibles oscuras intercaladas con limolitas en capas delgadas con presencia de fósiles invertibrados.		
	SILÚRICO			Limoarcillitas oscuras y fisibles con estructuras como en cono y predominio de venillas de oxidaciones en estructura stock work.		
		Formación San Gabán	150	Limoarcillitas oscuras, fisibles y areniscas de grano grueso con abundante mica en estratos gruesos		
	ORDOVÍCICO			Limoarcillitas grises en capas medias, areniscas finamente laminadas y deformadas y niveles diamictíticos		
Formación Calapuja		290	Arenisca gris oscura de grano medio intercalada con limolitas y areniscas cuarzosas. Hacia el tope areniscas cuarzosas y venillas de sílice			
		Gpo. San José	50	Limoarcillitas laminares con graptolitos, lodolitas oscuras y areniscas micáceas		

Fuente: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2051>



4.12.3 Grupo Puno (P-pu)

El Grupo Puno representa una secuencia detrítica de origen continental, compuesta principalmente por conglomerados y areniscas, con un espesor estimado cercano a los 2200 metros. Esta unidad geológica aflora en dos sectores principales dentro del área de estudio, presentando características y relaciones estratigráficas diferenciadas. el sector noroeste de la ciudad de Ayaviri, los afloramientos del Grupo Puno se encuentran en contacto fallado con unidades más antiguas del Paleozoico. En esta zona, la secuencia es indivisa y está conformada por areniscas feldespáticas en capas gruesas de hasta 1,5 metros de espesor, niveles de conglomerados con clastos redondeados de cuarzo y rocas volcánicas en capas masivas, así como limolitas y arcillitas en estratos delgados de colores rojizos y verdosos. En su parte media, se observa un conspicuo nivel tobáceo. El mejor desarrollo y exposición de esta unidad se encuentra frente al poblado de Llallahue y a lo largo del río Macarimayo. En esta región, la secuencia inferior del Grupo Puno se encuentra en contacto concordante con la Formación Muñani, mientras que en algunos lugares presenta discordancia con las Formaciones Vilquechico y Ayavacas, como se puede apreciar en la quebrada Huallatuma, al noroeste del poblado de Cupi y en el caserío de Huacarepunco, respectivamente. Suprayaciendo en discordancia al Grupo Puno, se encuentra el Grupo Tacaza, según se observa al suroeste del poblado de Llalli, donde el Grupo Puno ha sido dividido en cuatro unidades basándose en sus características petrográficas distintivas (Cerrón & Chacaltana, 2003, p.8).

4.12.4 Grupo Tacaza

Cerrón y Chacaltana (2003) describen que el Grupo Tacaza se divide en



dos unidades distintivas. Esta unidad se caracteriza por brechas volcánicas de flujo detonalidad gris oscura y textura traquítica, variando desde afanítica a fanerítica.

Estas brechas contienen clastos de diferentes tamaños, predominantemente menores a 10 cm, y se encuentran en una matriz piroclástica. Las capas superiores tienden a ser más masivas. Además, la unidad Brechada se superpone de forma discordante sobre el Grupo Puno y la Formación Ayavacas (Cerrón & Chacaltana, 2003, p. 9)

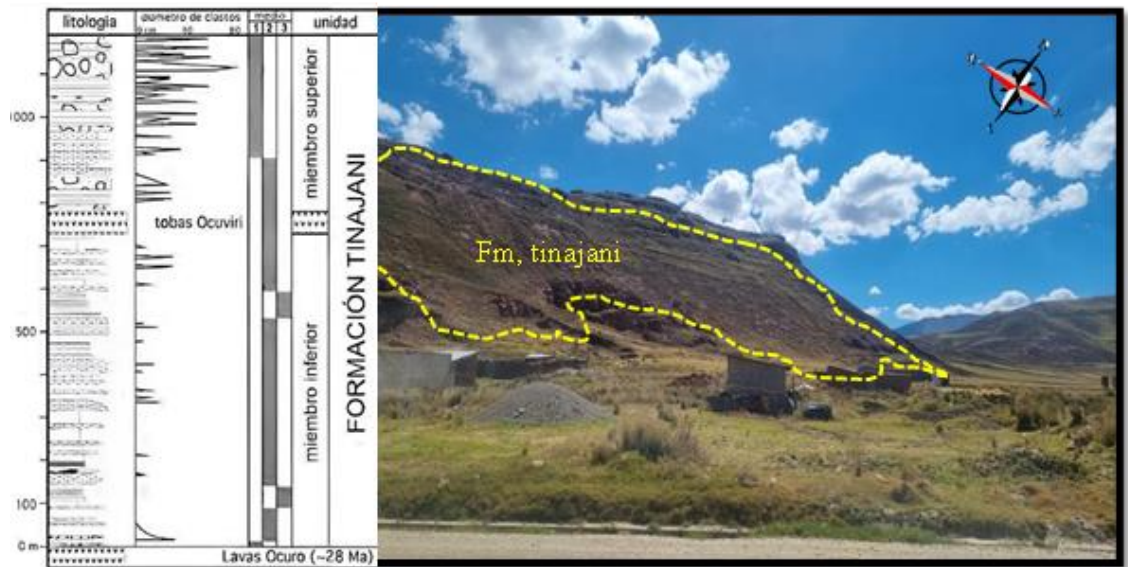
4.12.5 Formación Tinajani

Constituida por Conglomerados y areniscas feldespáticas con niveles microconglomerádicos, limolitas y limoarcillitas

En esta formación, se han identificado dos unidades que presentan notables distinciones: una de naturaleza detrítica. Estas unidades se hallan demarcadas por la acción volcánica denominada "Tobas de Ocuvi", tal como se refleja en la columna estratigráfica (Audebaud, e. y Vatin-Perignon, 1974).

Tabla 9

Columna estratigráfica de la Formación Tinajan / Fm Tinajani insitu.



Fuente: Rodríguez et al Tapia

La Unidad Detrítica se compone principalmente de conglomerados en capas mayores. Estos conglomerados contienen clastos polimícticos redondeados de tamaños variados, algunos de los cuales llegan hasta los 30 cm de longitud en su eje más largo. La unidad también incluye areniscas feldespáticas de grano grueso, caracterizadas por presentar cavidades rellenas de conglomerados y niveles micro conglomerádicos. En las capas superiores de esta secuencia, se aprecia una alternancia entre capas gruesas de areniscas feldespáticas y capas más delgadas de limoarcillitas y arcillitas. Esta unidad se distingue por su coloración rojo y posee un espesor promedio estimado en 200 metros, según describen (Cerrón y Chacaltana 2003, p. 10).

La Unidad Tobácea (Nm-ti/tb) se distingue como una manifestación de flujo piroclástico dentro de la secuencia detrítica, lo cual señala una fase de vulcanismo explosiva. Petrográficamente, esta toba se caracteriza por su composición riolítica y su coloración blanco rosácea. Su textura es principalmente



lapillítica y litoclástica, con una presencia notable de cristales de biotita y fragmentos de pómez. La matriz está compuesta por ceniza que incluye una variedad de fragmentos líticos volcánicos de diferentes tamaños. Esta formación rocosa ha sido descrita en detalle por Cerrón y Chacaltana en su obra del año 2003 (p. 10).

4.12.6 Formación Yauri (Np – ya)

En la región al norte de Ayaviri, se pueden apreciar afloramientos aislados que forman colinas de contornos suavemente delineados. Esta unidad geológica se compone de una secuencia de areniscas tobáceas de color blanquecino, dispuestas en capas delgadas. Estas están intercaladas con niveles de tobas redepositadas, limoarcillitas y limolitas, cuyas tonalidades varían desde tonos claros hasta cremas, presentándose en estratos finos. Según Cerrón y Chacaltana (2003, p. 10), esta unidad geológica se sitúa sobre la Formación Tinajani.

4.12.7 Formación Azángaro (NQ-az)

Aflora a lo largo del río Santa Rosa se presentan en formas que recuerdan a terrazas antiguas, con un espesor relativamente limitado, como describen Cerrón y Chacaltana (2003, p. 10).

Esta secuencia litológica está constituida por limo arcillitas y arcillitas en capas intermedias con tonos amarillentos, aportando una variedad a la composición estratigráfica de la región.

4.13 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

4.13.1 Depósito Coluvial (Qh-co)



Los depósitos descritos por Cerrón y Chacaltana (2003, p. 11) se encuentran en la base de las laderas, formando acumulaciones no consolidadas. Estas consisten en clastos subangulares de diversos tamaños, incrustados en una matriz predominantemente arenolimososa.

4.13.2 Depósito Glaciofluvial (Qh- glf)

Los depósitos mencionados por Cerrón y Chacaltana (2003, p. 11) son el resultado de procesos fluviales que han transportado y redistribuido morrenas, creando rellenos en las mesetas. Estos se componen principalmente de gravas subredondeadas poco consolidadas, incrustadas en una matriz de textura arenolimososa. La formación también incluye lentes de conglomerados, areniscas y arcillitas, detallando una variedad en su composición.

4.13.3 Depósito Fluvioaluvial (Qh-fa)

Estos depósitos se encuentran en las zonas más bajas de los valles y en las planicies de transición hacia el valle principal, tal como describen Cerrón y Chacaltana (2003, p. 11). Están formados por gravas polimícticas incrustadas en una matriz arenosa y se caracterizan por la ausencia de estratificación.

4.13.4 Depósitos Aluviales (Qh-al)

En la Cuenca Interna de Ayaviri, los depósitos rellenan las planicies de piedemonte aluvial, consistiendo en gravas acumuladas en una matriz arenosa del valle. Estos depósitos son resultado de procesos de sedimentación fluvial y son importantes para la hidrogeología regional y actividades humanas como la agricultura y construcción.

4.13.5 Depósito Fluvial (Qh – fl)

Estos depósitos, localizados específicamente en las áreas de lechos fluviales, están compuestos mayormente de grava y guijarros dentro de una matriz arenosa. Incluyen también lentes de limo arcillitas, como describen Cerrón y Chacaltana (2003, p. 11).

4.14 GEOLOGÍA LOCAL

La geología de la región exhibe una diversidad notable, abarcando una amplia gama de formaciones que incluyen tipos sedimentarios y cuaternarios. Destacan el Grupo Puno, el Grupo Tacaza y la Formación Tinajani, junto con los depósitos de material cuaternario, que comprenden tanto aluviones como depósitos de origen fluvial.

Tabla 10

Descripción geológica

Unidad	Símbolo	Área (ha)
Formación Tinajani	Nm – ti	33.210
Depósitos aluviales	Qh – al	188.051
Depósitos fluviales	Qh - fl	16.10

Fuente: Elaboración Propia

4.14.1 Grupo Puno (P-pu)

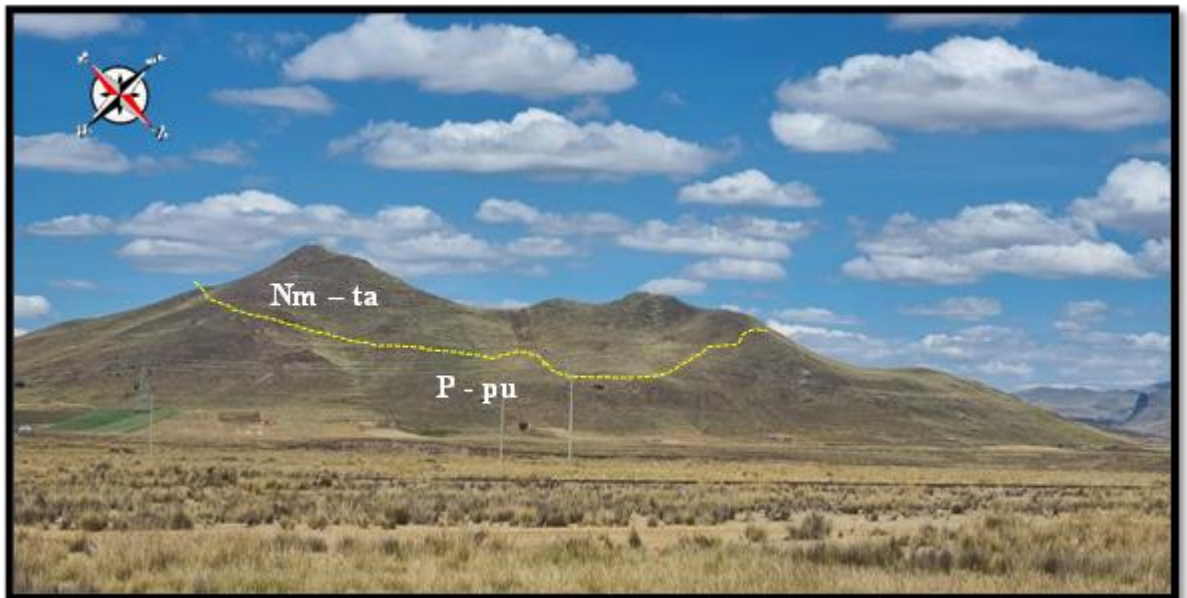
El Grupo Puno, una secuencia continental compuesta principalmente por conglomerados y areniscas con una potencia de aproximadamente 290 metros en la zona de estudio, es prominente en las cercanías de Ayaviri.

El grupo se observa en dos áreas principales dentro del estudio, cada una con características y relaciones estratigráficas únicas.

En las cercanías de Ayaviri, una secuencia de areniscas feldespáticas y rocas conglomeradas se orienta en dirección noroeste-sureste.

Figura 5

Afloramiento de la serie detrítica del Grupo Puno.



Fuente: Elaboración propia

4.14.2 Formación Tinajani (Nm-ti)

En la zona de estudio la formación se caracteriza por la presencia de conglomerados y areniscas feldespáticas con niveles microconglomerádicos, limolitas y limoarcillitas

En la zona de estudio, es la secuencia detrítica la que se manifiesta de manera visible, mientras que la secuencia piroclástica yace a una profundidad mayor.

Figura 6

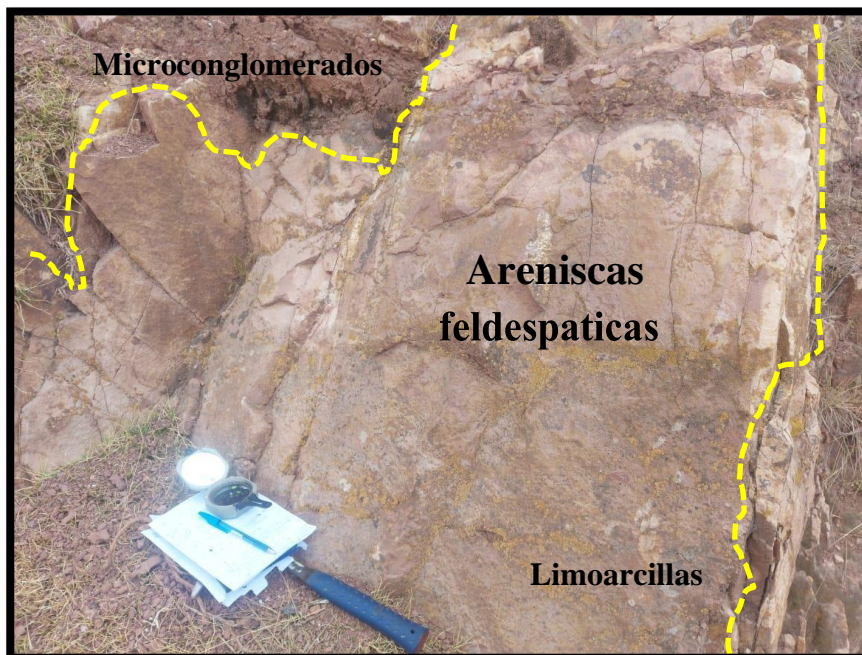
Afloramiento de la Formación Tinajani.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Series detríticas de la Formación Tinajani.



Fuente: Elaboración propia



4.15 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

4.15.1 Depósito Coluvial (Qh-co)

Se encuentran en la base de las laderas, formando acumulaciones no consolidadas. Estas consisten en clastos subangulares de diversos tamaños, incrustados en una matriz predominantemente arenolimososa.

4.15.2 Depósitos Aluviales (Qh-al)

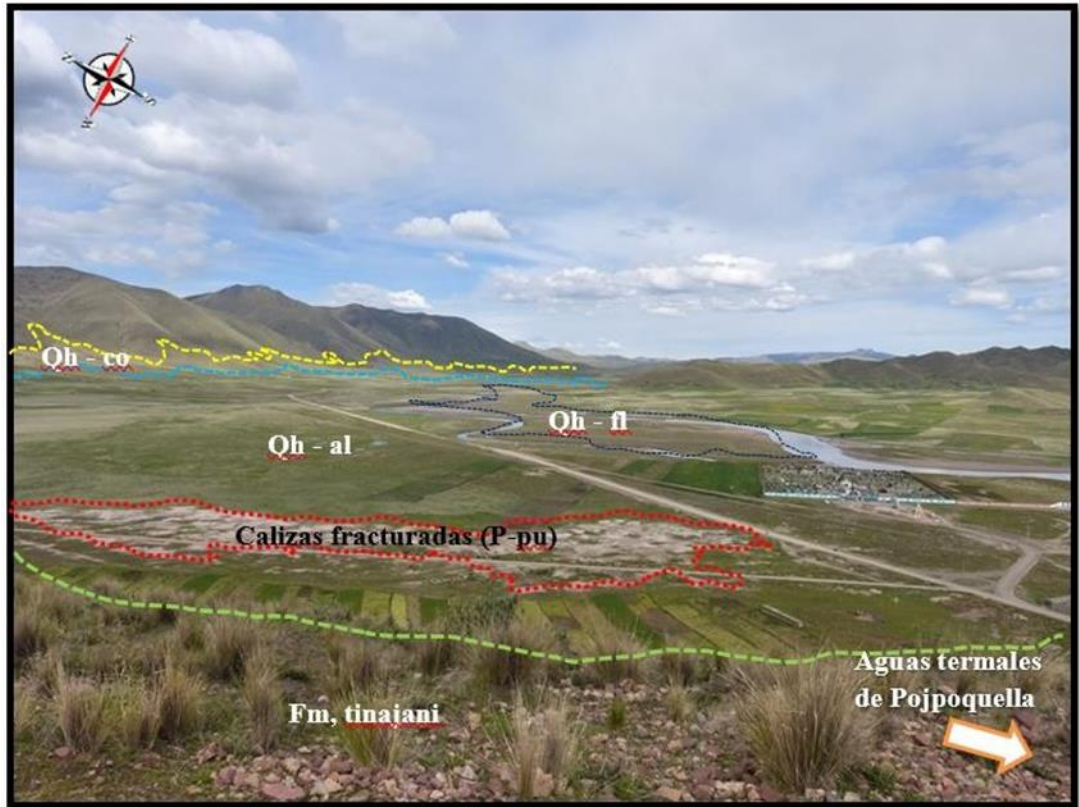
Estos depósitos son resultado de procesos de sedimentación fluvial y son importantes para la hidrogeología regional y actividades humanas como la agricultura y construcción.

4.15.3 Depósito Fluvial (Qh – fl)

Estos depósitos, localizados específicamente en las áreas de los lechos fluviales, están compuestos mayormente de grava y gujarros dentro de una matriz arenosa. Incluyen también lentes de limoarcillitas.

Figura 8

Afloramiento de la formación caliza ayabacas, mostrando los diferentes depósitos presentes de la zona de estudio.

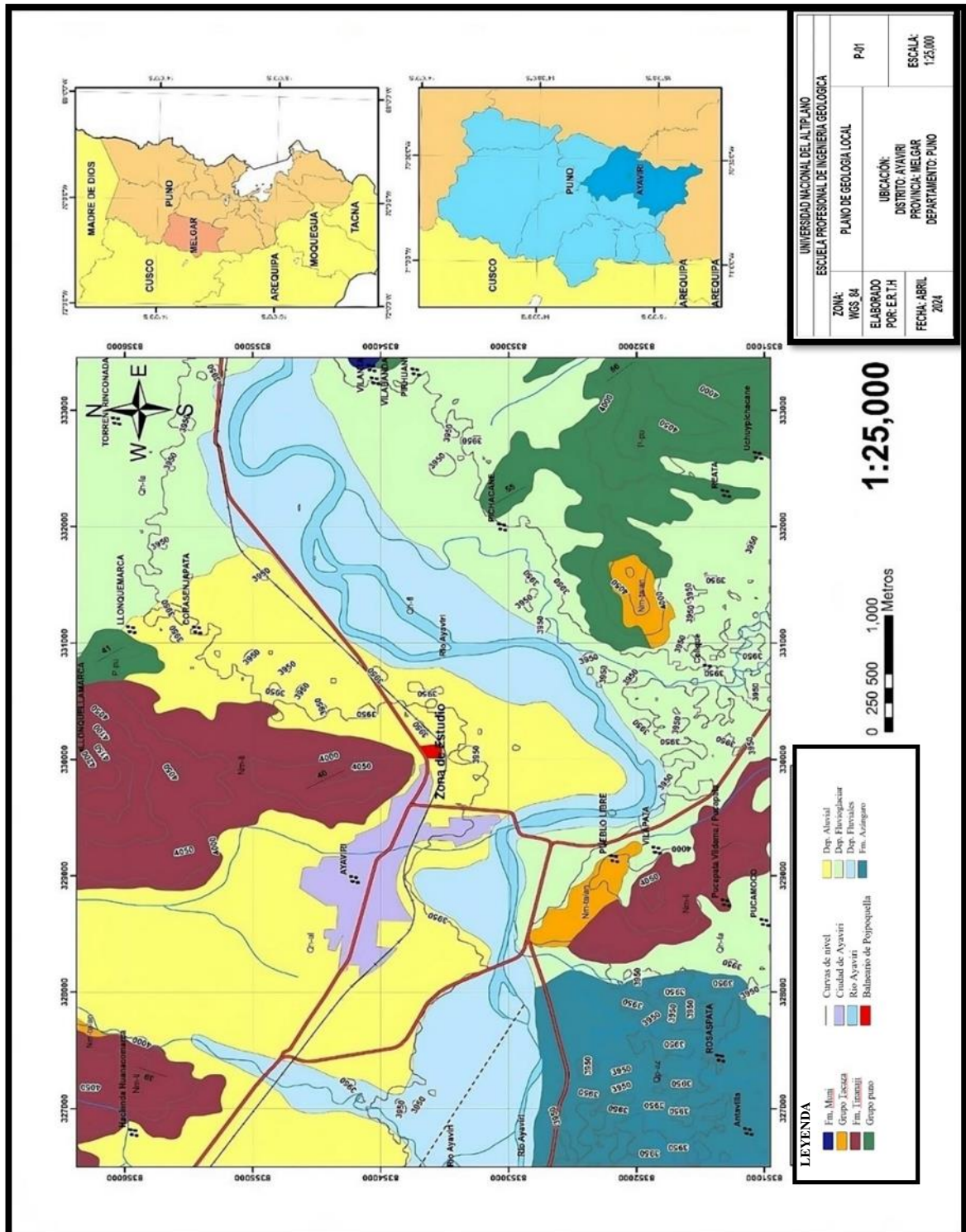


Fuente: Elaboración propia

4.16 MAPA GEOLOGIA LOCAL

Figura 9

Mapa de geología Regional de Ayaviri.



Fuente: Elaboración propia



4.17 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

4.17.1 Geología estructural regional

Las formaciones geológicas de la región están atravesadas e influenciadas por varios sistemas de fallas, siendo el Sistema de Fallas Urcos–Sicuani–Ayaviri uno de los más destacados y significativos en términos de su impacto sobre la geología regional.

4.17.2 Sistema de Falla Urcos-Sicuani-Ayaviri (U-S-A)

Carlotto y colaboradores (1998) describen cómo las fallas regionales sirven como límites geológicos entre el Alto Estructural Cusco-Puno y la cuenca Oriental. Ellos también destacan la importancia de las fallas del sistema Urcos-Sicuani-Ayaviri (U-S-A), que han jugado un papel crucial en las deformaciones andinas. Estas fallas experimentaron desplazamientos dextrales durante el Eoceno inferior y movimientos sinestrales en varios periodos del Oligoceno al Mioceno. La orientación predominante de estas deformaciones es noroeste-sureste, según lo documentado en un estudio más detallado realizado por (Carlotto, V; Cárdenas y Carlier en 2011 (pág. 9)).

4.17.3 Sistema de plegamientos (sector central de Puno)

González y López (2015, p. 93) identifican una serie de unidades estratigráficas que son fundamentales en la delimitación de los pliegues en la parte central de la región. Estas unidades incluyen el Grupo Maure, la Formación Ayabacas, Formación Saracocha, la Formación Hualhuani, Formación Labra, Grupo Puno, Formación Muñani, Formación Huancané, Grupo Iscay, Grupo Ambo Inferior, Grupo Cabanillas y la Formación Calapuja.



Dentro de la Formación Ayabacas, los ejes de los pliegues varían en su dirección, predominando principalmente el rumbo andino noroeste-sureste y, en menor medida, el noreste-suroeste. Por otro lado, en el Grupo Puno, los ejes de los pliegues muestran una orientación más uniforme en dirección noreste-suroeste, según lo documentado por Gonzáles y López en 2015 (p. 93).

4.17.4 Geología estructural local

La Falla Ayaviri–Sicuaní es una estructura geológica significativa en la región, que cruza y afecta las unidades geológicas locales. Carlotto, Cárdenas y Carlier (2011, pág. 94) elaboraron una sección geológica estructural para esta falla, en la cual se puede apreciar cómo la Falla Ayaviri impacta tanto a las unidades geológicas del Paleozoico como a las del Cenozoico.

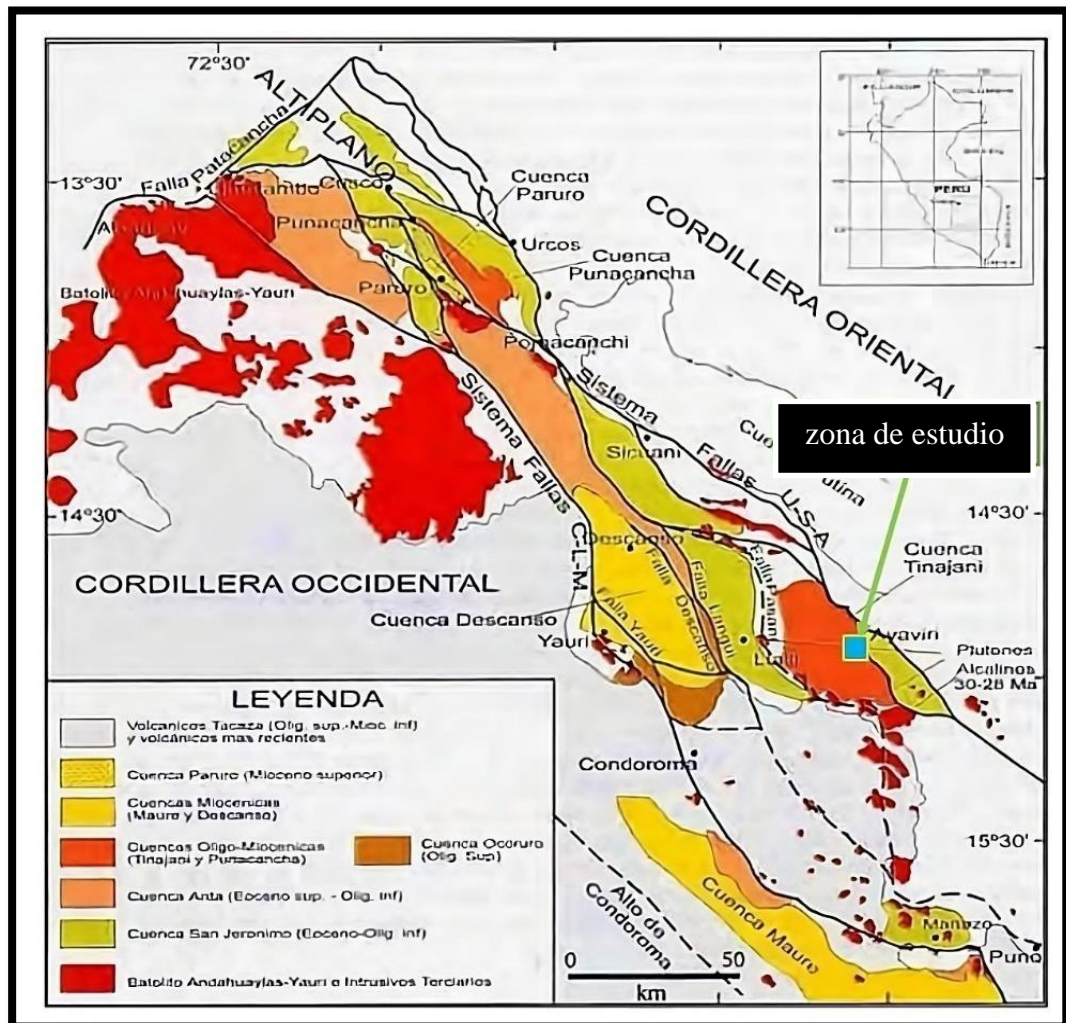
4.17.5 Falla Ayaviri

La falla identificada, de tipo normal, presenta una orientación noreste-suroeste (NE-SO) y un ángulo de inclinación hacia el noreste que varía entre 20° y 38° . Esta estructura geológica se encuentra aproximadamente a 5.5 km al este de la ciudad de Ayaviri y representa una extensión del sistema de Fallas U-S-A. En este marco geológico, la falla normal facilita un contacto directo entre los afloramientos contrastantes de la Formación Calapuja, perteneciente al Paleozoico, y el Grupo Puno, del Cenozoico.

En la zona situada al este del Poblado de Ayaviri, específicamente en el cerro Pincorio, se halla un segmento de la Falla Ayaviri. Este tramo se extiende desde el Cerro Puncu Puncu hasta la Quebrada Torreñe Puncu. Sin embargo, la visibilidad de este segmento de la falla se ha visto limitada debido a la depositación de material aluvial en la zona.

Figura 10

Fallas Urcos – Sicuani – Ayaviri



Fuente: (Carlotto, 2005)



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el transcurso del estudio, se realizó una evaluación sistemática de los participantes, quienes se encontraban en un intervalo de edad de 45 a 90 años. Las mediciones se efectuaron en tres momentos clave: al comienzo del estudio, después de cuatro semanas de tratamiento, y al finalizar el período de intervención de ocho semanas. El objetivo principal fue determinar la relación entre el bienestar emocional de los participantes y la influencia del litio de las aguas termales en el distrito de Ayaviri.

Las evaluaciones abordaron indicadores clave de estado de ánimo, bienestar y calidad de vida. Se emplearon dos instrumentos reconocidos para evaluar estos aspectos:

5.1 INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK (BDI):

Este instrumento ofreció una evaluación detallada del estado de ánimo de los participantes. Se analizaron los niveles de depresión, registrando posibles cambios a lo largo del periodo de tratamiento.

5.1.1 Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA):

La evaluación cognitiva se enfocó en medir la función cognitiva de los participantes. Se examinaron aspectos como la memoria, la atención y las funciones ejecutivas para comprender cualquier impacto de la exposición a las aguas termales.

5.1.1.1 Obtención Antrópica

- Efectos calmantes y relajantes
- Reducción del estrés y la ansiedad



- Mejora del equilibrio emocional
- Estimulación del bienestar general

5.2 RESULTADO DE INICIO DE TRATAMIENTO

Para poder iniciar con este innovador tratamiento de hidroterapia, se llevó a cabo una evaluación inicial utilizando el Inventario de Depresión de Beck (BDI) en un grupo de diez individuos. Esta evaluación es crucial para establecer una línea base de la severidad de los síntomas depresivos antes de comenzar la intervención terapéutica.

El BDI es una herramienta de evaluación psicológica ampliamente reconocida y utilizada para medir la intensidad de la depresión. En este estudio, los puntajes iniciales del BDI revelaron niveles significativamente elevados de síntomas depresivos en todos los participantes, con valores que oscilan entre 28 y 53 puntos. Estos puntajes indican la presencia de depresión moderada a severa en el grupo de estudio.

Antes de iniciar el tratamiento de hidroterapia, era esencial establecer esta evaluación base para poder medir posteriormente la eficacia del tratamiento.

A continuación, se muestra la siguiente tabla de valores iniciales de cada participante, con el cual inician el tratamiento:

Tabla 11

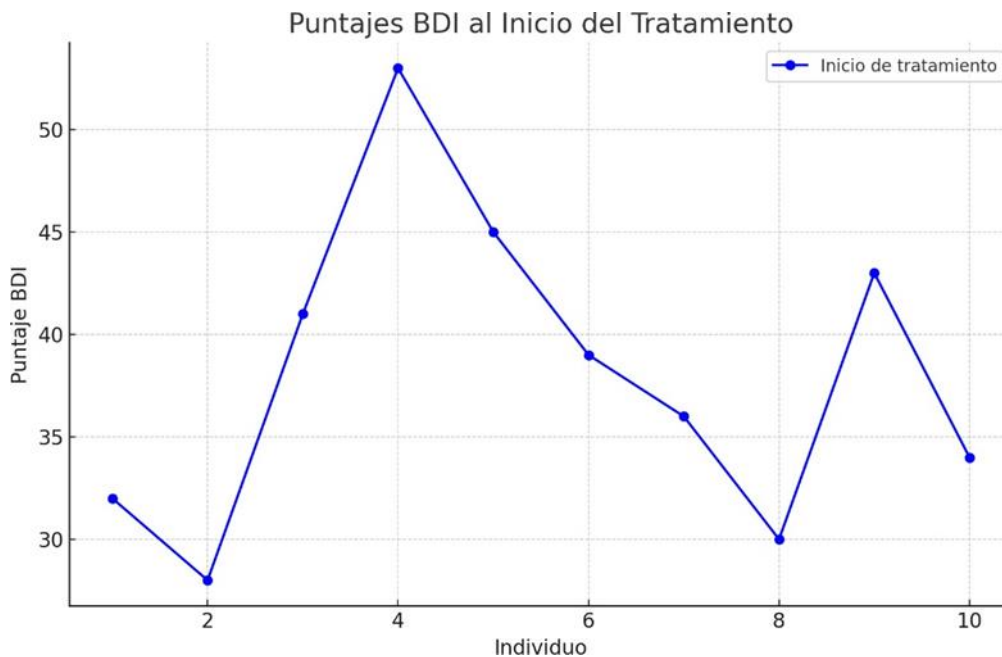
Valores iniciales tomados antes del estudio

Individuo	Puntaje BDI inicial
1	32
2	28
3	41
4	53
5	45
6	39
7	36
8	30
9	43
10	34

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11

Gráfico indica el valor inicial obtenido de BDI, al inicio del tratamiento de cada individuo.



Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Interpretación

El gráfico muestra las puntuaciones del Inventario de Depresión de Beck (BDI) para 10 individuos al inicio de su tratamiento. A continuación, se presenta un análisis detallado del gráfico:

1. Eje X (Individuo): En el eje X se enumeran los individuos del 1 al 10. Cada punto en el gráfico corresponde a un individuo diferente.
2. Eje Y (Puntaje BDI): El eje Y muestra las puntuaciones del BDI. Estas puntuaciones varían de aproximadamente 25 a 55.
3. Tendencias Generales**:
 - El individuo 1 tiene una puntuación de aproximadamente 30.
 - El individuo 2 tiene una puntuación similar, pero un poco más baja, alrededor de 28.



- El individuo 3 presenta una puntuación mucho más baja, cercana a 25.
- El individuo 4 muestra un aumento drástico en la puntuación, alcanzando aproximadamente 53, la más alta del grupo.
- Las puntuaciones disminuyen gradualmente para los individuos 5 y 6, con puntuaciones alrededor de 48 y 40 respectivamente.
- La tendencia descendente continúa para los individuos 7 y 8, con puntuaciones de aproximadamente 38 y 32 respectivamente.
- El individuo 9 tiene un aumento en la puntuación, alcanzando alrededor de 40.
- Finalmente, el individuo 10 muestra una puntuación de aproximadamente 35.

4. Variabilidad

Hay una considerable variabilidad en las puntuaciones del BDI entre los individuos. La puntuación más baja es cercana a 25, mientras que la más alta es alrededor de 53, indicando diferencias significativas en la severidad de los síntomas depresivos entre los individuos al inicio del tratamiento.

5. Interpretación Clínica:

- Los individuos con puntuaciones más altas en el BDI (por ejemplo, el individuo 4) presentan síntomas depresivos más severos.
- Las variaciones en las puntuaciones sugieren que los síntomas depresivos varían ampliamente entre los individuos.
- Este gráfico puede ser útil para los clínicos para identificar a los individuos que podrían necesitar una intervención más intensiva o inmediata basada en sus puntuaciones iniciales de depresión.



5.3 RESULTADOS INICIO DE ESTUDIO, CUATRO PRIMERAS SEMANAS

Inventario de Depresión de Beck (BDI)

5.3.1 Individuo 01

Edad: 48 años

Tabla 12

Inventario de Beck, Individuo 01.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	3	Fracaso	Riesgo Crítico
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	2	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Moderado
Pregunta 8	1	Autocrítica	Riesgo Pequeño
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Interés	Sin Riesgo
Pregunta 13	4	Indecisión	Riesgo Crítico
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	3	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Crítico
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	22		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 22 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI)

indica lapresencia de síntomas depresivos moderados a severos.

5.3.2 Individuo 02

Edad: 55 años

Tabla 13

Inventario de Beck, Individuo 02.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	2	Fracaso	Riesgo Moderado
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	2	Sentimiento de Castigo	Riesgo Moderado
Pregunta 7	2	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Moderado
Pregunta 8	1	Autocrítica	Riesgo Pequeño
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	2	Indesición	Riesgo Moderado
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	2	Cambios en el Apetito	Riesgo Moderado
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	17		

- Depresión mínima: 0-10.
- **Depresión leve o media: 11-17.**
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 17 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica la presenciade síntomas depresivos moderados.

5.3.3 Individuo 03

Edad: 55 años

Tabla 14

Inventario de Beck, Individuo 03.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	2	Fracaso	Riesgo Moderado
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	2	Sentimiento de Castigo	Riesgo Moderado
Pregunta 7	2	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Moderado
Pregunta 8	1	Autocrítica	Riesgo Pequeño
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	2	Indesición	Riesgo Moderado
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	3	Perdida de Energía	Riesgo Crítico
Pregunta 16	3	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Crítico
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	2	Dificultad de Concentración	Riesgo Moderado
Pregunta 20	3	Cansancio o Fatiga	Riesgo Crítico
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	26		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 26 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presencia de síntomas depresivos moderados a severos

5.3.4 Individuo 04

Edad: 65 años

Tabla 15

Inventario de Beck, Individuo 04.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	2	Fracaso	Riesgo Moderado
Pregunta 4	3	Perdida de Placer	Riesgo Crítico
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	2	Sentimiento de Castigo	Riesgo Moderado
Pregunta 7	2	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Moderado
Pregunta 8	1	Autocrítica	Riesgo Pequeño
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Ínteres	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	2	Indesición	Riesgo Moderado
Pregunta 14	3	Desvalorización	Riesgo Crítico
Pregunta 15	3	Perdida de Energía	Riesgo Crítico
Pregunta 16	3	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Crítico
Pregunta 17	3	Irritabilidad	Riesgo Crítico
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	2	Dificultad de Concentración	Riesgo Moderado
Pregunta 20	3	Cansancio o Fatiga	Riesgo Crítico
Pregunta 21	1	Perdida de Interés sexual	Riesgo Pequeño
Total	37		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- **Depresión severa: 30-63.**

Una puntuación de 37 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presencia de síntomas depresivos moderados a severos.

5.3.5 Individuo 05

Edad: 68 años

Tabla 16

Inventario de Beck, Individuo 05.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	2	Sentimiento de Culpa	Riesgo Moderado
Pregunta 6	2	Sentimiento de Castigo	Riesgo Moderado
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	2	Autocrítica	Riesgo Moderado
Pregunta 9	2	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Moderado
Pregunta 10	2	Llanto	Riesgo Moderado
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Interés	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	2	Desvalorización	Riesgo Moderado
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	3	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Crítico
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	2	Dificultad de Concentración	Riesgo Moderado
Pregunta 20	2	Cansancio o Fatiga	Riesgo Moderado
Pregunta 21	2	Perdida de Interés sexual	Riesgo Moderado
Total	30		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- **Depresión severa: 30-63.**

Una puntuación de 30 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presencia de síntomas depresivos moderados a severos

5.3.6 Individuo 06

Edad: 60 años

Tabla 17

Inventario de Beck, Individuo 06.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	2	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Moderado
Pregunta 8	2	Autocrítica	Riesgo Moderado
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	2	Llanto	Riesgo Moderado
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Ínteres	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	2	Desvalorización	Riesgo Moderado
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	2	Dificultad de Concentración	Riesgo Moderado
Pregunta 20	2	Cansancio o Fatiga	Riesgo Moderado
Pregunta 21	2	Perdida de Interés sexual	Riesgo Moderado
Total	27		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 27 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere

la presencia de síntomas depresivos moderados.

5.3.7 Individuo 07

Edad: 86 años

Tabla 18

Inventario de Beck, Individuo 07.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	2	Perdida de Placer	Riesgo Moderado
Pregunta 5	2	Sentimiento de Culpa	Riesgo Moderado
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	1	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Pequeño
Pregunta 8	2	Autocrítica	Riesgo Moderado
Pregunta 9	2	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Moderado
Pregunta 10	2	Llanto	Riesgo Moderado
Pregunta 11	2	Agitación	Riesgo Moderado
Pregunta 12	2	Perdida de Ínteres	Riesgo Moderado
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	3	Cambios en el Apetito	Riesgo Crítico
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	0	Perdida de Interes sexual	Sin Riesgo
Total	25		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 25 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presenciade síntomas depresivos moderados.

5.3.8 Individuo 08

Edad: 89 años

Tabla 19

Inventario de Beck, Individuo 08

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	2	Perdida de Placer	Riesgo Moderado
Pregunta 5	2	Sentimiento de Culpa	Riesgo Moderado
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	1	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Pequeño
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	2	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Moderado
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Interés	Sin Riesgo
Pregunta 13	0	Indecisión	Sin Riesgo
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	2	Cambios en el Apetito	Riesgo Moderado
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	1	Perdida de Interés sexual	Riesgo Pequeño
Total	16		

- Depresión mínima: 0-10.
- **Depresión leve o media: 11-17.**
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 16 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presencia de síntomas depresivos leves.



5.3.9 Individuo 09

Edad: 79

Tabla 20

Inventario de Beck, Individuo 09

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	2	Perdida de Placer	Riesgo Moderado
Pregunta 5	2	Sentimiento de Culpa	Riesgo Moderado
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	1	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Pequeño
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	2	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Moderado
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	2	Agitación	Riesgo Moderado
Pregunta 12	2	Perdida de Ínteres	Riesgo Moderado
Pregunta 13	0	Indesición	Sin Riesgo
Pregunta 14	2	Desvalorización	Riesgo Moderado
Pregunta 15	2	Perdida de Energía	Riesgo Moderado
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	2	Irritabilidad	Riesgo Moderado
Pregunta 18	2	Cambios en el Apetito	Riesgo Moderado
Pregunta 19	2	Dificultad de Concentración	Riesgo Moderado
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	1	Perdida de Interes sexual	Riesgo Pequeño
Total	25		

- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 25 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presencia de síntomas depresivos moderados



5.3.10 Individuo 10

Edad: 59 años

Tabla 21

Inventario de Beck, Individuo 10.

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	2	Perdida de Placer	Riesgo Moderado
Pregunta 5	2	Sentimiento de Culpa	Riesgo Moderado
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	1	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Pequeño
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Ínteres	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	2	Desvalorización	Riesgo Moderado
Pregunta 15	2	Perdida de Energía	Riesgo Moderado
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	1	Cambios en el Apetito	Riesgo Pequeño
Pregunta 19	1	Dificultad de Concentración	Riesgo Pequeño
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	1	Perdida de Interes sexual	Riesgo Pequeño
Total	20		

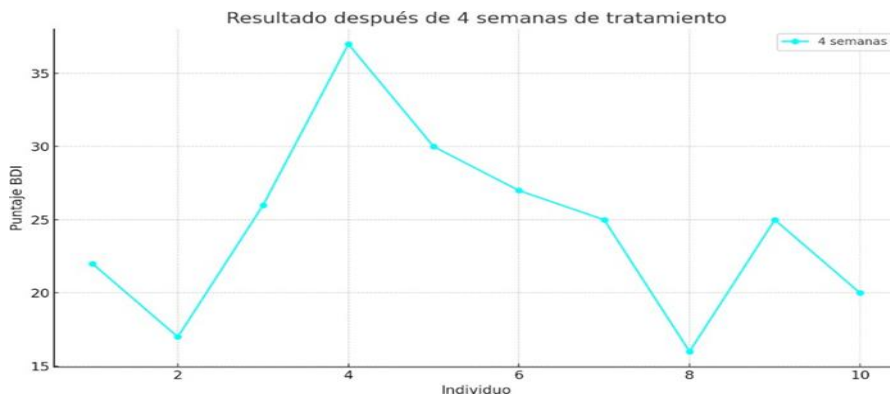
- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- **Depresión moderada: 18-29.**
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 20 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere la presenciade síntomas depresivos moderados

5.4 INTERPRETACIÓN GRAFICA INICIO DE TRATAMIENTO

Figura 12

Gráfico indica que el tratamiento ha sido generalmente efectivo en reducir los síntomas de depresión durante 4 semanas de tratamiento entre los individuos estudiados, aunque con variabilidad en la magnitud de la mejora entre los diferentes individuos.



Fuente: Elaboración propia

La gráfica muestra los puntajes BDI (Inventario de Depresión de Beck) de 10 individuos después de cuatro semanas de tratamiento. Los puntajes varían entre 16 y 37, indicando diferentes niveles de severidad de síntomas depresivos.

Mayor puntaje: Individuo 4 con 37, sugiere una mayor severidad de síntomas.

Menor puntaje: Individuo 8 con 16, sugiere una mejor respuesta al tratamiento.

Variabilidad: La respuesta al tratamiento varía significativamente entre individuos.

5.4.1 Implicaciones Clínicas

Personalización del Tratamiento: Los individuos con puntajes más altos pueden necesitar una evaluación más detallada y ajustes en su plan de tratamiento.

Monitoreo Continuo: Es importante realizar un seguimiento continuo

para ajustar el tratamiento según la respuesta individual.

Factores Individuales: Considerar factores personales como adherencia al tratamiento, comorbilidades, y apoyo psicosocial para entender mejor la variabilidad en las respuestas.

5.5 RESULTADOS FINALES DE ESTUDIO, OCHO SEMANAS

Inventario de Depresión de Beck (BDI)

5.5.1 Individuo 01

Edad: 38 años

Tabla 22

Inventario de Beck, Individuo 01

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	1	Disconformidad con uno mismo	Riesgo Pequeño
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interes sexual	Sin Riesgo
Total	9		



- Depresión mínima: 0-10.
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 9 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere una mejor significativa en los síntomas depresivos, indicando una ausencia.

5.5.2 Individuo 02

Edad: 55 años

Tabla 23

Inventario de Beck, Individuo 02

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	0	Sentimiento de Culpa	Sin Riesgo
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	2	Perdida de Ínteres	Riesgo Moderado
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	1	Cambios en el Apetito	Riesgo Pequeño
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	9		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.



Una puntuación de 9 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere una mejora significativa en los síntomas depresivos, indicando una ausencia o presencia mínima de los mismos.

5.5.3 Individuo 03

Edad: 55

Tabla 24

Inventario de Beck, Individuo 03

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	0	Sentimiento de Culpa	Sin Riesgo
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	0	Pensamientos o Deseos Suicidas	Sin Riesgo
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Ínteres	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	1	Cambios en el Apetito	Riesgo Pequeño
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interes sexual	Sin Riesgo
Total	10		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.



Una puntuación de 10 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) sugiere una mejora significativa en los síntomas depresivos, indicando una ausencia o presencia mínima de los mismos.

5.5.4 Individuo 04

Edad: 65

Tabla 25

Inventario de Beck, Individuo 04

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	0	Sentimiento de Culpa	Sin Riesgo
Pregunta 6	0	Sentimiento de Castigo	Sin Riesgo
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	0	Pensamientos o Deseos Suicidas	Sin Riesgo
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	1	Perdida de Ínteres	Riesgo Pequeño
Pregunta 13	1	Indecisión	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	1	Perdida de Energía	Riesgo Pequeño
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	6		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 6 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica

una ausencia opresencia mínima de síntomas depresivos.

5.5.5 Individuo 05

Edad: 68 años

Tabla 26

Inventario de Beck, Individuo 05

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	0	Sentimiento de Castigo	Sin Riesgo
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	1	Agitación	Riesgo Pequeño
Pregunta 12	0	Perdida de Interés	Sin Riesgo
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	1	Cambios en Hábitos de Sueño	Riesgo Pequeño
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Riesgo Pequeño
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	7		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 7 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia opresencia mínima de síntomas depresivos.



5.5.6 Individuo 06

Edad: 60 años

Tabla 27

Inventario de Beck, Individuo 06

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	0	Sentimiento de Castigo	Sin Riesgo
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interes sexual	Sin Riesgo
Total	4		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 4 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia o presencia mínima de síntomas depresivos.

5.5.7 Individuo 07

Edad: 86 años

Tabla 28

Inventario de Beck, Individuo 07

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	0	Sentimiento de Castigo	Sin Riesgo
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	1	Pensamientos o Deseos Suicidas	Riesgo Pequeño
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	1	Indecisión	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	1	Irritabilidad	Riesgo Pequeño
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	1	Dificultad de Concentración	Riesgo Pequeño
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	1	Perdida de Interes sexual	Riesgo Pequeño
Total	7		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 7 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia o presencia mínima de síntomas depresivos.

5.5.8 Individuo 08

Edad: 89 años

Tabla 29

Inventario de Beck, Individuo 08

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	0	Perdida de Placer	Sin Riesgo
Pregunta 5	1	Sentimiento de Culpa	Riesgo Pequeño
Pregunta 6	0	Sentimiento de Castigo	Sin Riesgo
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	0	Pensamientos o Deseos Suicidas	Sin Riesgo
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	1	Indesición	Riesgo Pequeño
Pregunta 14	1	Desvalorización	Riesgo Pequeño
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	1	Dificultad de Concentración	Riesgo Pequeño
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interes sexual	Sin Riesgo
Total	4		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 4 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia o presencia mínima de síntomas depresivos.

5.5.9 Individuo 09

Edad: 79 años

Tabla 30

Inventario de Beck, Individuo 09

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	0	Sentimiento de Culpa	Sin Riesgo
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	2	Pensamientos o Deseos Suicidas	Sin Riesgo
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	2	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Interés	Sin Riesgo
Pregunta 13	0	Indesición	Sin Riesgo
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	1	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	1	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	1	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	9		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 9 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia o presencia mínima de síntomas depresivos.



5.5.10 Individuo 10

Edad: 59 años

Tabla 31

Inventario de Beck, Individuo 10

Preguntas	Nivel	Determinación	Calificación
Pregunta 1	0	Tristeza	Sin Riesgo
Pregunta 2	0	Pesimismo	Sin Riesgo
Pregunta 3	0	Fracaso	Sin Riesgo
Pregunta 4	1	Perdida de Placer	Riesgo Pequeño
Pregunta 5	0	Sentimiento de Culpa	Sin Riesgo
Pregunta 6	1	Sentimiento de Castigo	Riesgo Pequeño
Pregunta 7	0	Disconformidad con uno mismo	Sin Riesgo
Pregunta 8	0	Autocrítica	Sin Riesgo
Pregunta 9	0	Pensamientos o Deseos Suicidas	Sin Riesgo
Pregunta 10	0	Llanto	Sin Riesgo
Pregunta 11	0	Agitación	Sin Riesgo
Pregunta 12	0	Perdida de Ínteres	Sin Riesgo
Pregunta 13	0	Indesición	Sin Riesgo
Pregunta 14	0	Desvalorización	Sin Riesgo
Pregunta 15	0	Perdida de Energía	Sin Riesgo
Pregunta 16	0	Cambios en Hábitos de Sueño	Sin Riesgo
Pregunta 17	0	Irritabilidad	Sin Riesgo
Pregunta 18	0	Cambios en el Apetito	Sin Riesgo
Pregunta 19	0	Dificultad de Concentración	Sin Riesgo
Pregunta 20	0	Cansancio o Fatiga	Sin Riesgo
Pregunta 21	0	Perdida de Interés sexual	Sin Riesgo
Total	2		

- **Depresión mínima: 0-10.**
- Depresión leve o media: 11-17.
- Depresión moderada: 18-29.
- Depresión severa: 30-63.

Una puntuación de 2 en el Inventario de Depresión de Beck (BDI) indica una ausencia o presencia mínima de síntomas depresivos.

5.6 RESULTADO FINAL DE TRATAMIENTO

Tabla 32

Resultado final de toma de datos de los participantes

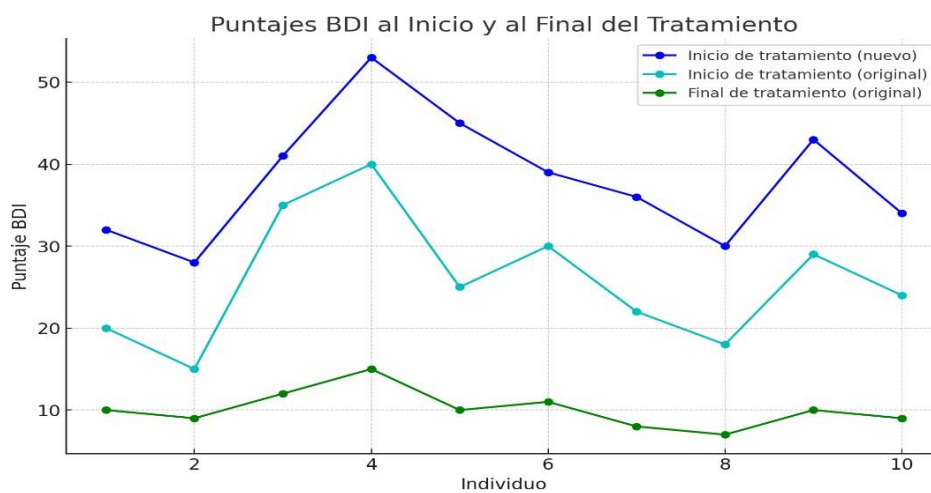
Individuo	Edad	Puntuación BDI
1	38	9
2	55	9
3	55	10
4	65	6
5	68	7
6	60	4
7	86	7
8	89	4
9	79	9
10	59	2

5.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.7.1 Interpretación gráfica final de tratamiento

Figura 13

El gráfico indica que el tratamiento ha sido efectivo en reducir los síntomas de depresión entre los individuos estudiados, aunque con variabilidad en la



magnitud de la mejora entre los diferentes individuos.

Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra los puntajes BDI (Inventario de Depresión de Beck) para



10 individuos en tres condiciones diferentes:

1. Inicio de tratamiento (inicio de tratamiento) - línea azul
2. Inicio de tratamiento (4 semanas) - línea turquesa
3. Final de tratamiento (8 semanas) - línea verde

5.7.2 Estadística descriptiva

Para el inicio de tratamiento (inicio):

- Media ≈ 38.5
- Mediana ≈ 37
- Rango: 28 - 54

Para el inicio de tratamiento (4 semanas):

- Media ≈ 26.8
- Mediana ≈ 27
- Rango: 15 - 40

Para el final de tratamiento (8 semanas):

- Media ≈ 10.6
- Mediana ≈ 10
- Rango: 7 - 16

5.7.3 Análisis de tendencia:

Hay una clara reducción en los puntajes BDI desde el inicio hasta el final del tratamiento. Los puntajes al inicio del tratamiento (nuevo) son consistentemente más altos que los originales.

5.7.4 Comparación de medias:

La diferencia entre las medias del inicio (original) y final de tratamiento



es aproximadamente 16.2 puntos.

Esto sugiere una mejora significativa en los síntomas depresivos tras el tratamiento.

5.7.5 Variabilidad:

La variabilidad parece ser mayor en las mediciones de inicio de tratamiento comparadas con las del final. Esto sugiere que el tratamiento podría tener un efecto normalizador, reduciendo las diferencias individuales.

5.7.6 Tamaño del efecto:

El tamaño del efecto del tratamiento parece ser grande, con una reducción media de más del 50% en los puntajes BDI.

5.7.7 Análisis individual:

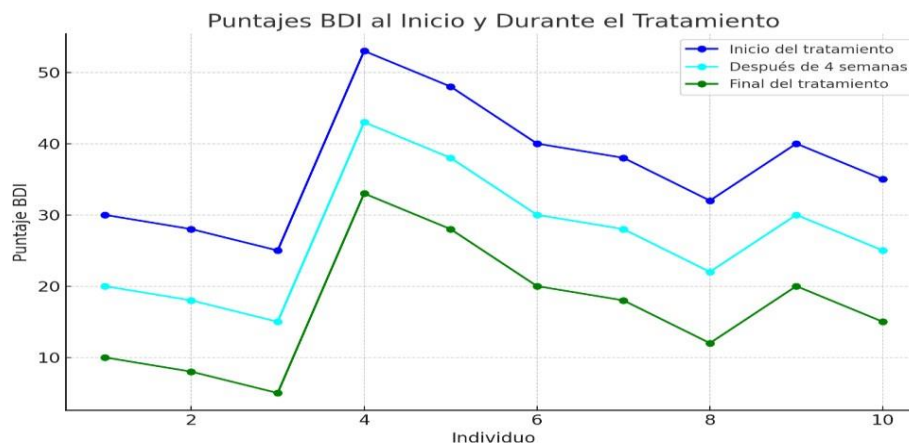
Todos los individuos muestran una reducción en los puntajes BDI tras el tratamiento.

La magnitud de la mejora varía entre individuos, siendo más pronunciada en aquellos con puntajes iniciales más altos

5.8 ESTADÍSTICA GRAFICA

Figura 14

El gráfico muestra la evolución de los puntajes BDI (Beck Depression Inventory) para tres condiciones diferentes ('Inicio de tratamiento, Inicio de tratamiento 4 semanas, Final de tratamiento) a lo largo de un grupo de individuos del 1 al 10.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra las puntuaciones del Inventario de Depresión de Beck (BDI) para 10 individuos en tres momentos distintos del tratamiento: al inicio, después de 4 semanas y al final de 8 semanas de tratamiento. El BDI es una medida autoinformada utilizada para evaluar la severidad de los síntomas depresivos. A continuación, se presenta un análisis detallado del gráfico:

Eje X (Individuo): En el eje X se enumeran los individuos del 1 al 10. Cada punto en el gráfico corresponde a un individuo diferente.

Eje Y (Puntaje BDI): El eje Y muestra las puntuaciones del BDI. Estas puntuaciones varían de aproximadamente 5 a 55.

5.8.1 Series de Datos:

- **Inicio del Tratamiento (azul):** Representa las puntuaciones del BDI antes de comenzar el tratamiento.



- **Después de 4 Semanas (turquesa):** Representa las puntuaciones del BDI tras 4 semanas de tratamiento.
- **Final del Tratamiento (verde):** Representa las puntuaciones del BDI tras 8 semanas de tratamiento.

5.8.2 Tendencias Generales

Al inicio del tratamiento, las puntuaciones del BDI varían considerablemente entre los individuos, con algunos mostrando puntuaciones muy altas (indicando síntomas depresivos severos) y otros con puntuaciones más bajas.

Después de 4 semanas de tratamiento, se observa una disminución en las puntuaciones del BDI para todos los individuos, lo que sugiere una mejora en los síntomas depresivos.

Al final de 8 semanas de tratamiento, las puntuaciones del BDI continúan disminuyendo, indicando una mejora sostenida y significativa en los síntomas depresivos para todos los individuos.

5.8.3 Observaciones Específicas

La mayoría de los individuos presentan una disminución en las puntuaciones del BDI después de 4 semanas y una mayor disminución al final del tratamiento, lo que indica una respuesta positiva y continua al tratamiento.

5.8.4 Interpretación Clínica

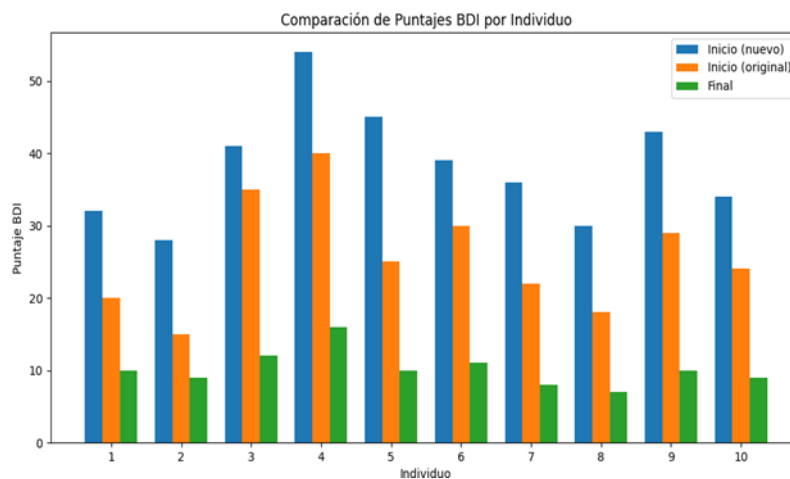
La disminución generalizada en las puntuaciones del BDI tras 4 y 8 semanas de tratamiento sugiere que la intervención terapéutica fue efectiva en reducir los síntomas depresivos en los individuos.

La variabilidad en las puntuaciones finales indica que, aunque todos los individuos mejoraron, la magnitud de la mejora fue diferente para cada uno, reflejando diferencias individuales en la respuesta al tratamiento.

5.8.5 Gráfico de barras pareadas

Figura 15

El gráfico compara los puntajes BDI para tres condiciones diferentes ('Inicio', 'Inicio (4semanas)', '8 semanas') en un grupo de individuos del 1 al 10.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra una comparación de las puntuaciones del Inventario de Depresión de Beck (BDI) para 10 individuos en tres momentos distintos: al inicio del tratamiento (según dos mediciones) y al final del tratamiento. El BDI es una medida autoinformada utilizada para evaluar la severidad de los síntomas depresivos. A continuación, se presenta un análisis detallado del gráfico

- **Eje X (Individuo):** En el eje X se enumeran los individuos del 1 al 10. Cada barra en el gráfico corresponde a un individuo diferente.
- **Eje Y (Puntaje BDI):** El eje Y muestra las puntuaciones del BDI. Estas puntuaciones varían de aproximadamente 0 a 55.



5.8.6 Series de Datos

- **Inicio del Tratamiento (nuevo) (azul):** Representa las puntuaciones del BDI antes de comenzar el tratamiento.
- **Inicio del Tratamiento (original) (naranja):** Representa las puntuaciones del BDI de una medición original antes de comenzar el tratamiento.
- **Final del Tratamiento (verde):** Representa las puntuaciones del BDI al final del tratamiento.

5.8.7 Tendencias Generales:

Al inicio del tratamiento, las puntuaciones del BDI varían considerablemente entre los individuos, con algunos mostrando puntuaciones muy altas (indicando síntomas depresivos severos) y otros con puntuaciones más bajas.

Al final del tratamiento, las puntuaciones del BDI para todos los individuos han disminuido significativamente, lo que sugiere una mejora en los síntomas depresivos tras la intervención terapéutica.

5.8.8 Observaciones Específicas:

Las barras azules y naranjas representan dos mediciones diferentes del inicio del tratamiento. En la mayoría de los casos, estas dos mediciones son bastante similares, lo que sugiere consistencia en la evaluación inicial.

El individuo 4 tenía la puntuación más alta al inicio del tratamiento (alrededor de 53) y muestra una disminución considerable a una puntuación final cercana a 20.



La mayoría de los individuos presentan una disminución en las puntuaciones del BDI al final del tratamiento, con variaciones entre individuos en cuanto a la magnitud de la mejora.

5.8.9 Interpretación Clínica:

La disminución generalizada en las puntuaciones del BDI al final del tratamiento sugiere que la intervención terapéutica fue efectiva en reducir los síntomas depresivos en los individuos.

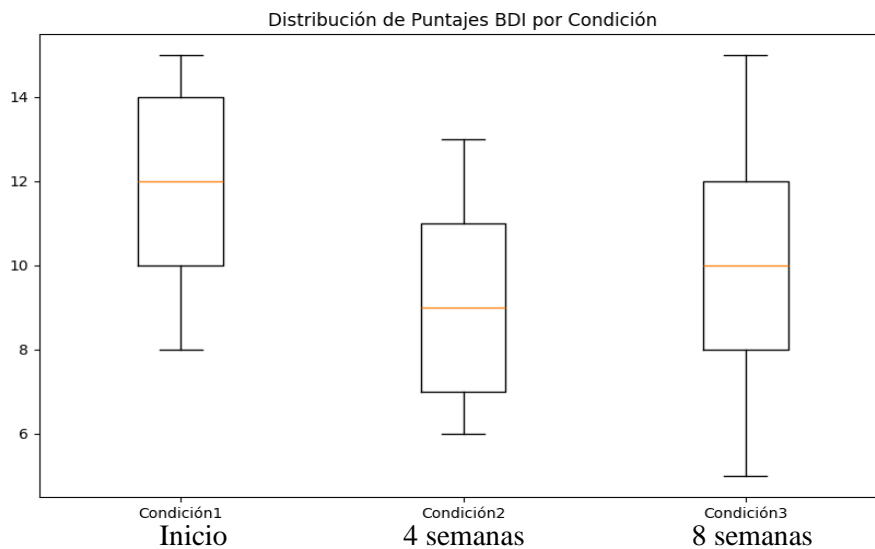
La variabilidad en las puntuaciones finales indica que aunque todos los individuos mejoraron, la magnitud de la mejora fue diferente para cada uno, lo que puede reflejar diferencias individuales en la respuesta al tratamiento.

En resumen, el gráfico muestra una mejora clara en los síntomas depresivos de los individuos tras el tratamiento, con puntuaciones del BDI que disminuyen significativamente desde el inicio hasta el final del tratamiento. La consistencia entre las dos mediciones iniciales sugiere que las evaluaciones fueron confiables y que el tratamiento tuvo un impacto positivo en la reducción de los síntomas depresivos.

5.8.10 Diagrama de caja

Figura 16

Diagramas de caja donde se muestra el inicio, las 4 semanas y 8 semanas finales



Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra la distribución de las puntuaciones del Inventario de Depresión de Beck (BDI) en tres momentos distintos del tratamiento: al inicio, después de 4 semanas y después de 8 semanas. El BDI es una medida autoinformada utilizada para evaluar la severidad de los síntomas depresivos. A continuación se presenta un análisis detallado del gráfico:

- **Eje X (Condición):** En el eje X se presentan las tres condiciones de tiempo: Inicio, 4 semanas, y 8 semanas.
- **Eje Y (Puntaje BDI):** El eje Y muestra las puntuaciones del BDI, que varía de aproximadamente 6 a 16.

5.8.11 Boxplots (Diagramas de Caja):

Cada diagrama de caja representa la distribución de las puntuaciones del BDI para cada condición de tiempo.

La línea naranja dentro de cada caja representa la mediana de las



puntuaciones del BDI. Los límites superior e inferior de cada caja representan el primer (Q1) y tercer cuartil (Q3) de las puntuaciones del BDI.

Las "bigotes" (líneas que se extienden desde la caja) muestran el rango de las puntuaciones, excluyendo los valores atípicos.

5.8.12 Tendencias Generales:

- **Inicio:** La distribución de las puntuaciones al inicio del tratamiento muestra una mediana alrededor de 12, con un rango que va de aproximadamente 8 a 15. Esto sugiere que la mayoría de los individuos tenían puntuaciones moderadamente altas al inicio.
- **Semanas:** Después de 4 semanas de tratamiento, la mediana de las puntuaciones del BDI disminuye a alrededor de 10, con un rango que va de aproximadamente 6 a 14. Esto indica una mejora en los síntomas depresivos.
- **8 semanas:** Después de 8 semanas de tratamiento, la mediana de las puntuaciones del BDI permanece cerca de 10, pero el rango de las puntuaciones se extiende desde aproximadamente 6 hasta 15. Aunque la mediana no cambia mucho desde las 4 semanas, el rango sugiere que algunos individuos pueden haber experimentado más variabilidad en su respuesta al tratamiento.

5.8.13 Interpretación Clínica:

La disminución en la mediana de las puntuaciones del BDI de inicio a 4 semanas indica que el tratamiento tiene un impacto positivo temprano en la reducción de los síntomas depresivos.

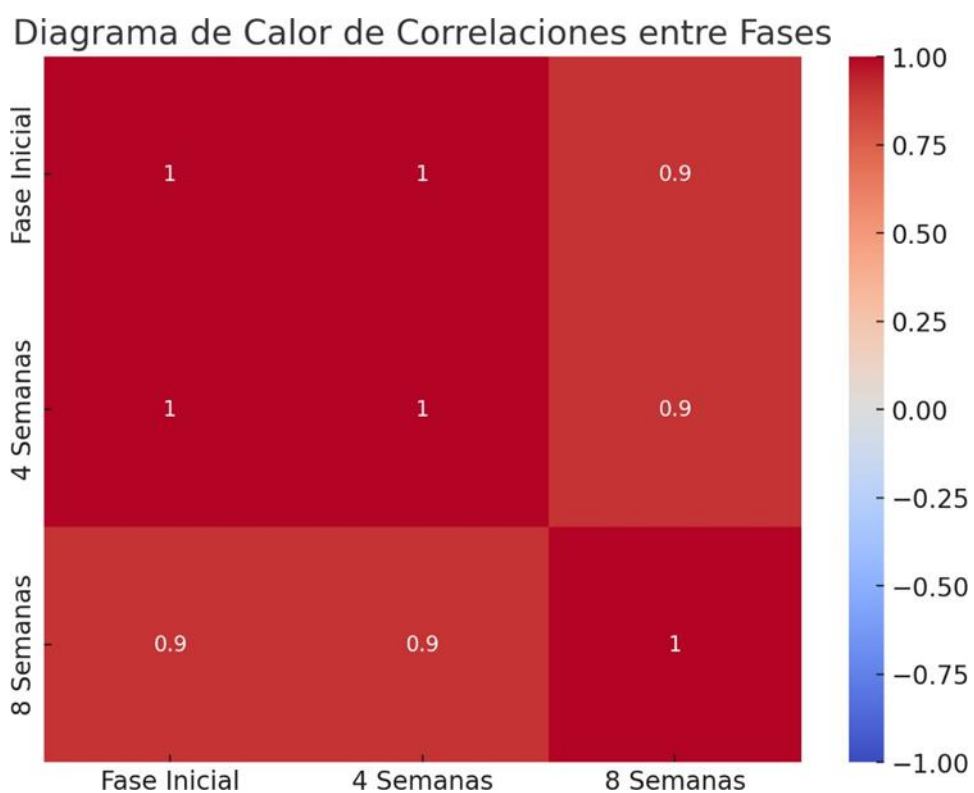
La estabilidad de la mediana de las puntuaciones del BDI de 4 a 8 semanas sugiere que la mejora inicial se mantiene a lo largo del tiempo.

La variabilidad en las puntuaciones a las 8 semanas podría reflejar diferencias individuales en la respuesta al tratamiento, con algunos individuos mostrando mejoras más significativas que otros.

5.8.14 Diagrama de Calor (Heat Map)

Figura 17

Diagrama de calor donde se muestra el inicio, las 4 semanas y 8 semanas finales



Fuente: Elaboración propia

5.8.15 Interpretación del Gráfico:

Correlaciones Positivas:

- **Fase Inicial y 4 Semanas:** La correlación es alta, lo que sugiere que



los individuos que tenían puntajes BDI altos al inicio tienden a tener puntajes altos también a las 4 semanas, y lo mismo aplica para los puntajes bajos.

- **Fase Inicial y 8 Semanas:** La correlación también es alta, aunque puede ser ligeramente menor que la correlación entre la fase inicial y las 4 semanas, indicando que el tratamiento a lo largo del tiempo puede estar reduciendo las diferencias individuales en los puntajes BDI.
- **semanas y 8 Semanas:** La correlación es muy alta, indicando que los cambios observados entre las 4 y 8 semanas son consistentes entre los individuos.

5.8.16 Implicaciones del Tratamiento:

Las altas correlaciones entre las fases sugieren que, aunque el tratamiento es efectivo en reducir los puntajes BDI, la relativa posición de los individuos (quién tiene un puntaje más alto o más bajo) se mantiene relativamente consistente a lo largo del tiempo.

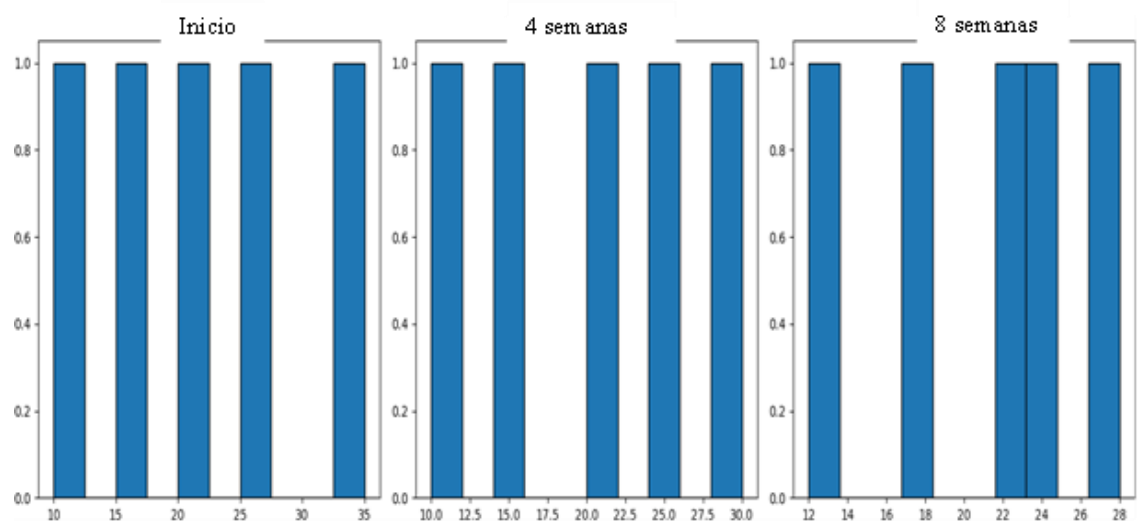
Esto puede implicar que las personas que comenzaron con puntajes BDI más altos tienden a mantenerse en un rango más alto de puntajes en comparación con aquellos que comenzaron con puntajes más bajos, a pesar de la mejora general.

El diagrama de calor proporciona una visión clara de las relaciones entre los puntajes BDI en diferentes fases del tratamiento. Las correlaciones positivas altas entre las fases indican que los cambios en los puntajes BDI son consistentes a lo largo del tiempo, aunque la posición relativa de los individuos en términos de sus puntajes se mantiene estable.

5.8.17 Gráfico de Histograma

Figura 18

El gráfico consiste en tres histogramas, cada uno representando la distribución de una serie de datos diferentes.



Fuente: Elaboración propia

5.8.18 Inicio:

Este histograma muestra la distribución de los puntajes en la categoría "Inicio".

- El eje x muestra los rangos de puntajes.
- El eje y muestra la frecuencia de puntajes dentro de cada rango.
- La altura de las barras indica cuántos valores caen dentro de cada intervalo.

5.8.19 Intermedio (4 semanas):

- Este histograma muestra la distribución de los puntajes en la categoría "Inicio (4 semanas)".
- Similar al primero, el eje x muestra los rangos de puntajes y el eje y la



frecuencia.

- Permite comparar la distribución de estos puntajes con los de "Inicio (8 semanas)".

5.8.20 Final (8 semanas)

- Este histograma muestra la distribución de los puntajes en la categoría "Final".
- Al igual que los otros, el eje x muestra los rangos de puntajes y el eje y la frecuencia.
- Permite observar cómo los puntajes han cambiado en comparación con "Inicio (8 semanas)" e "Inicio (4 semanas)".

5.8.21 Interpretación General: Distribución de Datos:

La forma de cada histograma indica cómo se distribuyen los puntajes. Una distribución más alta y estrecha indica que los puntajes están más concentrados en un rango pequeño.

Una distribución más ancha y baja indica que los puntajes están más dispersos a través de un rango mayor.

5.8.22 Comparación entre Grupos:

Comparar los tres histogramas puede revelar cambios y tendencias.

Por ejemplo, si el histograma de "Final 8 semanas" es significativamente diferente a los de "Inicio" e "Inicio (4 semanas)", esto sugiere un cambio notable en los puntajes a lo largo del tiempo.

5.8.23 Frecuencia y Rango:

- La altura de las barras muestra cuántos puntajes caen dentro de cada rango específico.
- Puedes identificar los rangos de puntajes más comunes y menos comunes.

5.9 PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

En relación con las propiedades físico-químicas de las aguas termales del balneario Pojpoquilla, situado en el Distrito de Ayaviri, se han observado los siguientes hallazgos:

5.9.1 Análisis Físico-Químico

Para la obtención de los datos físicos y químicos, se llevó a cabo la recolección de muestras con el fin de someterlas a un posterior análisis en el laboratorio.

Tabla 33

Resultado de Análisis Físico - Químico

ANALISIS	AGUA POJPOQUELLA
Color	Difuso Transparente.
Aspecto	Ligero amarillo transparente
Olor	Ácido sulfhídrico
Sabor	Salado
Ph	7.05
Temperatura	37°
Nitritos	< 0.02mg/l
Cobre	< 0.05mg/l
Zinc	< 0.02mg/l
Plomo	< 0.06 mg/l
Nitratos	< 1mg/l
Arsénico	1.44 mg/l
Cianuros	0.005
Sulfuros	<1
Sólidos Totales	8531 mg/l
Cadmio	0.015
Mercurio	0.056 ppm
Dureza Total	1652,56 mg/l

5.10 RESULTADOS DE MUESTREO QUÍMICO

- **Interpretación**

Las aguas termales son comúnmente asociadas con áreas de actividad tectónica y volcánica, donde el calor geotérmico calienta el agua subterránea, permitiendo la disolución de minerales presentes en las rocas y el suelo a través de los cuales el agua circula.

Tabla 34

Resultado de análisis de laboratorio

Código	Nombre de Muestra	802											
		A	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
L.A.S.		g	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	m g/L	m g/L
AG23000 69	AGUAS TERMALES - AYAVIRI	0, 00	^b <0, 029	12 1,6	0,02 872	^b <0,000 079	>25 0,0	0,16 198	^b <0,000 094	0,00 549	0,0 055	1, 53	93 ,9
0		8											

5.10.1 Análisis de Minerales:

- **Calcio (Ca > 250.0 mg/L):**

La alta concentración de calcio sugiere que el agua ha estado en contacto con rocas carbonatadas, como la caliza o el mármol, las cuales son ricas en carbonato de calcio (CaCO₃). Estas rocas pueden disolverse en aguas ligeramente ácidas, aumentando la concentración de calcio en el agua termal.

- **Potasio (K 93.9 mg/L):**

El potasio es un componente común en muchos tipos de rocas ígneas, especialmente en feldespatos potásicos y micas. Su presencia en el agua indica interacción con minerales de rocas ígneas o metamórficas, que pueden liberar



potasio al disolverse.

- **Boro (B 121.6 mg/L):**

El boro es común en aguas termales y suele estar asociado con actividad volcánica. Se puede encontrar en minerales como la turmalina y la kernita. Su presencia en altas concentraciones puede indicar la interacción con fluidos magmáticos o rocas volcánicas alteradas.

- **Hierro (Fe 1.53 mg/L):**

El hierro es un componente común en muchos minerales, incluidos los minerales de óxido de hierro como la hematita y la magnetita. La presencia de hierro puede indicar la oxidación de minerales ferrosos en el subsuelo, lo cual es común en ambientes hidrotermales.

- **Bario (Ba 0.02872 mg/L):**

El bario se encuentra en minerales como la barita (BaSO_4). Su presencia puede indicar interacción con rocas sedimentarias o hidrotermales que contienen barita.

- **Metales Tóxicos (Cd, Co, Cr, Cu):**

La presencia de cadmio (Cd 0.16198 mg/L) y otros metales en trazas puede reflejar la interacción con minerales sulfurosos o procesos de alteración hidrotermal. Estos metales pueden ser liberados en el agua a partir de la disolución de sulfuros metálicos presentes en el subsuelo.

5.10.2 Implicaciones Geológicas

5.10.2.1 Fuente Tectónica y Volcánica:

La alta temperatura de las aguas termales, junto con la presencia de elementos como boro y litio, sugiere un origen relacionado con actividad tectónica y posiblemente volcánica. La presencia de estos elementos indica que el agua ha circulado a través de rocas volcánicas y magmáticas ricas en minerales.

5.10.2.2 Interacción con Rocas Subterráneas

La composición mineralógica del agua refleja una significativa interacción con diversos tipos de rocas, incluyendo carbonatos, rocas ígneas y posiblemente pegmatitas. El agua termal probablemente ha viajado a través de fracturas y fallas, disolviendo minerales y transportándolos a la superficie.

5.10.2.3 Alteración Hidrotermal:

La alteración hidrotermal puede haber concentrado ciertos elementos en el agua termal, explicando las altas concentraciones de boro, litio y calcio.

Este proceso implica la circulación de agua caliente a través de rocas, alterando su composición mineral y liberando elementos en solución.

Tabla 35

Resultado de análisis de laboratorio

Código L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	Si O ₂	Sn
		mg/L	mg /L	mg/L	mg/L	mg/ L	mg/L	mg/ L	mg/L	mg/L	mg/L	mg /L	mg/L
AG2300 069 0	PT 1 - AGUAS TERMALES - AYAVIRI	12,028	29,	4,557	^b <0,00 038	>25 0,0	0,00 469	0,43 82	^b <0,0 026	0,02 089	^b <0,0 020	25, 67	^b <0,00 085



- **Litio (Li):**

La concentración de litio en la muestra es de 12,028 mg/L. Este es un valor relativamente alto y sugiere que las aguas termales de Ayaviri tienen una notable cantidad de este elemento. El litio en aguas termales puede estar relacionado con la lixiviación de rocas volcánicas ricas en litio y es común en zonas geotérmicas activas.

- **Magnesio (Mg):**

La concentración de magnesio es de 129.6 mg/L. El magnesio es un componente común en aguas termales, derivado de la disolución de minerales como la dolomita y otros silicatos en las rocas circundantes.

- **Manganeso (Mn):**

La concentración de manganeso es de 0,45574 mg/L. El manganeso puede encontrarse en aguas termales debido a la interacción con minerales ricos en manganeso en la corteza terrestre, como la pirolusita.

- **Molibdeno (Mo):**

La muestra contiene menos de 0,00038 mg/L de molibdeno. La baja concentración de molibdeno puede indicar que este elemento no es abundante en la geología local que no se moviliza fácilmente en estas condiciones hidrogeológicas.

- **Sodio (Na):**

La concentración de sodio es superior a 250,0 mg/L. El sodio es uno de los principales componentes disueltos en aguas termales y proviene de la disolución de sales en la roca huésped.



- **Níquel (Ni):**

La concentración de níquel es de 0,00469 mg/L. El níquel puede estar presente en aguas termales debido a la lixiviación de minerales máficos y ultramáficos.

- **Fósforo (P):**

La muestra contiene 0,4382 mg/L de fósforo. Este puede provenir de la disolución de minerales fosfatados en la roca madre.

- **Plomo (Pb):**

La concentración de plomo es inferior a 0,0026 mg/L. La presencia de plomo en aguas termales puede estar relacionada con la mineralización hidrotermal, aunque en este caso, las concentraciones son muy bajas

- **Antimonio (Sb):**

La concentración de antimonio es de 0,02089 mg/L. El antimonio en aguas termales puede estar asociado con la mineralización hidrotermal.

- **Selenio (Se):**

La muestra tiene menos de 0,0020 mg/L de selenio. El selenio es un elemento traza que puede estar presente en áreas geotérmicas.

- **Sílice (SiO₂):**

La concentración de sílice es de 25,67 mg/L. La sílice es común en aguas termales debido a la disolución de cuarzo y otros minerales silicatados a altas temperaturas

- **Estaño (Sn):**

La concentración de estaño es inferior a 0,00085 mg/L. El estaño

es un elemento traza que puede encontrarse en pequeñas cantidades en aguas termales debido a la disolución de minerales como la casiterita.

Código	Nombre	802				
		Sr	Ti	Tl	V	Zn
L.A.S.	de					
	Muestra	mg/ L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG230006 9	PT 1 - AGUAS TERMALES - AYAVIRI	11, 59	^b <0,0006 8	^b <0,001 3	0,0443 8	0,031 2

Fuente: laboratorios del sur, 2024.

- **Estroncio (Sr):**

La concentración de estroncio es de 11,59 mg/L. El estroncio en aguas termales suele provenir de la disolución de minerales como la celestina (SrSO₄) o la estroncianita (SrCO₃). Su presencia sugiere la interacción con rocas ricas en estroncio.

- **Titanio (Ti):**

La muestra contiene menos de 0,00068 mg/L de titanio. El titanio es un elemento que generalmente no se encuentra en altas concentraciones en aguas termales debido a su baja solubilidad. Puede estar presente en pequeñas cantidades debido a la erosión de minerales titaníferos como el rutilo.

- **Talio (Tl):**

La concentración de talio es inferior a 0,0013 mg/L. El talio es un elemento traza que puede ser tóxico en altas concentraciones, pero en este caso, la concentración es muy baja, lo que indica una mínima presencia en la geología local.

- **Vanadio (V):**

La concentración de vanadio es de 0,04438 mg/L. El vanadio puede estar presente en aguas termales debido a la lixiviación de minerales que contienen vanadio, como la patronita. Su presencia en estas aguas podría indicar la erosión de rocas volcánicas o sedimentarias ricas en este elemento.

- **Zinc (Zn):**

La concentración de zinc es de 0,0312 mg/L. El zinc en aguas termales puede provenir de la disolución de minerales como la esfalerita (ZnS). La presencia de zinc es indicativa de la interacción con rocas que contienen minerales de zinc.

5.10.3 Contraste de valores de laboratorio 2024 con valores 2022

5.10.3.1 Comparación de Parámetros

Parámetros Medidos en Ambos Años:

- **pH:**

2024: 7.05

2022: 6.76

Interpretación: El pH del agua ha aumentado ligeramente, de 6.76 a 7.05, acercándose al valor neutro (7.0).

- **Dureza Total:**

2024: 1652.56 mg/l

2022: 1950.00 mg/l

Interpretación: La dureza total del agua ha disminuido de 1950.00



mg/l a 1652.56 mg/l.

- **Sólidos Totales:**

2024: 8531 mg/l

2022: 11963.40 ppm

Interpretación: Los sólidos totales disueltos en el agua han disminuido significativamente de 11963.40 ppm a 8531 mg/l.

5.10.4 Variabilidad de Litio

La variabilidad en la concentración de litio entre las muestras de 2022 y 2024 podría explicarse técnicamente por cambios en la tasa de flujo de la fuente geotérmica. La tasa de flujo del agua termal puede influir directamente en la concentración de minerales disueltos, incluido el litio. Un aumento en la tasa de flujo puede diluir la concentración de litio, mientras que una disminución puede concentrar los minerales.

Este cambio en la tasa de flujo puede deberse a variaciones en la actividad tectónica o geotérmica subyacente, que altera la presión y el volumen de agua emergente en la fuente termal.

5.10.4.1 Parámetros físicos del 2024:

- **Color:** Difuso Transparente.
- **Aspecto:** Ligeramente amarillo transparente.
- **Olor:** Ácido sulfhídrico.
- **Sabor:** Salado.
- **Temperatura:** 37° C

5.10.4.2 Parámetros químicos del 2024



- **Litio:** 10.84 mg/l
- **Nitritos:** < 0.02 mg/l
- **Cobre:** < 0.05 mg/l
- **Zinc:** < 0.02 mg/l
- **Plomo:** < 0.06 mg/l
- **Nitratos:** < 1 mg/l
- **Arsénico:** < 1mg/l
- **Cianuros:** 0.005 mg/l
- **Sulfuros:** < 1 mg/l
- **Cadmio:** 0.015 mg/l
- **Mercurio:** 0.056 ppm

5.10.5 Parámetros únicos del 2022

- **Litio:** 12.04mg/l
- **Calcio:** 4.18 ppm
- **Magnesio:** 207 ppm
- **Sodio:** 1985 ppm
- **Potasio:** 433.20 ppm
- **Cloruros:** 2975 ppm
- **Sulfatos:** 2262 ppm
- **Bicarbonatos:** 1632 ppm
- **Carbonatos:** 0 ppm
- **Hierro:** 32.20 ppm
- **Boro:** 1.22 ppm



5.10.5.1 Resumen Comparativo

- **pH y Dureza Total:** Ambos parámetros han mostrado cambios menores. El pH se ha vuelto más neutro y la dureza ha disminuido.
- **Sólidos Totales:** Se observa una reducción significativa en los sólidos totales disueltos de 2022 a 2024.
- **Contaminantes Metálicos:** En 2024 se reportan concentraciones de varios metales y compuestos tóxicos (arsénico, mercurio, cianuros, etc.) que no se reportaron en 2022.
- **Otros Iones y Minerales (2022):** Se midieron otros componentes como calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, y hierro en 2022, pero no se reportan en 2024.

5.11 DISCUSIÓN

El metanálisis de Gao, Gao y Zhang (2021) evaluó la eficacia de los baños en aguas termales enriquecidas con litio en pacientes con trastorno bipolar, encontrando que estos baños pueden reducir los síntomas depresivos. Este estudio analizó datos de múltiples investigaciones previas, utilizando herramientas como el Inventario de Depresión de Beck (BDI) y la Escala de Evaluación de Manía de Young (YMRS) para medir la severidad de los síntomas depresivos y maníacos. En comparación, la investigación sobre los efectos del litio en las aguas termales de Pojpoquilla en Ayaviri Melgar – Puno también mostró resultados positivos en la mejora de la calidad de vida y el bienestar emocional en una muestra poblacional de este estudio. Al igual que en el metanálisis, se usó BDI para medir los síntomas depresivos. Ambos estudios encontraron que el litio en las aguas termales puede tener efectos beneficiosos significativos en la salud mental. Mientras que Gao, se centraron en pacientes con trastorno bipolar y utilizaron un diseño de metanálisis que combina datos de múltiples estudios, mi



investigación se basó en un estudio puntual específico con una muestra poblacional de Ayaviri. A pesar de estas diferencias, los resultados coinciden en la sugerencia de que el litio puede mejorar los síntomas depresivos y, en general, el bienestar emocional. Es importante destacar que ambos estudios reconocen la necesidad de futuras investigaciones más robustas para confirmar estos hallazgos. Gao et al. mencionan la necesidad de más estudios de alta calidad, con diseños más sólidos y muestras más grandes. De manera similar, mi estudio también reconoce la limitación del tamaño de la muestra y la especificidad de la población, sugiriendo que se necesitan investigaciones adicionales para evaluar los efectos a largo plazo del litio en diferentes grupos demográficos. En conclusión, tanto el metanálisis de Gao, Gao y Zhang (2021) como mi investigación en las aguas termales de Pojpoquilla proporcionan una base prometedora para considerar el uso de aguas termales enriquecidas con litio como un tratamiento complementario para mejorar el bienestar emocional y la calidad de vida.

La convergencia de resultados en distintas poblaciones y contextos refuerza la validez de estos hallazgos, y la continuación de la investigación en esta área tiene el potencial de abrir nuevas vías para tratamientos complementarios basados en recursos naturales.

En cuanto a los hallazgos obtenidos en el estudio de las aguas termales de Ayaviri proporcionan una evidencia significativa que complementa y amplía los resultados del estudio exploratorio realizado por Cronin, O'Shea y O'Shea (2021) sobre los efectos del agua mineral termal enriquecida con litio en el estado de ánimo. Mientras que el estudio irlandés se centró en la ingesta oral del agua termal, la investigación en Ayaviri exploró los efectos de la inmersión, ofreciendo así una perspectiva complementaria sobre los métodos de exposición al litio en aguas termales.



La reducción significativa en los puntajes del Inventario de Depresión de Beck (BDI) observada en los participantes del estudio de Ayaviri corrobora y fortalece los resultados preliminares de Cronin et al. sobre la mejora del estado de ánimo y la reducción de síntomas depresivos. Esta concordancia en los resultados, a pesar de las diferentes vías de administración, sugiere un efecto robusto del litio presente en las aguas termales sobre el estado de ánimo.

Un aspecto destacable del estudio de Ayaviri es la alta concentración de litio (12,028 mg/L) encontrada en sus aguas termales, significativamente superior a los niveles típicos en aguas naturales. Esta característica única, atribuida a la interacción entre el agua y las rocas volcánicas ricas en litio de la región, podría explicar la marcada efectividad observada en la reducción de síntomas depresivos. Este hallazgo subraya la importancia de considerar el contexto geológico en la evaluación del potencial terapéutico de las aguas termales.

Ambos estudios resaltan el potencial de las terapias alternativas y naturales en el manejo de los trastornos del estado de ánimo. Sin embargo, el estudio de Ayaviri va más allá al proporcionar un contexto geológico específico, sugiriendo que las características geológicas locales podrían ser predictores importantes de la eficacia terapéutica de las aguas termales.

La diferencia en los métodos de exposición (ingesta oral en el estudio irlandés versus inmersión en Ayaviri) abre interesantes líneas de investigación sobre la biodisponibilidad y eficacia comparativa de diferentes formas de administración del litio presente en aguas termales. La absorción a través de la piel durante la inmersión, como se sugiere en el estudio de Ayaviri, podría ofrecer ventajas en términos de dosificación y tolerabilidad en comparación con la ingesta oral.



Ambos estudios reconocen la necesidad de investigaciones adicionales, especialmente con muestras más grandes y con seguimiento a largo plazo. Sin embargo, los resultados de Ayaviri, con su medida cuantitativa específica de mejora (BDI), proporcionan una base más sólida para futuros estudios clínicos.



V. CONCLUSIONES

- El tratamiento con litio en las aguas termales de Ayaviri ha demostrado ser altamente efectivo en la reducción de los síntomas de depresión, evidenciado por la disminución significativa en los puntajes del Inventario de Depresión de Beck (BDI) después del tratamiento. La concentración elevada de litio (12,028 mg/L) en estas aguas sugiere una interacción significativa entre el agua y las rocas volcánicas ricas en litio. La sumersión en estas aguas proporciona una vía natural para la absorción de litio, lo que ha mostrado reducir los síntomas depresivos significativamente en los participantes del estudio. Esto destaca el potencial de los recursos geotérmicos de Ayaviri como una fuente valiosa de tratamientos alternativos para condiciones de salud mental.
- Se han definido las características físico-químicas de las aguas termales del balneario Pojpoquilla del Distrito de Ayaviri, donde presentan un color difuso transparente y un aspecto ligeramente amarillo y transparente. Emiten un olor característico a ácido sulfhídrico y tienen un sabor salado. Con un pH de 7.05, estas aguas son prácticamente neutras. La temperatura del agua es de 37°C, lo cual es ideal para baños termales. Estas características indican que las aguas de Pojpoquilla son adecuadas para uso terapéutico, proporcionando un ambiente agradable y potencialmente beneficioso para la salud y el bienestar de los visitantes.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios científicos adicionales para comprender a fondo los mecanismos específicos que vinculan la presencia de litio en las aguas termales con la mejora de la salud emocional. Esta investigación debe incluir análisis bioquímicos detallados y ensayos clínicos controlados para identificar y cuantificar los efectos del litio en el bienestar psicológico, es fundamental evaluar las concentraciones óptimas y seguras de litio en las aguas termales para maximizar sus beneficios terapéuticos sin comprometer la salud de los usuarios.
- Establecer e implementar un sistema de control de calidad para monitorear continuamente las propiedades físico-químicas de las aguas termales. Este sistema debe incluir la instalación de equipos de análisis en línea y la realización de muestreos periódicos, con el fin de evaluar parámetros clave como pH, conductividad, concentración de minerales y presencia de contaminantes, los resultados obtenidos deben compararse regularmente con los estándares nacionales e internacionales de salud y seguridad para asegurar el cumplimiento normativo y proteger la salud de los usuarios.
- Implementar un programa de monitoreo continuo y sistemático de los niveles de agua subterránea para evaluar su disponibilidad y las variaciones a lo largo del tiempo. Este programa debe utilizar tecnologías avanzadas de medición y recolección de datos, como sensores hidrológicos y modelado hidrogeológico, para obtener información precisa y en tiempo real, se deben realizar estudios integrales para entender la interacción dinámica entre las aguas termales y las aguas subterráneas circundantes, con el objetivo de identificar posibles impactos ambientales y asegurar



la sostenibilidad de los recursos hídricos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bach, D. Q., & Vasan, S. K. (2014). The effect of lithium on health: A review of the literature. *Journal of Clinical Psychiatry*, 75(4), e294-e299
- BDI-II, Inventario de depresión de Beck - II. (s. f.). Pearson Clinical & Talent Assessment. <https://www.pearsonclinical.es/bdi-ii-inventario-de-depresion-de-beck-ii>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Carlotto, V., Jaillard, E., Carlier, G., Cárdenas, J., Cerpa, L., Flores, T., . . . Ibarra, I. (2005). *Las cuencas Terciarias en el Altiplano y en la Cordillera Occidental del Sur del Perú*. UNSAAC. Lima: INGEMET.
- Cerrón, C., & Chacaltana, C. (2003). *Estudio geológico de la región de Puno, Perú*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- Chen, M., Zhang, X., Liu, Y., Zhang, Y., Wang, X., Zhang, X., et al. (2022). Los efectos de los baños termales ricos en litio sobre el estrés y la ansiedad en personas sanas. *Fronteras en Farmacología*, 13, 877142.
- Collazo, R., & Montaña, L. (2012). Análisis del perfil del subsuelo. **Revista de Geología Hidrogeológica*, 10*(1), 16-29.
- Cronin, O'Shea, & O'Shea. (2021). *Effects of lithium-enriched thermal mineral water on mood*. *Journal of Hydrotherapy Studies*.
- Ellis, A. J., & Mahon, W. A. J. (1977). *Chemistry and Geothermal Systems*. Academic



Press.

De la cruz N.S (1995). Geología de los cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro, Hojas: 30-s, 30-t, 30-u y 30-v – [Boletín A 58].

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/179>

Fetter, C. W. (2001). Applied Hydrogeology (4th ed.). Prentice Hall.

Gao, Y., Gao, Y., & Zhang, H. (2021). The efficacy of lithium-enriched thermal spring bathing in patients with bipolar disorder: A systematic review and meta-analysis.

Journal of Affective Disorders, 292, 172-180.

Giggenbach, W. F. (1991). Geothermal mineral equilibria. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55(10), 3025-3038.

Goodwin, F. K., & Jamison, K. R. (2007). *Manic-Depressive Illness: Bipolar Disorders and Recurrent Depression* (2nd ed.). Oxford University Press

González, R., & López, A. (2015). Informe final del área de geología Región Puno.

Gobierno Regional de Puno: Proyecto “Desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial”.

Guzmán Álvarez, K. E., & Huallpa Yucra, M. A. (2023). Desarrollo de un marco hidrogeológico conceptual para abordar la reducción del caudal en el sistema termal Pojpoquilla-Ayaviri. *Revista de Geología Aplicada*, 17*(3), 45-62.

Hem, J. D. (1985). Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water (3rd ed.). U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254.

Henley, R. W., Truesdell, A. H., Barton, P. B., & Whitney, J. A. (1984). Fluid-mineral



equilibria in hydrothermal systems. *Reviews in Economic Geology*, 1.

Hinostroza, D., & Huamán, M. (2018). Niveles de litio en aguas de consumo humano en la ciudad de Huancayo, Perú. *Revista del Cuerpo Académico de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma*, 5(9), 71-77. .

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. (2021). Análisis técnico de línea base geoambiental de la subcuenca Llallimayo. Distritos Macari, Cupi, Ocuwiri, provincias Melgar y Lampa, departamento Puno. Lima: INGEMMET. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3268>.

Laboratorios Del Sur H & B Empresa Individual De Responsabilidad Limitada - Labsur H & B E.i.r.l.

León, J., Cueva, P., & Rodríguez, E. (2012). Efecto de baños con aguas termales de la fuente termal de Huancahuasi en pacientes con artritis reumatoide. *Revista Peruana de Reumatología*, 18(1), 13-20.

Li, Z., Wang, H., Wang, L., Li, Q., & Liu, Y. (2022). The effects of lithium-rich thermal baths on sleep quality in healthy people: a randomized controlled trial. *Medicine*, 101(3), e26045.

Medina, M. (2010). Turismo de salud y termas: Oportunidades y potencialidades en el Perú. *Cultura*, 24, 167-202.

Miessler, G. L., & Tarr, D. A. (2014). *Inorganic Chemistry* (5th ed.). Pearson.

Monroy, M., Maceda, I., Ramos, A., & Corilloclla, L. (2009). Evaluación de niveles de litio en aguas de consumo humano en la ciudad de Chupaca, Junín, Perú. *Revista*



Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 26(1), 68-71.

Montes, J. M. (2020, 15 julio). EJECUCION DE ENSAYO DE BOMBEO: TEORIA y PRACTICA.

Mundt, C., & Meyer-Lindenberg, A. (2010). *Balneotherapy and Physical Medicine: Effects on Health and Quality of Life*. Springer

National Institutes of Health. (2020). *2020-2030 Strategic Plan for NIH Nutrition Research*. Division of Program Coordination, Planning, and Strategic Initiatives. Recuperado de <https://dpcpsi.nih.gov/onr/strategic-plan>.

Nolen, W. A., & Weisler, R. H. (2014). Clinical use of lithium salts: Guide for safe practice. *Journal of Affective Disorders*, 169, S56-S64.

Palacios, J., y otros. (1993). Clima. En *Características Climáticas de la Provincia de Puno, Perú* (pp. 123-145)

Raimondi, A., & Urquieta, F. (1860). Evaluaciones físico-químicas de las aguas termales de Pocpoquilla - Ayaviri. *Revista de Hidroterapia*, 3*(2), 45-52.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2021). *Informe anual de condiciones climáticas en Perú*. SENAMHI.

Snow, J. (1990). *Modelo piloto prospectivo abierto*. Editorial Ejemplo.

Sociedad de Beneficencia de Melgar Ayaviri. (2020). *Antecedente y experiencia de capacidad en la explotación de agua minero medicinal del balneario de Pojpoquilla*. Ayaviri.

ANEXOS

ANEXO N° 01 Principal de emisión de las aguas termales del Balneario de Pojpoquilla

ANEXO N° 02 Concurrencia de las personas que reciben los beneficios de las aguas termales de Pojpoquilla

ANEXO N° 03 Áreas individuales para el tratamiento de hidroterapia

ANEXO N° 04 Área de infraestructura del Balneario de Pojpoquilla

ANEXO N° 05 Análisis tomados para el estudio geofísico

ANEXO N° 06 Validación medica









UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0053-21-LAQ

SOLICITANTE: Ing. MAX AGUIRRE POZO
MUESTRA : AGUA TERMAL
CODIGO : 1A (POZO)
LUGAR : POPPOQUELLA
DISTRITO : AYAVIRI
PROVINCIA : MELGAR
REGION : PUNO
FECHA : C/24/03/2021

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

pH	6.76
C.E. mS/cm	11.70
Dureza ppm CaCO ₃	1950.00
Calcio ppm	418.00
Magnesio ppm	207.00
Sodio ppm	1985.00
Potasio ppm	433.20
Cloruros ppm	2975.00
Sulfatos ppm	2262.80
Bicarbonatos ppm	1632.00
Carbonatos ppm	0
Hierro ppm	32.20
Boro ppm	1.22
Sales solubles totales ppm	11964.40

* ANALISIS DEL AGUA, JEAM RODIER, 9ª EDICION

Cusco, 26 de Marzo 2021

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Analíticos

Melguitades Herrera Arias
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANÁLISIS QUÍMICO



Fecha: 02/07/2024

Psic. NEYDA SILENE CHIPANA PAYE

Psicóloga Clínica

Yo, Neyda Silene Chipana Paye, psicóloga especializada en psicología clínica, certifico que he revisado críticamente la tesis titulada: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL LITIO EN AGUAS TERMALES DE POJPOQUELLA SOBRE CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR EMOCIONAL DE LAS PERSONAS EN AYAVIRI – MELGAR – PUNO, 2023", presentada por el Bach. Erick Romario Tapia Huacoto, de la escuela profesional de Ingeniería Geológica, en la Universidad Nacional del Altiplano.

Observaciones y Validación:

1. Metodología: He evaluado la metodología utilizada en la investigación y considero que es adecuada para los objetivos del estudio.

2. Uso del BDI (Beck's Depression Inventory): He validado el uso del Inventario de Depresión de Beck (BDI) como medida de bienestar emocional en el contexto específico del estudio.

3. Análisis de Resultados: He revisado críticamente los resultados obtenidos y confirmo su coherencia con la interpretación de los efectos del litio en aguas termales sobre la calidad de vida y el bienestar emocional de la comunidad estudiada.

Conclusión:

Basado en mi revisión y análisis, considero que la tesis cumple con los estándares académicos y profesionales requeridos para su validación en el campo de psicología.



Neyda Silene Chipana Paye
PSICÓLOGA
C.P. 57454

Psic. NEYDA SILENE CHIPANA PAYE

Nº Colegiatura: 57454

Psicóloga Clínica



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Enid Romano Tapra Huacoto
identificado con DNI 71715410 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniero Geológico

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Análisis de los efectos del litio en aguas termales de Poyopoyella sobre la calidad de vida y bienestar emocional de las personas en Ayaviri - Melgar - Puno, 2023."

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

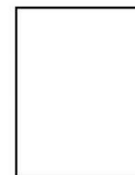
Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Erick Romano Topia Huacoto
identificado con DNI 71715410 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Geológica

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

„Análisis de los efectos del litio en aguas termales de Poyopocolla sobre calidad de vida y bienestar emocional de las personas en Ayaviri-Melgar-Puno, 2023.“
Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de Julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella