

ARTÍCULO 1

Determinación de la plasticidad de los suelos del distrito 12 del municipio de Cercado

Determination of the plasticity of the soils of district 12 of the Municipality of Closing

Baldiviezo Montalvo Trinidad Cinthia¹

¹ *Master en Educación Superior, Docente Universitario de Ingeniería Civil UAJMS. Estudiante del Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.*

¹ **Correspondencia del autor(es):** baldiviezomontalvot@gmail.com, dirección.

Resumen

El presente trabajo está basado en la determinación de la plasticidad de los suelos en el Distrito 12 de la ciudad de Tarija, con el propósito de identificarlos dentro del rango de variaciones de Índice de Plasticidad definido por Atterberg, para ello se tomó 45 muestras de suelo en los 5 barrios que constituyen el distrito mencionado, que ha permitido establecer una tendencia con ligeras variaciones que no son representativas llegando a la conclusión que el 11,11 % son suelos débilmente plásticos, 51,11 son medianamente plásticos y finalmente el 37,78 altamente plásticos.

Llegando a la conclusión que antes de realizar cualquier fundación en estos tipos de suelo amerita un estudio de suelos que garantice la ejecución de dicha obra.

La presencia de suelos plásticos podría provocar asentamientos y fisuras en las viviendas, deterioros prematuros y/o permanentes en la rodadura de las calles como también en el caso de taludes el posible deslizamiento de laderas que de no ser estabilizadas podrían sufrir deslizamientos con resultados catastróficos.

Palabras clave: Muestreo, plasticidad, fundaciones, talud, rodadura, ladera.

Abstract

The present work is based on the determination of the plasticity of soils in District 12 with the purpose of identifying them within the range of variations of the Plasticity Index defined by Atterberg, for this, 45 soil samples were taken that allowed us to establish a trend with slight variations that are not representative, concluding that 11.11% are weakly plastic, 51.11 are moderately plastic and 37.78 are highly plastic. Coming to the conclusion that before making any foundation in these types of soils they merit a soil study that guarantees the execution of said work. How plastic floors as foundation floor affect the design and construction of civil works.

The presence of plastic floors could cause settlements and cracks in the houses, premature and / or permanent deterioration in the rolling of the streets as well as in the case of slopes the possible landslide of hillsides that, if not stabilized, could suffer landslides with catastrophic results.

Keywords: Sampling, plasticity, foundations, slope, rolling, hillside.

1. Introducción

Del origen de los suelos en el Valle Central de Tarija tal como está definido en el proyecto Zonificación Agroecológica y Socioeconómica Departamento de Tarija, (2001) que define que: Los materiales fluvio-lacustres del Valle Central de Tarija fueron depositados en una cuenca lacustre que inicialmente estaba conformada por dos lagos, ubicados al sur y sudeste de la ciudad de Tarija, y que posteriormente formaron un solo lago, siendo este receptáculo de materiales procedentes de las partes altas de la cuenca, durante los periodos secos y húmedos del Pleistoceno medio al Pleistoceno superior (Suárez, 1996).

Las rocas más antiguas de la ciudad de Tarija, corresponden a unidades de edad Ordovícica, las cuales tienen una edad de 500 millones de años, y no así las rocas de edad Silúrica, restringidas al sector este y noreste de la ciudad de Tarija, particularmente en los núcleos Sinclinales, conformando inversiones de relieve local por erosión diferencial.

Los sedimentos al Cuaternario, adquieren una representatividad y difusión, rellenando la depresión de la Cuenca Lacustre de Tarija, definida por los bordes elevados de los cortes orográficos conformados por las antiguas rocas.

En el sistema Ordovícico, con tendencia a grano creciente hacia la parte superior de la secuencia, se distinguen formaciones como:

- ⊙ Formación Cieneguillas (Oci)
- ⊙ Formación Obispo (Oob)
- ⊙ Formación Sella (Ose)

El Sistema Cuaternario presenta características de sedimentos que son de amplia difusión en el área de investigación, tiene límites definidos por cordones orográficos, constituidos por rocas paleozoicas, que configuran una antigua “Cuenca Cuaternaria”, que hizo las veces de receptáculo de todo material proveniente de las partes altas.

En estos sedimentos recientes, tiene su mayor influencia la actividad humana en labores de cultivo y desarrollo urbanístico, por lo que definitivamente la presencia del hombre, incide en su estado de deterioro o conservación. (Vega, 2004)

Por otra parte Atterberg definió la **plasticidad** como la capacidad de un suelo de ser deformado, y observó que los suelos arcillosos en condiciones húmedas son plásticos y se vuelven muy duros en condiciones secas, que los limos no son necesariamente plásticos y se vuelven menos duros con el secado, y que las arenas son friables en condiciones sueltas y secas. También observó que existían arcillas altamente plásticas y otras de baja plasticidad. Estableciendo el siguiente rango de variación: Osorio (2010).

- Suelos friables o desmenuzables ($IP < 1$)
- Suelos débilmente plásticos ($1 < IP < 7$)
- Suelos medianamente plásticos ($7 < IP < 15$)
- Suelos altamente plásticos ($IP > 15$)

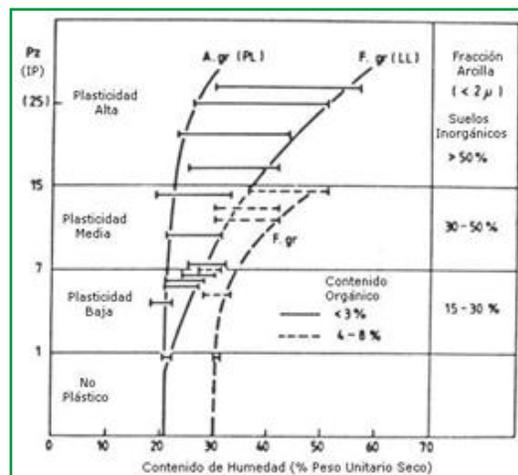


Fig. N°1: Carta de Plasticidad de Atterberg (1911)

Fuente: Osorio S. (2010)

Los materiales cuyo límite líquido (LL) es menor que 50 son de baja plasticidad y los que quedan hacia la derecha son de alta plasticidad. Los materiales con LL superiores a 100 se consideran de muy alta plasticidad. (Olivera F., 2009)

Algo que es de conocimiento técnico en Tarija es que, los suelos que predominan en el municipio de Cercado corresponde a suelos finos con presencia de arcilla en su composición y es precisamente esta arcilla que le da la plasticidad a los suelos, haciendo que sean inestables y malos en especial cuando hay presencia de agua su comportamiento es muy complejo, pues se ablandan y su resistencia disminuye considerablemente situación que es muy desfavorable para la fundación de obras civiles.

El objetivo de la investigación es determinar la plasticidad de los suelos del distrito 12 representados por su Índice de Plasticidad, en un rango de variaciones definidos por Atterberg.

De las investigaciones realizadas en la zona de interés se tiene la siguiente información:

Zona	% PASA N° 200	Plasticidad		Clasificación AASHTO	Compactación		CBR %
		LL	IP		D _{max}	CHO (%)	
Miraflores	95,76	50	20	A-7-6(14)	1,74	18,19	2

Tabla N°1: Estabilización de suelos arcillosos con sustancia cementante (ceniza de cascarilla de arroz cal)

Fuente: Camata Cari N. (2014)

Investigación centrada en el mejoramiento de suelos arcillosos de capas subrasantes para el diseño de pavimentos.

Por otra parte Velasquez (2014) en el proyecto de investigación de Caracterización de suelos compresibles en el análisis del asentamiento bajo carga permanente, evalúa los suelos con el propósito de determinar los asentamientos de los suelos en diferentes barrios de la ciudad de Tarija.

Zona de estudio	% PASA N° 200	Plasticidad		Clasificación AASHTO
		LL	IP	
Miraflores	95,76	50	20	A-7-6(14)

Tabla N°2: Caracterización de suelos compresibles en el análisis del asentamiento bajo carga permanente

Fuente: Velásquez Portales O. (2014).

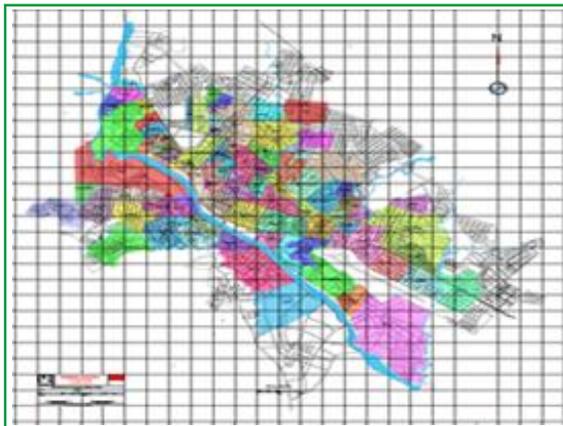
Otra investigación en la que se ha estudiado los suelos finos en la zona de interés es la desarrollada por Ríos (2014), con el propósito de realizar la caracterización de suelos en distintas zonas y barrios correspondientes a la provincia cercado de la ciudad de Tarija.

Zona de estudio	% PASA N° 200	Plasticidad		Clasificación AASHTO
		LL	IP	
Miraflores	96,80	48	16	A-7-5(12)
Miraflores	99,56	47	11	A-7-5(10)
Miraflores	89,68	33	6	A-4(8)

Tabla N°3: Análisis comparativo de la resistencia admisible en suelos finos determinada por los métodos SPT y Cono Holandés

Fuente: Ríos Galarza F. (2014)

En los últimos años en el municipio de Cercado se ha tenido un crecimiento importante de nuevas urbanizaciones en las zonas periurbanas, es de especial interés para esta investigación el distrito 12 ubicado en la margen derecha del Río Guadalquivir, donde se evidencia un crecimiento importante de construcciones no solo de viviendas unifamiliares sino también edificios y condominios, fenómeno que conlleva a una evolución importante en el desarrollo de las urbanizaciones como instalación de servicios básicos, apertura de calles, cortes de suelos tanto para excavaciones como para taludes, etc. obras que, necesarias para mejorar la calidad de vida de la población en este distrito y sus alrededores.



Plano N°1: Plano General De La Ciudad De Tarija
Fuente: H.A.M. Cercado

El distrito 12 tiene una superficie de 6116404, 31 m², conformado por los barrios de Aranjuez con una población de 785 habitantes, Germán Busch con una población de 1431 habitantes, Miraflores con una población de 726 habitantes, San Blas con una población de 130 habitantes y San Martín con una población de 1799 habitantes. INE (Censo, 2012)

Zona muy cotizada por inversionistas y población en general pero además una proyección que se construirán varias obras de impacto que están proyectadas por el Gobierno Municipal como la Planta de Tratamiento de San Blas, puentes que atravesarán el río Guadalquivir entre otras que

con seguridad llevaran a un mayor desarrollo a este distrito.

En consecuencia urge realizar estudios sobre la plasticidad de los suelos en este distrito y socializarlo con las autoridades y técnicos municipales como para que la población en general tenga conocimiento de que para realizar la construcción de una obra civil en el suelo natural este tiene una característica importante de plasticidad que la debe considerar entre otras características del suelo y es obviamente indispensable un estudio de suelos para que una edificación garantice seguridad sobre todo en la inversión y en su humanidad. A través de esta publicación se brindara una referencia de las propiedades plásticas de los suelos que pueden afectar las construcciones cuando estas sean sometidas a cargas que se podrían aplicar al suelo antes que este llegue a su punto más crítico o de falla, resultados que de ninguna manera reemplazan un estudio de suelos propio en cada lugar que se vaya a emplazar alguna obra civil como apertura de calles, conformación de terraplenes, conformación de taludes, muros de contención, fundaciones, etc.

Es importante participar a las instituciones municipales y población en general que se debe hacer estudios de suelos que garanticen las construcciones y se eviten desastres asentamientos, deslizamientos de taludes, pérdida de viviendas y sobre todo pérdida de vidas humanas.

Un antecedente de esta falta de aplicación técnica con respecto al suelo es el deslizamiento suscitado en la ciudad de La Paz el pasado 30 de abril de 2019, en el que al final de la noche quedaron sepultadas, en total, 64 viviendas que dejaron en la calle a 88 familias. Según las autoridades, 380 personas están ahora sin un techo. Página SIETE (mayo, 2019)

Determinar la plasticidad de los suelos del distrito 12 representados por su Índice de Plasticidad, en un rango de variaciones definidos por Atterberg.

2. Materiales Y Métodos

2.1. Materiales

2.1.1. Análisis granulométrico

Balanza: De una capacidad superior a la masa de la muestra más el recipiente donde se va a pesar; la precisión de 0,1 g para muestras menores que 1.000 g y de 1 g para muestras mayores que 1.000 g.

Tamices: Deben ser tejidos, de alambre, abertura cuadrada, tensados. |

Horno: Con circulación de aire y temperatura regulable para las condiciones del ensayo.

Mortero: Con triturador de caucho para disgregar las partículas aglomeradas, sin reducir el tamaño de los granos individuales.

Herramientas y accesorios: Espátulas, brochas, recipientes para secado de muestras, recipientes para pesaje, etc.

2.1.2. Plasticidad

Plato de evaporación: Deben ser de aluminio, bronce o acero inoxidable.

Espátula: Debe contar con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo y 20 mm de ancho.

Aparato de Límite Líquido (Máquina Casagrande) Taza de bronce con una masa de 200 ± 20 g, montada en un dispositivo de apoyo fijado a una base de plástico duro de una resiliencia tal que una bolita de acero de 8 mm de diámetro, dejada caer libremente desde una altura de 25 cm, rebote entre un 75 y un 90%.

Acanalador (ranurador)

Superficie de amasado: Placa de vidrio esmerilado de 20 x 20 cm.

Cápsulas para secado: Deben ser de aluminio, bronce o acero inoxidable.

Balanza: Debe tener una precisión de 0,01 g.

Probeta graduada: Debe tener una capacidad mínima de 25 ml.

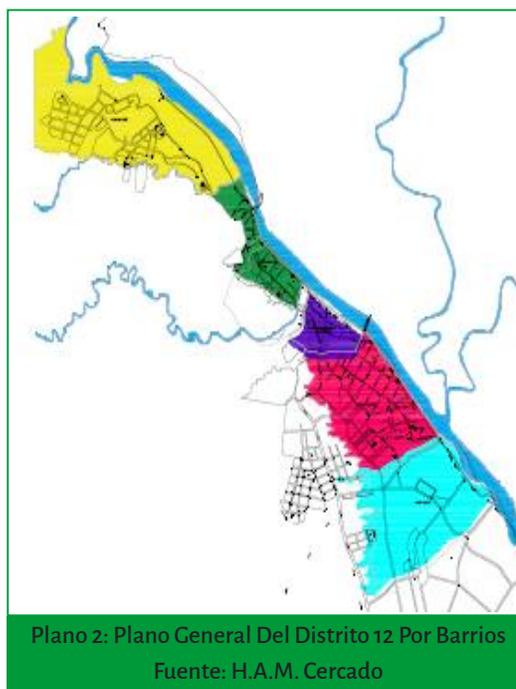
Patrón de comparación Alambre o plástico de 3 mm de diámetro. (Bernier)

Horno: Debe tener circulación de aire y temperatura regulable, capaz de mantener una temperatura de 60 ± 5 °C.

2.1.3. Métodos

La metodología fue eminentemente experimental y se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija – Bolivia.

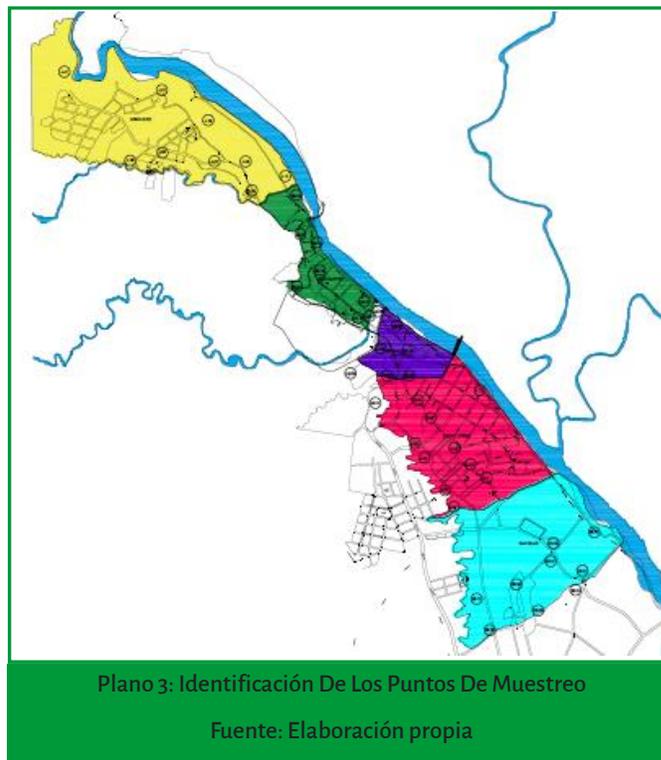
El municipio de Cercado está conformado por 13 distritos con una superficie de 41009554,1 m² cuya superficie es demasiado extensa para su evaluación, por lo que se determinó realizar un muestreo estratificado seleccionando como zona de estudio el Distrito 12, por ser una zona potencial para el desarrollo urbano no solo porque existe una superficie considerable que aún no ha sido edificada sino también por el mayor número de edificios y condominios construidos a la fecha en esa zona y obras como la planta de tratamiento, la Villa Olímpica, etc.



De la población se tomó puntos aleatorios para el muestreo en un total de 10 muestras para 4 barrios y solo en el caso del barrio San Martín 5 muestras en primer lugar por el área que es menor y en segundo lugar por la densidad de las construcciones no existe disponibilidad de espacio.

La técnica empleada fue la observación científica, porque todos los resultados obtenidos son producto de ensayos de laboratorio que están normados y que fueron valorados para su interpretación luego de un proceso de gabinete dentro del rango de Índice de Plasticidad que propone Atterberg.

En primer lugar se realizó la extracción de muestras siguiendo el procedimiento establecido por La Administradora Boliviana de Carreteras mediante los procedimientos S0103 (investigación de suelos y rocas para propósitos de ingeniería (ASTM D420 AASHTO T86)) y S0201 (conservación y transporte de muestras de suelos (ASTM D4220)).



Se realizó una codificación de las muestras por barrios en un total de 10 muestras por barrio, con excepción del barrio San Martín por la superficie se tomó solo 5 muestras, cada una con sus respectivas coordenadas haciendo un total de 45 muestras que se procedió a su correspondiente caracterización en el Laboratorio de Suelos.

Para la codificación de las muestras se tomó las letras que corresponden al barrio seguidas de los números de acuerdo al número de muestra del 01 al 10:

San Blas: SB

Miraflores: MF

Germán Buch: GB

San Martín: SM

Aranjuez: AJ

N° Muestra	Coordenadas	
	Latitud (-) (Sur)	Longitud (-) (Oeste)
SBO1	21,560323	64,716152
SBO2	21,564499	64,717546
SBO3	21,565346	64,717504
SBO4	21,573707	64,714795
SBO5	21,568631	64,721379
SBO6	21,565232	64,723565
SBO7	21,56181	64,719913
SBO8	21,561977	64,720082
SBO9	21,570511	64,727944
SBO10	21,567683	64,730503
MR01	21,555644	64,726568
MR02	21,554805	64,727728
MR03	21,555892	64,730711
MR04	21,556578	64,730876
MR05	21,552495	64,729961
MR06	21,551298	64,732146
MR07	21,55022	64,73161
MR08	21,551625	64,731711
MR09	21,548486	64,733313
MR10	21,547908	64,727051
GB01	21,550646	64,736212
GB02	21,546732	64,73538
GB03	21,546403	64,735785
GB04	21,542427	64,737211
GB05	21,54387	64,737007
GB06	21,545335	64,740936
GB07	21,541933	64,737673
GB08	21,541825	64,734935
GB09	21,538781	64,741098
GB010	21,540571	64,739625
SM01	21,536898	64,743467
SM02	21,535383	64,743378
SM03	21,536611	64,742327
SM04	21,535001	64,741426
SM05	21,530955	64,743253
AJ01	21,520362	64,765688
AJ02	21,521662	64,755955
AJ03	21,524253	64,752251
AJ04	21,518241	64,74719
AJ05	21,527574	64,757513
AJ06	21,526854	64,75608
AJ07	21,527852	64,75067
AJ08	21,528827	64,74776
AJ09	21,530895	64,747079
AJ10	21,529561	64,74427

Tabla N°4: Coordenadas De Los Puntos De Muestreo

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se clasifico los suelos tanto por Unified Soil Classification System (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS): ASTM D2487, como por el método de La American Association of State Highway Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes AASHTO): ASTM D3282, en base a los ensayos de:

Contenido de agua (humedad) de suelos y rocas: ASTM D2216

Método para el análisis del tamaño de las partículas: ASTM D422 y AASHTO T88 por medio de cribado.



Método de prueba para determinar la consistencia de los suelos: ASTM D4318 (Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad). Las técnicas empleadas fueron de investigación documental como de campo (observación), que permitió recabar toda la información, toma de datos e interpretación e resultados.



3. Resultados y Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos de la plasticidad y granulometría se tiene:

N° Muestra	% pasa N° 200	LL	LP	IP
SBO1	99,09	49,01	34,42	14,59
SBO2	86,75	45,02	25,76	19,26
SBO3	90,5	45,12	26,24	18,88
SBO4	98,63	51,48	21,67	29,81
SBO5	96,45	48,02	22,43	25,59
SBO6	93,74	45,16	22,41	22,75
SBO7	88,94	39,53	18,45	21,08
SBO8	90,32	41,23	22,05	19,18
SBO9	63,1	39,4	25,137	14,263
SBO10	99,1	40,49	25,88	14,61
MR01	94,11	45,98	34,02	11,96
MR02	97,22	41,12	17,95	23,17
MR03	99,72	38,09	15,24	22,85
MR04	98,3	48,38	31,94	16,44
MR05	99,12	41,73	31,23	10,5
MR06	98,77	35,85	26,59	12,26
MR07	97,74	45,26	33,74	11,52
MR08	99,5	38,26	25,87	12,39
MR09	78,67	25,87	19,48	6,38
MR10	63,27	26,07	19,29	6,78
GB01	96,15	48,52	32,01	16,51
GB02	88,62	45,76	28,95	16,81
GB03	97,33	43,65	28,94	14,71
GB04	90,21	43,65	27,99	15,66
GB05	97,9	47,55	28,09	19,46
GB06	96,8	48,01	32,55	15,46
GB07	99,56	47,75	35,23	12,52
GB08	89,68	33,73	27,95	5,78
GB09	84,37	28,23	20,51	7,72
GB10	62,5	26,83	19,98	6,84
SM01	71,4	30	17,4	12,6
SM02	86,6	38	25,6	12,4
SM03	85	43,1	32,5	10,6
SM04	58,54	22,021	0	22,021
SM05	83,1	30	21,63	8,37
AJ01	96	53,6	41,5	12,1
AJ02	98,5	51,33	25,26	26,07
AJ03	67,52	28,76	17,17	11,59
AJ04	72,45	29,05	17,82	11,23
AJ05	58,82	28,82	17,66	11,16
AJ06	60,29	28,98	17,17	11,81
AJ07	56,93	26,47	14,78	11,69
AJ08	46,5	29,83	18,14	11,69
AJ09	36,67	30,01	21,13	8,88
AJ10	36,07	28,95	22,05	6,9

Tabla N°5: Resultados De La Granulometría Y Plasticidad De Los Suelos

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados de los ensayos de caracterización de los suelos granulometría y plasticidad se tiene la clasificación tanto por el sistema Unificado como AASHTO, que se detalla a continuación:

N° Muestra	Clasificación	
	AASHTO	SUCS
SBO1	A-7-5(20)	CL
SBO2	A-7-6(20)	CL
SBO3	A-7-6(20)	CL
SBO4	A-7-6(20)	CH
SBO5	A-7-6(20)	CL
SBO6	A-7-6(20)	CL
SBO7	A-6(20)	CL
SBO8	A-7-6(20)	CL
SBO9	A-6(8)	CL
SBO10	A-7-6(18)	CL
MR01	A-7-5(20)	CL
MR02	A-7-6(20)	CL
MR03	A-6(20)	CL
MR04	A-7-5(20)	CL
MR05	A-7-5(16)	CL
MR06	A-6(17)	CL
MR07	A-7-5(18)	CL
MR08	A-6(17)	CL
MR09	A-4(15)	ML-CL
MR10	A-4(6)	ML-CL
GB01	A-7-5(20)	CL
GB02	A-7-6(20)	CL
GB03	A-7-6(19)	CL
GB04	A-7-6(20)	CL
GB05	A-7-6(20)	CL
GB06	A-7-5(20)	CL
GB07	A-7-519	CL
GB08	A-4(15)	ML-CL
GB09	A-4(15)	CL
GB10	A-6(6)	CL
SM01	A-6(9)	CL
SM02	A-6(17)	CL
SM03	A-7-5(17)	CL
SM04	A-7-5(12)	CL
SM05	A-4(15)	CL
AJ01	A-7-5(20)	CL
AJ02	A-7-6(20)	CH
AJ03	A-6(8)	CL
AJ04	A-6(9)	CL
AJ05	A-6(6)	CL
AJ06	A-6(7)	CL
AJ07	A-6(6)	CL
AJ08	A-6(3)	CL
AJ09	A-4(1)	CL
AJ10	A-4(1)	CL

Tabla N°6: Resultados De Clasificación De Los Suelos

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se procedió a la categorización de los suelos en base a su Índice de Plasticidad según Atterberg:

Variación IP	IP<1	1<IP<7	7<IP<15	IP>15
N° Muestras	0	5	23	17
%	0	11,11	51,11	37,78

Tabla N°7: Clasificación De Los Suelos En Base Al IP

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la tabla anterior se tiene que los suelos estudiados del Distrito 12, corresponden a una categorización de suelos débilmente plásticos que pertenecen principalmente a los barrios de Miraflores, Germán Bush y San Martín en zonas próximas al lecho del río, debido principalmente a su origen aluvial; el 51,11 tiene una categoría de suelos medianamente plásticos y finalmente el 37,78 se encuentran en una categoría de suelos altamente plásticos, de acuerdo a lo establecido por Atterberg.

4. Discusión

Una vez categorizados los suelos del distrito 12 de acuerdo a su plasticidad se puede evidenciar que los resultados se suman a los determinados por Camata (2014), quien determinó que el suelo en el barrio Miraflores tiene un Índice de Plasticidad de 20%, ratificando que la muestra se encuentra en el rango de suelos altamente plásticos determinados también en esta investigación con la diferencia de que el muestreo en la investigación de Camata fue puntual a diferencia de este caso que se tomó un mayor número de muestras que puedan ser más representativas.

Por otra parte Velásquez (2014), determinó que el Índice de Plasticidad en el barrio San Blas es de 7%, una vez más la muestra es puntual, valor muy diferente a los determinados en esta investigación con valores desde 11 % hasta 30%, lo que demuestra que existe una amplia variación de la

plasticidad en esta zona y que de ninguna manera los resultados de esta investigación reemplaza un estudio de suelos propio de un diseño de ingeniería pero sin embargo es una referencia para que la población tenga el conocimiento de la importancia de un estudio de suelos.

Finalmente de la investigación de Ríos (2014) el Índice de Plasticidad en el Barrio Miraflores tiene valores de 6%, 11% y 16%, que, son muy similares a los determinados en esta investigación con un rango de valores desde 6,38% hasta 23,17%.

Estas investigaciones tienen objetivos diferentes pero parte del alcance es la clasificación de los suelos estudiados y para ello previamente se determinó la plasticidad que debería ser representativa en consecuencia se evidencia que los suelos en estos barrios tienen una plasticidad importante que influye en el comportamiento de los mismos pero además esto nos permitirá tomar decisiones sobre las obras civiles que se vayan a ejecutar sobre este tipo de suelos finos con plasticidades representativas.

También es importante destacar que no se tiene antecedentes del estudio de la plasticidad de los suelos de los barrios Aranjuez y San Martín, donde los rangos del Índice de Plasticidad varían de 6,9% a 26,07% y de 8,37% a 22,02% respectivamente. También se evidencia nuevamente una plasticidad representativa a considerar.

Finalmente realizar el estudio de suelos para la construcción de obras civiles permitirá tomar decisiones que eviten o minimicen los asentamientos y fisuras en las viviendas, como también deterioros prematuros y/o permanentes en la rodadura de las calles en especial en época de lluvias el agua hará que el suelo se ablande con mayor facilidad, o en el caso de taludes es evidente el riesgo de construir sobre laderas que de no ser estabilizadas podrían sufrir deslizamientos con resultados catastróficos.

5. Referencias bibliográficas

- 📖 Administradora Boliviana de Carreteras, 2015. Manual de Carreteras vol.4 a Manual de Ensayos de Suelos y Materiales, Asfaltos”. Bolivia.
- 📖 Braja M. Das, 2002. Soil Mechanics Laboratory Manual. Sacramento, California.
- 📖 Braja M. Das, 2015. Fundamento de Ingeniería Geotécnica. Sacramento, California.
- 📖 Baptista Lucio M., Fernández Collado C., Hernández Sampieri R. 2014. Metodología de la Investigación. México.
- 📖 Budhu Muni, 2011. Soil Mechanics And Foundations
- 📖 Camata Cari Nelida N., 2014. Estabilización de suelos arcillosos con sustancia cementante (ceniza de cascarilla de arroz cal). Tarija, Bolivia.
- 📖 Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Provincia Cercado, Oficialía Mayor de Planificación y Ordenamiento Territorial, 2019. Normas de Uso de Suelo.
- 📖 Gobierno Municipal de la Ciudad de Tarija y la Provincia Cercado, 2012. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial: Plan de Uso de Suelos Área Urbana. Tarija – Bolivia.
- 📖 Gómez Bastar S., 2012. Metodología de la Investigación. México
- 📖 Instituto Nacional De Estadística (INE), 2012. Censo de Población y Vivienda
- 📖 Olivera B. Fernando, 2009. Estructuración de Vías Terrestres. México
- 📖 Osorio Santiago, 2010. Apuntes de Geotecnia con Énfasis en Laderas.
- 📖 Ríos Galarza Fabio G., 2014. Análisis comparativo de la resistencia admisible en suelos finos determinada por los métodos SPT y Cono Holandés. Tarija, Bolivia
- 📖 Velásquez Portales Sergio, 2014. Caracterización de suelos compresibles en el análisis del asentamiento bajo carga permanente. Tarija, Bolivia.