

PUNA

De acuerdo a los diagnósticos y talleres comunales participativos, se señala que el mayor riesgo climático para la producción agrícola es la sequía, muy frecuente en diferentes cantones: Turuchipa , Durazos y en el sector Puna. Las mayores pérdidas de la producción se deben a este fenómeno. En los cantones Miculpaya y Esquiri es la granizada, seguido por la sequía y, finalmente, en los cantones Otavi y Vilacaya el mayor riesgo es la helada, siendo también otro riesgo climático importante la granizada, aunque los daños son en menor proporción que las heladas. Los registros de la estación experimental de Chinoli demuestran que la sequía se presenta durante las primeras etapas de los cultivos: siembra y crecimiento vegetativo, así como en la finalización.

Finalmente otro riesgo son las riadas, pero no son muy frecuentes en la mayor parte del territorio de Puna, pero se presentan con intensidad en los terrenos que se encuentran en las cercanías de las riveras de los ríos y orillas de las quebradas.

CUADRO 1.81. INDICADORES CLIMÁTICOS DE ACUERDO A LA OBSERVACIÓN CAMPESINA. PUNA

Factores Climáticos	Época	Duración	Frecuencia
Helada	Abril hasta agosto y en determinada zonas en diciembre y enero.	1-3 días por mes	Anualmente
Sequía	Noviembre, diciembre y enero	1-2 meses	Anualmente
Granizada	Enero febrero y marzo	10-60 minutos por cada vez	Anualmente
Riada	Enero y febrero	1-3 horas por cada vez	Rara vez
Viento	Junio, julio y agosto	1-5 días por mes	Anualmente

Fuente: P.D.M. de Puna

La precipitación pluvial en esta región de acuerdo a los registros meteorológicos de la estación de Chinoli, de la gestión 1999, presenta un régimen de lluvias desde los meses de octubre hasta el mes de abril, teniendo los meses de diciembre y enero precipitaciones como promedio por encima de los 90 milímetros. Son frecuentes las granizadas entre los meses de enero a abril, y en menor proporción en los meses de septiembre a diciembre.

CAIZA D

La climatología es muy variante año tras año, a partir de la sequía de 1.983 hasta la gestión 1.996 esta variación ha dejado secuelas, debido a la escasa precipitación pluvial, lo que hace que los rendimientos de los cultivos bajen significativamente y provoquen una desaparición de los pastos nativos.

En el periodo de 1.996 a 1.997, la precipitación pluvial aumentó considerablemente, provocando la elevación de los caudales de los ríos con la consecuente pérdida de las parcelas agrícolas por arrastre fluvial e inundaciones.

Las épocas más frecuentes de heladas se presentan en los meses de noviembre y diciembre, cuando los cultivos están en su etapa de floración y en los meses de febrero a mayo, cuando los cultivos están en su fase de maduración, con una duración aproximada de 4 a 6 horas a partir de la madrugada.

Otro riesgo climático adverso es el granizo, que se presenta entre los meses de noviembre a abril, con una intensidad y duración variable de 15 a 30 minutos, causando pérdidas cuantiosas en la cosecha.

Las sequías se presentan frecuentemente en los últimos años, con ausencias de precipitaciones durante etapas críticas de mayor demanda de agua de los cultivos, esto repercute en mayor proporción en los cultivos que requieren mayor agua en épocas críticas de su desarrollo.

TOMAVE

Los fenómenos más frecuentes en la región son: heladas, granizadas, nevadas y sequías.

HELADAS

Los registros de la estación de Uyuni muestran la presencia de heladas durante 213 días, para la estación de Río Mulato son 248 días, presentándose con mayor intensidad entre los meses de octubre a abril.

Los pobladores están preocupados casi siempre por la presencia de heladas en la región, pues afectan directamente a la producción de sus cultivos y crianza de sus animales. Una helada inoportuna puede causar la pérdida total de su producción y la muerte de sus crías, por lo que se han desarrollado una serie de prácticas para la pérdida total de las cosechas. Una de estas prácticas es la distribución de un mismo cultivo en diferentes parcelas con el propósito de asegurar al menos una de ellas para la alimentación de la familia, forma de distribución que tiene que ver mucho con el conocimiento y uso de los pisos ecológicos, propios de la cultura andina.

Además de realizar prácticas preventivas para el control de las heladas se tiene un conocimiento de fechas, que están relacionadas incluso con el calendario religioso:

CUADRO 1.82. PREVISIÓN DE HELADAS. TOMAVE

MESES	HELADAS	DURACIÓN
Noviembre	Difuntos (San Andrés)	2 días
Diciembre	Navidad	1 día
Enero	Reyes	1 día
Enero	San Sebastián	1 día
Febrero	Candelaria (Virgen de la)	3 días

Fuente: P.D.M. de Tomave

GRANIZADAS

Es otro de los riesgos climáticos a que están sometidos los Ayllus de Tomave, tratándose de un acontecimiento esporádico pero violento que, generalmente, se presenta desde fines de diciembre a febrero, ocasionando desastres considerables en los cultivos.

NEVADAS

Esporádicamente se pueden observar nevadas, principalmente en la zona de puna. La época en la que suele ocurrir este fenómeno es entre los meses de junio a agosto.

SEQUÍA

En la zona se presentan también años con periodos largos de sequía. En el periodo 97-98 se produjo la afección del Niño, repercutiendo en la maduración de los productos tradicionales.

VIENTOS

Durante los meses de invierno se levantan fuertes vientos por las tardes y cada 3 o 4 años vienen tempestades de polvo que duran varios días debido a la arena de los ríos y laderas de los cerros que han quedado descubiertas por la deforestación.

PORCO

Como factores climatológicos adversos existentes y que afectan de sobremanera en la producción, se encuentran las heladas, sequías y granizadas. Las épocas más frecuentes para las heladas se presentan en los meses de noviembre a mayo, cuya duración aproximada alcanza 6 horas a partir de la madrugada, con un efecto de pérdidas de producción en un 40 a 50 %. El granizo es otro factor negativo, se presenta en los meses de diciembre y abril, con una duración promedio de 1/2 hora, como efecto se tiene la pérdida de cultivos que alcanza a un 75 %. Finalmente la sequía, se presenta a partir del mes de agosto a noviembre con una duración de 120 días, produciendo el retraso de la siembra y la falta en el desarrollo de las plantas.

CUADRO 1.83. FACTORES CLIMÁTICOS. PORCO

FACTORES CLIMÁTICOS	ÉPOCA	DURACIÓN	EFFECTOS
Helada	Nov-Mayo	6Hrs.	Pérdida de la Producción 40 % - 50 %
Granizada	Dic-Abril	1 a 3 horas	Pérdida de la Producción 75 %
Sequía	Ago-Nov.	120 Días	Retraso de la Siembra

Fuente: P.D.M. de Porco

A.2.2.3. Suelos

A continuación se explican, a modo de introducción, y de una manera general, los grandes grupos de suelos identificados en la mancomunidad (véase mapa de Unidades de suelo):

- ⇒ Leptosoles: Son suelos poco desarrollados, superficiales y limitados por estratos de rocas intemperizadas o roca no alterada. Generalmente se encuentran en las cimas y pendientes de montañas y serranías fuertemente disectadas.
- ⇒ Regosoles: Son suelos jóvenes, formados a partir de materiales no consolidados. Son frecuentes tanto en relieves planos como en las pendientes inferiores de las formaciones montañosas.
- ⇒ Fluvisoles: Suelos en áreas formadas por la deposición de materiales aluviales, que generalmente sufren inundaciones periódicas. Generalmente se encuentran en terrazas y llanuras aluviales.
- ⇒ Arenosoles: Estos suelos son muy poco desarrollados a partir de materiales no consolidados en depresiones inundables o en terrenos con nivel freático alto; es decir, presentan saturación de agua en algún periodo del año.
- ⇒ Cambisoles: Estos suelos se encuentran en proceso de “cambio”, en su color, estructura y/o textura. Están formados a partir de una diversidad de rocas “in situ”, como también de depósitos aluviales y coluviales. Se los encuentra tanto en relieves planos a fuertemente escarpados.
- ⇒ Solonchaks: Se trata de suelos salinos que se forman a partir de materiales no consolidados en regiones áridas y semiáridas, donde la evotranspiración es mayor a la precipitación. En el periodo lluvioso las sales quedan disueltas en el suelo, pero a medida que este se seca, las sales se acumulan en la superficie del mismo.
- ⇒ Lixisoles: Estos suelos se forman en regiones con climas húmedos hasta semiáridos. Su formación presupone varios requisitos, entre ellos la presencia de arcilla en el medio. Se desarrollan en relieves planos a inclinados, a partir de materiales aluviales, coluvio-aluviales o lacustrinos.

A.2.2.3.1. Principales características

YOCALLA

La información referida a las características edafológicas del país y en particular en la región muestra una íntima relación con las formas fisiográficas del terreno y las condiciones climatológicas que están definidas en las Provincias Fisiográficas y sus unidades menores. Los suelos de Yocalla están categorizados, según su capacidad de uso, por presentar suelos poco profundos, de texturas moderadamente livianas, pobres en nutrientes y sometidos a un intenso proceso de erosión (COSUDE 1999: 30-31).

Los índices de degradación de los suelos están determinados principalmente por la presión de uso, tanto por la actividad agrícola en áreas accidentadas, como por el sobre pastoreo, que están promoviendo altas tasas de erosión, con fuerte tendencia a la desertificación. De la misma manera, los desechos mineros, industriales y urbanos, se constituyen en agentes de degradación y desertificación.

CUADRO 1.84. DESCRIPCIÓN DE SUELOS A NIVEL DE PROVINCIAS FISIOGRAFICAS Y GRAN PAISAJE DE LA REGIÓN. YOCALLA

Gran Paisaje	Descripción de los Suelos	Clasificación Taxonómica	Capacidad de uso
A. 1. Mesetas de Origen Volcánico	Muy poco a poco profundos, arenosos a franco arcillosos con grava, neutros a fuerte alcalinidad.	Psamments, Orthents, Ochrepts v Misceláneos	VI, VII, VIII s,e,e
A.2. Serranías Bajas	Poco profundos, arenosos a franco arcillosos, ligeramente alcalinos y erosión fuerte.	Orthcnts, Ochrcpts, Andepts, Ustailfs y Misceláneos.	IV. V. VI. VII, VIII s,e,e
A.3. Colinas y Piedemontc	Poco profundos a profundos, franco arenosos a franco arcillosos con grava y	Ustalfs, Andepts, Orthents y	V, VI, VII, VIII s,e,e,h
A.4. Penillanura	Profundos, arenosos a franco arcillosos con grava y piedra, neutro a fuerte alcalinidad,	Psammcnts, Argids, Ochrepts, Orthids, Ustalfs, Aquents	III, V, VI,VIII E,s, e, h
C.1. Montañas y Serranías	Muy poco profundos y/o afloramientos rocosos, arenosos a arcillosos con grava y piedra, erosión modera a fuerte.	Orthents, Ochrepts, Uslalf, Umbrepts y Misceláneos.	III, IV, VI, VIII s,e,e
C.2. Colinas Altas	Muy poco profundos, tranco arenosos con grava y piedra neutros.	Orthents, Ochrepts, v Misceláneos.	III, IV, VI, VII, VIII s,e,e
C.3. Valles	Profundos a muy profundos, franco arcillosos, a arcillosos, neutros a fuertemente alcalinos; pobres en	Fluvents, Ochrepts, Ustalfs, Orthents, Orthids v Argids.	II, III, IV, V, VI, VII, VIII s, e,e
C.4. Mesetas de Origen Volcánico	Poco a moderadamente profundos con afloramientos rocosos, franco arenosos a arcillosos, baja fertilidad.	Psamments, Orthents, Ochrepts, Ustalfs y Miceláneos.	III, IV, V, VI VII, VIII s,e,e
C.5. Penillanura	Poco profundos a muy profundos, franco arenosos a arcillosos, neutros a moderadamente alcalinos, pobres en	Ustalfs, Orthents, Ochrepts, Ustalfs.	II, III, IV, VI, VII s,e,e
C.6. Llanura de Piedemonte	Poco a moderadamente profundos, franco arenosos a arcillosos, pobres a moderadamente fértiles.	Ochrepts, Ustalfs, Orthents, fluvents, Orthids, Argids.	II, IV,V, VI, VII s,e,e

Fuente: P.D.M. de Yocalla

TINGUIPAYA

Los suelos del municipio, según los distintos pisos ecológicos, tienen las siguientes características:

CUADRO 1.85. PISOS ECOLÓGICOS Y SUELOS. TINGUIPAYA

PISO ECOLÓGICO	ORIGEN	TIPO DE SUELO	TEXTURA	CLASE DE SUELO ^(*)
Cabecera de valle	Aluvial	Escarpados, poco profundos	Franco arcilloso, franco limoso	II
Puna baja	Coluvio-aluvial	Poco profundos, drenaje variable	Franco arcilloso, arcilloso	II, III, IV
Puna alta	Poco desarrollados	Poco profundos, pedregosos	Franco arcilloso, franco arenoso, arenoso	III, IV, V, VI

Fuente: P.D.M. de Tinguipaya
Según el sistema de "Land capability" (U.S.D.A.).

En la cabecera de valle, los suelos son de origen aluvial en su mayor parte, escarpados y poco profundos, con una textura franco arcillosa, franco arenosa y franco limosa, con escasa materia orgánica. La clasificación agrológica tipifica a esta zona dentro de la clase II, suelos aptos para todo uso y manejo, especialmente para uso agrícola, tierras con las que se puede hacer explotación autosostenida, con rendimientos aceptables y moderada inversión de capital en su uso y manejo.

En la puna baja los suelos son de origen coluvio-aluvial, con drenaje variable y textura francoarcillosa, suelos pesados con bajos niveles de materia orgánica. La clasificación agrológica de las mismas es de las clases II, III y IV, aptos todavía para uso agrícola, con cultivos que requieren de labores culturales para su normal desarrollo (papa, haba, etc.), pero su uso y manejo tiene limitaciones severas que reducen la elección de cultivos.

Los suelos de la puna alta son poco profundos y pedregosos, poco desarrollados, con textura franco arcillosa y franco arenosa, con escasa materia orgánica, son suelos de clase III, IV, V y VI, donde la actividad agrícola se restringe a alturas menores, con limitaciones grandes para la agricultura en los cultivos anuales, por los bajos rendimientos, no así en la producción de pastos, ya sea para corte o pastoreo directo.

BELÉN DE URMIRI

De acuerdo a la clasificación geológica, los suelos de Urmiri son de tipo arenisca, con existencia de arcillitas conglomeradas, calizas y margas. Por otra parte se tiene diamicitas, areniscas, cuarcitas, lutitas y limonitas.

Presenta una diversidad de suelos con características similares a las montañosas de formación aluvial recientes de color pardo a pardo oscuro. Por otra parte, se tiene texturas variables como ser franco arenoso, arenoso en la superficie y franco arcilloso en el subsuelo, de estructura débil en bloques subangulares y de reacción ligeramente ácida, además se hace notar áreas rocosas en plena planicie.

BETANZOS

Según un diagnóstico global realizado en las provincias de Tomás Frías, J.M. Linares y Cornelio Saavedra, Betanzos se encuentra dentro de la formación geológica del sistema ordovícico, terciario y cuaternario, formando terrazas pluvio-glaciales, llanuras de pendimiento constituido por sedimentos coluvioaluviales de arena, arcilla, grava y piedra. El mismo estudio señala que los suelos son moderadamente profundos o superficiales, limitados por contacto paralítico y lítico con abundante gravilla, grava, guano, piedra, pedregón con un desarrollo morfológico incipiente, de color pardo claro a pardo rojizo en húmedo, textura franco arenoso a franco arcilloso arenoso.

El territorio de Betanzos se divide en la siguiente clasificación de zonas de vida:

- ❖ Estepa Montaña Sub-tropical
- ❖ Bosque Húmedo Sub-tropical
- ❖ Bosque Espinoso Templado

La primera presenta formaciones complejas, presentándose paisajes volcánicos, colinas y serranías, planicies aluviales bien drenadas, planicies aluviales fluviolacustres con problemas de drenajes, depresiones con afloramientos salinos. Abarca parte de las tierras altas, entre 3.200 y 4.200 m.s.n.m. Los suelos de las colinas son superficiales muy degradados, mientras que los suelos de las planicies son generalmente profundos.

La segunda formación es la más favorable para la agricultura y ganadería. Según los distintos tipos de roca existentes en el área se toman en cuenta dos paisajes: serranías y planicies. Las serranías se caracterizan por su topografía abrupta con pendientes bien empinadas, valles estrechos y ríos generalmente intermitentes donde se han podido formar terrazas aluviales de importancia para la agricultura. Las planicies presentan una topografía ondulada, con valles y cauces de ríos poco profundos.

Finalmente, en la última, el bioclima es templado y semiárido, muy favorable para la producción de ciertas plantas de tipo mediterráneo, en especial la vid, el olivo, el higo y las nueces bajo riego controlado, y potencialmente para el dátil en lugares de abastecimiento permanente de agua en el subsuelo.

CUADRO 1.86. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS - BETANZOS

INSTITUCIÓN ZONA DE INFLUENCIA		CARACTERÍSTICAS							
		QUÍMICA			TEXTURA	MATERIA ORGÁNICA (%)	pH 1:5	C.E. uS cr -1 1:5	USOS
NITRÓGENO TOTAL	FÓSFORO KG-1	POTASIO KG-1							
FERTI SUELOS 1993	Sijllani	0'03-0'06	5-14	0'46-0'90	Franco Franco arenoso	0'3-0'9	7'5 8'6	47-126	Cultivos varios
FERTI. SUELOS 1994	Leque zana	0'04-0'15	5-41	0'45-1'94	Franco Franco arenoso Franco arcillosos Franco limoso	0'4-1'9	5'3 8'1	47-357	Cultivos varios

Fuente: P.D.M. de Betanzos

CUADRO 1.87. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE BETANZOS (CIAC-PRADEM)

INSTITU- CIÓN	ZONA DE INFLUEN- CIA	QUÍMICA			TEXTURA	MATERIA ORGÁNICA	pH	C.E. MILIMHOS/ CM 1:25	USOS
		NITRÓGENO TOTAL (%)	P PPM	K MEQ/100 G					
CIAC PRADE M	Otuyo Tarija Kúchu	0'048-0'53	2'2- 8'6	0'10-0'4	Franco Franco arcilloso Franco arenoso	0'88- 4'56	4'7- 5'8	0'05-0'22	Cultivo s varios
	Chustuco	0'033-0'168	5'4- 16'1	0'1-0'32	Franco Franco arenoso	0'63-3'8	4'6- 5'6	0'028-0'2	Cultivo s varios
	Tanana Alta	0'048-0'055	1'01- 8'6	0'1-0'2	Franco Franco arenoso	Tr - 1'01	5'1- 5'2	0'07-0'05	Cultivo s varios
	Potobamb a Mojo Poco	Tr - 0'189	1'6- 44	0'1-0'62	Franco Franco arenoso	Tr - 4'68	4'5- 6'1	0'02- 0'160	Cultivo s varios

Fuente: P.D.M. de Betanzos

CUADRO 1.88. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DE BETANZOS (ACLO-UATM)

INSTITUCIÓN	ZONA DE INFLUENCIA	QUÍMICA			TEXTURA	MATERIA ORGÁNICA	pH	USOS
		N PMM	P PMM	K PMM				
ACLO-UATF	Vila Vila	3'0-5'0	1'0-5'0	1'0-15'0	Franco limoso Franco arcilloso	Bajo< 1%	5'0-6'7	Cultivos varios
	Coa Coa	3'0-5'0	1'0-5'0	7'5-13'0	Franco limoso Franco arcilloso		5'0-6'0	Cultivos varios
	Mayu Tambo	3'0-5'0	1'5	3'8	Franco limoso Franco arcilloso		5'1-5'3	Cultivos varios

Fuente: P.D.M. de Betanzos

Como puede verse, el pH es variable, encontrándose rangos desde 5 a 6, calificados como levemente ácidos. El contenido de materia orgánica se cita como bajo con 2% y muy bajo con 0.5%. El contenido de fósforo entre 1-7 p.p.m. (partes por millón) es considerado como muy bajo. En potasio 0.30 meq/100 gr. es bajo y 0'58 meq/100 gr. es catalogado dentro de lo moderado.

CHAQUI

CABECERA DE VALLE

Por su capacidad de uso agrícola existen suelos de las Clases II, III, IV y V. El primero es escaso y normalmente se encuentran en la rivera de los ríos, se trata de suelos de textura franco arenosa y arcillo arenosa, en la actualidad se los usa para la producción de hortalizas, maíz, árboles frutales y otras especies como las salicáceas, que aparte de servir como barreras vivas tienen una madera muy importante para la producción de artesanías (sauce mimbre). Respecto a la erosión, el suelo de la clase II es susceptible por la existencia de riadas en la época de lluvias, aunque están protegidos por gaviones fortalecidos con sistemas agroforestales.

Los suelos de las clases III, IV y V en su mayoría son superficiales, sin embargo en algunas zonas, como la de Phalapaya, donde se han construido terrazas, aumentó la capacidad de los suelos. Son de textura franco arenosa y areno arcillosa, en las laderas de las serranías son del tipo pizarroso, con un proceso de erosión hídrica muy fuerte por efecto de la baja cobertura vegetal que es de escasa a moderada (< 25 %). Su principal aptitud es para la producción de arveja, papa y, en los mejorados, hortalizas.

PUNA BAJA

Por su capacidad de uso existen de las Clases III, IV y V, el primero es de poco profundo a moderadamente profundo, de textura variable: franco, franco arcillosos, franco arcillo arenosos, franco arenosos, con presencia de grava y piedra, presenta una reacción moderadamente ácida, y es susceptible a la erosión eólica por la baja cobertura vegetal. Los suelos de las Clases IV y V, están localizados en las serranías, tienen una elevada presencia de piedras, son superficiales y su mayor uso es como área para el cultivo de árboles y de pastoreo; son muy susceptibles a la erosión hídrica y eólica.

PUNA ALTA

En general, son poco profundos, de textura arenosa, franco arenosa a franco arcillosa, con abundante grava y piedra, son tierras pobres en nutrientes y con alto déficit de humedad edáfica; de acuerdo a la clasificación de uso, existen de las Clases III, IV, V, VI y VII. El grado de erosión hídrica es muy fuerte, con tasa de pérdida de suelos que varía entre 51 y 100 tn/ha/año; cobertura vegetal moderada a escasa, representada por pastizales y plantas herbáceas destinadas al pastoreo.

ALTOANDINO

Por su capacidad de uso se encuentran de las Clases V, VI y VII, son superficiales a poco profundos: franco arenosos a franco arcillosos, con mucha grava y afloramientos rocosos, pobres en nutrientes y con alto déficit de humedad edáfica. Este piso ecológico presenta una erosión de suelos muy fuerte, relacionada a la erosión hídrica (estimada entre 51 a 100 tn/ha/año) y de escasa a moderada cobertura vegetal (<50 %), formada por especies herbáceas y arbustivas bajas destinadas al pastoreo restringido.

TACOBAMBA

Es necesario lograr un equilibrio en el uso actual y uso potencial de la tierra determinando una prioridad en el área, donde la economía depende de la actividad agropecuaria, no tomando en cuenta esta necesidad se induce una desertificación. En la mayoría de las comunidades las familias campesinas se ven afectadas por el minifundio, suelos con aptitud limitada para la agricultura, no pudiendo ampliar la capacidad agrícola, causa de la situación de pobreza sostenida por las comunidades campesinas.

Los suelos del área de estudio se hayan constituidos por sedimentos arenosos de gruesos a medios, fino y muy fino, dependiendo del grupo de partículas que predominen en ellos, donde la descomposición de material rocoso ha dado lugar a bloques heterométricos de origen aluvial y coluvialaluvial.

El área de estudio está caracterizada por la presencia predominante de montañas y serranías de origen estructural, modelado por procesos glaciales y denudacionales, constituyendo cabeceras de valle ínter montanos como consecuencia de los procesos de erosión fluvial y glacial. Por lo general, se conocen como terrazas aluviales, presentando un paisaje importante para fines agrícolas, superficies planas en la base de los ríos, son suelos con edad variable, al igual que su posición altitudinal.

Así mismo, existen suelos con paisajes de penillanuras o moderadamente ondulados y colinas bajas aisladas, se caracterizan por su topografía irregular y ondulada, con pendientes de más del 12%. También existen suelos en una topografía escarpada y muy escarpada, que limitan de sobre manera el uso agrícola.

En general, son suelos profundos, con más de 1 m. La textura superficial corresponde de moderadamente pesada a mediana, osea, como franco arcillo arenoso a franco arenoso; del subsuelo es mediana a liviana, franco, franco arenoso a arena franco. La permeabilidad de sus dos zonas corresponde a mediana. La estructura es granular, fina a mediana, débil en el suelo; en bloques subangulares y sin estructura, grano suelto en el subsuelo.

Entre las características químicas, el pH están comprendido entre 6´1 y 8, calificado como suavemente ácido y como moderadamente alcalino; la conductividad eléctrica es muy baja, por lo tanto es calificada como no salina.

Las mayores limitaciones que presentan estos suelos son la baja fertilidad natural, deficiencia de humedad edáfica, pendiente y, por lo tanto, alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, que sólo pueden defenderse económicamente manteniéndolos con vegetación de carácter permanente, excepto por cortos periodos, en los cuales pueden sembrarse los cultivos limpios.

Las prácticas necesarias para un buen manejo, deben estar orientadas al aumento de fertilidad, mejorar las propiedades físicas del suelo y dar protección para evitar la erosión mediante técnicas prácticas más intensa de manejo y defensa de los suelos.

PUNA

VALLE

Por su capacidad de uso agrícola existen suelos de Clase II, III, IV y V. En el primero y segundo se desarrollan las principales actividades agrícolas de esta zona, son escasos y normalmente se encuentran en la rivera de los ríos, son de diferente textura y con diferentes niveles de contenido en materia orgánica con presencia de capas de grava, tienen pendientes inferiores al 2% y son moderadamente profundos, existen suelos salinos particularmente en la zona del río Esquiri. Las dos últimas clases mencionadas tienen pendientes que varían desde 15 a 90%, con rocosidad variable entre 2 a 8%, los suelos son moderadamente profundos a muy poco profundos y la disponibilidad de nutrientes varía de moderada a baja.

Las dos primeras clases de suelos se utilizan principalmente para la producción de cultivos anuales y perennes, en cambio, las dos últimas, se utilizan principalmente para la crianza de ganado, aunque en pequeñas parcelas también se cultivan algunas especies agrícolas anuales.

Sufren un proceso de erosión hídrica laminar y en surcos de moderado a fuerte, también se presenta la erosión eólica, sin embargo, el mayor problema de la pérdida de superficies cultivables se encuentra en las riadas y la inundación del río Pilcomayo a la comunidad de Oronckota, fenómeno frecuente en la temporada de lluvias entre los meses de noviembre a marzo.

CABECERA DE VALLE

Los suelos se encuentran constituidos por sedimentos y depósitos fluvio lacustres formados por conglomerados de grava, arena, arcilla y limo. En su generalidad son suelos moderadamente profundos.

Por su capacidad de uso agrícola existen suelos de Clase II, III, IV y V, el primero es escaso y normalmente se encuentran en la rivera de los ríos, son de textura franco arenosa y arcillo arenosa, en la actualidad se los usa para la producción de hortalizas, maíz, papa, haba (misccka) árboles frutales y otras especies. Respecto a la erosión, es susceptible por la existencia de riadas en la época de lluvias.

Los suelos de la clase III, IV y V, en su mayoría son superficiales, de textura franco arenoso y areno arcillosa, en las laderas de las serranías son del tipo pizarroso. Sufren un proceso de erosión hídrica muy fuerte, por efecto de la baja cobertura vegetal, que es de escasa a moderada (< 25 %). Su principal fin es para la producción de papa, maíz, arveja y cereales.

Tomando en cuenta las características de textura, los tipos de suelos son: franco, conocido localmente con el nombre de "Llamphu", arcilloso, conocido con el nombre de "Link'i", arenoso, conocidos con el nombre de "Thiu" y los pedregosos, conocidos con el nombre de "Rumirara".

PUNA BAJA

Por su capacidad de uso existen suelos de Clase III, IV y V, el primero es de poco profundo a moderadamente profundo, de textura variable: franco, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arenoso. Estos suelos se encuentran constituidos por sedimentos y depósitos fluvio lacustres formados por conglomeraciones de grava, arena, arcilla y limo, son susceptibles a la erosión eólica por la baja cobertura vegetal.

Los suelos de la Clase IV y V, están localizadas en las serranías, tienen una elevada presencia de piedras, son superficiales y su mayor uso es como área para el cultivo de árboles y de pastoreo; son muy susceptibles a la erosión hídrica y eólica.

PUNA ALTA

En general son poco profundos de textura arenosa, franco arenoso a franco arcillosa, con abundante grava y piedra; son tierras pobres en nutrientes y con alto déficit de humedad edáfica, de acuerdo a la clasificación de uso existen de las Clases III, IV, V, VI y VII, el grado de erosión hídrica es muy fuerte, con tasa de erosión o pérdida de suelos que varían entre 51 y 100 tn/ha/año; la cobertura vegetal es de moderada a escasa, representada por pastizales y plantas herbáceas destinadas al pastoreo de ovinos y bovinos.

CUADRO 1.89. EVALUACIÓN DE SUELOS DE LA SUPERFICIE DE EROSIÓN DE LEQUEZANA. PUNA

Tipo de utilización	Pendiente Superior		Pendiente Inferior	
	Aptitud	Limitante	Aptitud	Limitante
Agricultura extensiva de valle	IV	Altitud, nutrientes	IV	Altitud, nutrientes
Agricultura extensiva de altura	III	Sodicidad, nutrientes profundidad efectiva	III	Disponibilidad de nutrientes
Agricultura intensiva de valle	IV	Altitud, sodicidad, nutrientes	IV	Altitud, nutrientes
Agricultura intensiva de altura	IV	Modicidad	III	Salinidad, nutrientes
Ganadería extensiva e intensiva de ovinos	IV	Falta de forraje fresco, tipo de cobertura vegetal	IV	Falta de forraje fresco
Ganadería extensiva e intensiva de caprinos	IV	Falta de forraje fresco	II	Altitud, calidad de valor forrajero, forraje fresco
Ganadería extensiva e intensiva de vacunos	IV	Falta de forraje fresco	IV	Falta de forraje fresco
Reforestación con fines productivos	IV	Disponibilidad de agua, nutrientes	IV	Disponibilidad de agua, nutrientes
Replamamiento vegetal	IV	Disponibilidad de agua	IV	Disponibilidad de nutrientes

Fuente: P.D.M. de Puna

CAIZA D

Los suelos existentes en el municipio de Caiza “D”, son variados, existiendo diferentes tipos de suelos en áreas o extensiones bastante reducidas. A continuación se muestra la diversidad existente en las comunidades del municipio.

CUADRO 1.90. TIPOS DE SUELO POR CANTÓN Y COMUNIDADES. CAIZA “D”

COMUNIDAD	TEXTURAS
CANTÓN C'HUCHO INGENIO	
C'huchu Ingenio	Franco arcillo arenoso, Areno arcilloso
Laja Tambo	Franco arcillo arenoso, Arcillo arenoso
Chairiri	Franco areno arcilloso, Franco arcillo arenoso
Ockoruro Cantuyo	Franco arcillo arenoso
Huaycaya	Franco arcillo arenoso, Franco arenoso
Alcatuyo	Franco areno arcilloso
CANTÓN LA LAVA	
La Lava	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Bella Vista, Paja, Huasi	Franco areno arcilloso, Franco areno arcilloso
Palca Cancha	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Tres Cruces	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Hornos	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Cara Cara	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Villa Verde	Franco areno arcilloso, Franco arcilloso arenoso
Salitral	Franco arcillo limoso
CANTÓN TUJTAPARI	
Tujtapari	Franco arcillo arenoso, Franco arcilloso
Silvi	Franco arcillo arenoso, Franco arcilloso
Caltavi Puncu	Franco areno arcilloso, Franco arcillo arenoso
Guadalupe	Franco areno arcilloso, Franco arcilloso
Veracruz	Franco arcilloso, Franco arcillo arenoso
Caltapi Bajo	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
CANTÓN CAIZA “D”	
Caiza “D”	Franco arcilloso arenoso, Franco areno arcilloso
Chajnacaya	Franco arcilloso arenoso, Franco areno arcilloso
Jatun Pampa	Franco areno arcilloso
Tacara	Franco arenoso arcilloso, Franco arcillo arenoso
Caltapi Alto	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Canqui	Franco arenoso arcilloso, Franco arcilloso
Kiruchata	Franco arcillo arenoso, Franco arcilloso
Chilma Molino	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Jatun Maya	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Cata Cata	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso, Franco arcilloso
CANTÓN PANCOCHI	
Potoma	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Pancochi	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Huichaca-Kestuchi	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Jari	Franco arcillo arenoso, Franco areno arcilloso
Molle Molle	Franco arcillo arenosos, Franco arenoso
Aguas Calientes	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Jatun Pampa, Visiisa	Franco areno arcilloso, Franco arcilloso
La Fragua	Franco areno arcilloso, Franco arenoso
Ciénega	Franco areno arcilloso, Franco arenoso arcilloso

Fuente: P.D.M. de Caiza “D”

Entre las principales características que sobresalen de los suelos del municipio, está la clasificación taxonómica y por ellos su aptitud productiva. Las clases de suelo existentes en el municipio son las siguientes:

- Clase III, existente en pequeña superficie distribuida entre los cantones C´uchu Ingenio, Caiza “D”, Pancochi, Tujtapari y La Lava, son suelos aptos para la producción agrícola, pero con un manejo adecuado para poder evitar su deterioro.

- Las clases V y VII están presentes en mayor superficie (90%) y son suelos no aptos para la producción agrícola, aunque, lo que realmente se observa en el municipio es que estos suelos son los más utilizados por las familias agrícolas para la producción, de la que provienen parte de sus escasos ingresos alimentarios y, en algunos casos, sus ingresos económicos.

TOMAVE

La naturaleza de los suelos de cultivo y de las grandes praderas está relacionada con la formación geológica, por lo que, para un territorio tan grande como el de Tomave, es difícil realizar una descripción analítica y química precisa. En cualquier caso, se verán de forma general algunas características de los suelos, que son:

Presentan basaltos compactos y porosos

- Zonas calcáreas
- Minerales de hierro (wini), plomo (titi), cobre y antimonio.
- Extensiones muy considerables de arcilla y ceniza.

Tenemos, pues, los siguientes suelos cultivables y pastoriles:

SUELOS ARCILLOSOS

Se trata de suelos duros, de coloración rojiza y tierra con poca acumulación de humus. En Yura, Churquipampa, Marcavi, Tarana, Cuchagua, Tacora y Apacheta.

SUELOS ARENO-ARCILLOSOS

Son semiduros, de coloración grisácea y con mayor acumulación de humus. En Taru, Tauro, Vistira, Yura, Chullpa, Río Abajo y Tocoli.

SUELOS FRANCO ARENOSOS

Son semiduros, de coloración variada, oscuros, grisáceos y amarillos, de mayor dureza y con alto contenido de acumulación orgánica. En Patuca, Wisijza, Challapampa, Pelca, Tica Tica, Calazaya, Tomave y V. Concepción.

SUELOS ARENOSOS

Son blandos, con poca materia orgánica y generalmente situados en la puna. En Pajcha, Laico, Tocarje, Ollerías, Tica Tica, Tholapampa, Totorá K, Sayarani, Ventilla, Quesawinto, Opoco, C. Machicao y Viluyo.

Partiendo de esta clasificación, se puede decir que la mayoría de las comunidades de Yura, Jila y Sullka están ubicadas en las Cabeceras de Valle, donde los suelos son ricos en materia orgánica. El uso racional de la tierra es económicamente productivo si se plantea a largo plazo, pese a lo cual hay factores negativos que limitan este planteamiento, tales como la presión de la población, tendiendo a una parcelación excesiva de la tierra, lo que repercute en la falta de espacios suficientes para una rotación de cultivos adecuada.

El problema principal de uso es la poca disponibilidad de terreno cultivable existente, que determina la adopción del monocultivo de manera intensiva. Respecto a las áreas de silvicultura o bosques nativos, hay que destacar que estas no siempre significan producción de madera, si no que más bien, con un uso controlado, tienden a proteger el suelo y sus cuencas hidrográficas. Con lo que se ve que un manejo adecuado y planificado de la vida silvestre puede traducirse en un beneficio económico.

PORCO

Los suelos de Porco se encuentran constituidos por sedimentos y depósitos fluvio lacustres formados por conglomerados de grava, arena, arcilla y limo. En su generalidad son suelos profundos, moderadamente profundos o superficiales, con un desarrollo morfológico moderado a incipiente, limitados por gravas y piedra, fuertemente meteorizados.

Tomando en cuenta las características de textura, los tipos de suelo son: arcillosos, pedregosos y arenosos.

Los suelos se encuentran a una profundidad de 0-15 cm. a 36-95 cm., el PH. está entre los rangos de 6´4 a 8´5, lo que indica que son ligeramente ácidos y ligeramente alcalinos, el contenido de materia orgánica varía de acuerdo a la profundidad del suelo.

CUADRO 1.91. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LOS SUELOS DE PORCO

Prof.	Granulometría				PH 1:2.5		CaCO3		
Cm.	A	L	Y	Tcx.	H2O	KCL	%		
0-15	62.4	24.2	13.4	FA	6.4	5.1	14.71		
5-36	58.4	21.1	20.4	FYA	6.8	5.7	17.65		
36.96	34.4	21.2	44.4	Y	8.5	7.1	40.61		
COMPLEJO CAMBIO MEG./%					SATURACIÓN %				
Ca	Mg-H-	Na+	K+	CL	TB	SB	SCa	SMg	SK
5.0	0.6	1.0	1.5	8.1	8.1	99	61.19	7.34	18.35
6.0	1.8	1.6	2.2	12.1	12.1	95	49.58	14.87	18.18
13.0	5.8	5.2	6.0	31.4	12.1	98	43.94	18.47	19.10
MATERIA ORGÁNICA					P	SALINIDAD			
C%	N%		C/N		ppm.	CE mmhos		SNa.	
1.07	0.13		8.02		6.50	0.01		12.23	
0.97	0.09		10.90		5.60	0.01		13.22	
053	0.04		12.20		3.00	0.25		16.71	

Fuente: P.D.M. de Porco

A.2.2.3.2. Zonas y grados de erosión

POTOSÍ

Los factores de erosión de suelos en la región del municipio de Potosí, generalmente son de dos tipos: natural e inducido. El más importante es el natural, por el cual el sustrato suelo soporta procesos naturales de erosión eólica e hídrica en diferentes porcentajes.

La erosión hídrica tiene mayores porcentajes en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Templado, 10-35%, como efecto de las lluvias, y un porcentaje de 5-15% por la erosión eólica, debido a la cubierta vegetal existente. Mientras que en la Estepa Montano Subtropical se soporta mayor porcentaje de erosión eólica por la sequedad del medio y la presencia de vientos constantes, 10-25%, y una erosión hídrica de 15-30%.

En ambos casos, la reducida presencia de materia orgánica incrementa la erosión y la reducción de la cobertura vegetal, condiciones a las que pocas especies se adaptan. La dinámica erosiva afecta sucesivamente a cada piso ecológico y supone el lavado de nutrientes y de las capas superiores del suelo, iniciando la erosión laminar, pasando por la erosión de surcos y concluyendo con las cárcavas.

Por otro lado, entre los principales factores de erosión inducidos por la actividad humana, se encuentra, el mal uso del agua en las áreas de cultivo con pendientes de 5 a 25% y el sobre pastoreo donde el ganado ovino tiene gran presencia, provocando, por la falta de pastos, procesos de erosión importantes.

YOCALLA

También en Yocalla, los índices de degradación de los suelos están determinados principalmente por la presión de uso, tanto por la actividad agrícola, como por el pastoreo, a su vez, el agua y el viento, promueven altas tasas de erosión, con fuerte tendencia a la desertificación. El problema de la erosión en los suelos agrícolas es cada vez más creciente e implica la reducción de las posibilidades en el mejoramiento agropecuario

Las zonas y grados de erosión del municipio de Yocalla, se presentan en los siguientes Cuadros:

CUADRO 1.92. ZONAS Y GRADOS DE EROSIÓN. YOCALLA

C Cordillera Oriental	Montañas y Serranías	Moderada a muy
	Colinas Altas	Moderada a muy grave
	Valles	Ligera a grave
	Mesetas de origen volcánico	
	Penillanura	Ligera a moderada
	Llanura de Piedemonte	Ligera a Moderada

Fuente: P.D.M. de Yocalla

CUADRO 1.93. PORCENTAJE DE EROSIÓN A NIVEL DE COMUNIDADES. YOCALLA

Distrito / Cantón	Comunidades	Terrenos				Arcas de Pastoreo
		A riego	% de erosión	A seco	% de erosión	
	Chullpa Ck'asa	Eólica-Hídrica	25	Hídrica-Eólica	8	Sobre pastoreo
	Machaj marca	Eólica-Hídrica	20	Hídrica-Eólica	4	Sobre pastoreo
	Vacuyo	Eólica-Hídrica	30	Hídrica-Eólica		Sobre pastoreo
I.	Totora Pampa	Eólica-Hídrica	18	Hídrica-Eólica	4	Sobre pastoreo
Yocalla	Paco Grande	Eólica-Hídrica	25	Hídrica-Eólica	8	Sobre pastoreo
Salinas y Totora	Totora "D"	Eólica-Hídrica	15	Hídrica-Eólica	4	Sobre pastoreo
	Yurac Ck'asa	Eólica-Hídrica	32	Hídrica-Eólica	8	Sobre pastoreo
	Belén Pampa	Eólica-Hídrica	32	Hídrica-Eólica	4	Sobre pastoreo
	K'utiri	Eólica-Hídrica	35	Hídrica-Eólica	6	Sobre pastoreo
	Turquí	Eólica-Hídrica	25	Hídrica-Eólica	4	Sobre pastoreo
	Santa Lucia	Eólica-Hídrica	18	Hídrica	2	Sobre pastoreo*
	Chiracoro	Eólica-Hídrica	20	Hídrica	5	Sobre pastoreo
	Pampoyo	Eólica-Hídrica	30	Eólica-Hídrica	10	Sobre pastoreo
	Agua Dulce	Eólica-Hídrica	27	Eólica-Hídrica	8	Sobre pastoreo
	Paitaka	Eólica-Hídrica	32	Eólica-Hídrica	5	Sobre pastoreo
II.	San Antonio	Eólica-Hídrica	15	Eólica-Hídrica	5	Sobre pastoreo
Santa Lucía	Caimani	Eólica-Hídrica	30			Sobre pastoreo
	Cayara	Eólica-Hídrica	10	Eólica-Hídrica	3	Sobre pastoreo
	Condoriri	Eólica-Hídrica	20			Sobre pastoreo
	Chanca	Eólica-Hídrica	30	Eólica-Hídrica	10	Sobre pastoreo
	Villa Ckollu	Eólica-Hídrica	35			Sobre pastoreo
	Paco Chico	Eólica-Hídrica	22			Sobre pastoreo
	Kanatanca	Eólica-Hídrica	18			Sobre pastoreo

Fuente: P.D.M. de Yocalla

* = Si bien no es considerada la ganadería como una actividad importante, los procesos erosivos se dan por la falta de pasturas a la carga animal existente.

CUADRO 1.94. ZONAS Y GRADOS DE EROSIÓN POR CANTONES EN TON/HAS/AÑO APROXIMADO.
YOCALLA

Distrito	Cantón	Bajo Has.	Media Has	Alta Has.	Total Has.
I	Yocalla	1'93	5'4	12'86	20'19
	Salinas de	2'29	6'4	15'25	23'94
	Totora	1'4	3'92	9'35	14'67
II	Santa Lucia	5'65	15'75	37'51	58'91
Total Has.		11'27	31'47	79'97	117'71

Fuente: P.D.M. de Yocalla

La erosión hídrica es probablemente la forma más completa o determinante de degradación del suelo. Los procesos erosivos de naturaleza hídrica acarrear importantes alteraciones físicas, químicas y biológicas en las propiedades del suelo, reduciendo la capacidad productiva de las tierras.

En las condiciones de régimen de humedad semiárido y subhúmedo, las tasas de erosión hídrica potencial están en la categoría de muy fuerte con 316 tn/ha/año y 394 tn/ha/año respectivamente, cubriendo el 41% de la superficie de Bolivia. Por su parte, en el régimen semiárido seco, se tiene una tasa de erosión potencial de 170 tn/ha/año, correspondiendo a la categoría de fuerte y que representa el 18% del área territorial.

La erosión eólica comprende tanto la remoción y deposición de las partículas del suelo por la acción del viento, así como por los efectos erosivos de las partículas móviles cuando estas son transportadas. Las zonas de apariencia completamente desprovistas de vegetación, son el resultado de la falta de humedad edáfica, la fuerte incidencia del frío, así como la baja humedad relativa.

TINGUIPAYA

Los factores de erosión de suelos en la región del municipio de Tinguipaya, generalmente son de dos tipos: natural e inducido. El más importante es el natural, por el que el sustrato suelo soporta procesos naturales de erosión eólica e hídrica en diferentes porcentajes.

CUADRO 1.95. EROSIÓN POR PISO ECOLÓGICO. TINGUIPAYA

PISO ECOLÓGICO	TIPO DE EROSIÓN	PORCENTAJE DE EROSIÓN
Cabecera de valle	Hídrica	10-15%
	Eólica	5-15%
Puna baja	Hídrica	15-30%
	Eólica	10-20%
Puna alta	Hídrica	15-35%
	Eólica	10-25%

Fuente: P.D.M. de Tinguipaya

Como se observa, la erosión hídrica tiene mayores porcentajes en la Cabecera de Valle, como efecto de las lluvias, mientras que en la puna alta y baja se soporta mayor porcentaje de eólica, por la sequedad del medio y la presencia de vientos constantes.

En ambos casos, la reducida presencia de materia orgánica incrementa la erosión y la reducción de la cobertura vegetal, condiciones a las que muy pocas especies se adaptan. La dinámica erosiva afecta sucesivamente a cada piso ecológico.

Por otro lado, y como ya hemos señalado, entre los principales factores de erosión inducidos por la actividad humana se encuentran el mal uso de agua de riego y el sobre pastoreo, lo que, por falta de pasturas y por la carga animal, ocasiona procesos erosivos importantes.

BELÉN DE URMIRI

Al interior del Municipio la erosión, tanto eólica como hídrica, es denominada en término aymara como ajoras, aspecto que incide directamente en perjuicio de las propiedades rurales. Siendo así, entre las principales zonas de mayor erosión, se tienen en las comunidades de Puituco, Tayacolque (zona de la cordillera blanca), Urmiri Pampa, además de Belén de Urmiri; en tanto que en las comunidades de Vacuyo y Cahuayo la erosión es media y baja respectivamente.

De acuerdo al autodiagnóstico realizado en las comunidades, se tiene una pérdida variable de tierras a causa de la erosión eólica e hídrica, ocasionando de esta manera el uso limitado de los suelos principalmente en la actividad agrícola.

CUADRO 1.96. EROSIÓN DE SUELOS EN EL MUNICIPIO. BELÉN DE URMIRI

No.	COMUNIDAD	GRADO DE EROSIÓN			SUP.Has
		BAJO	MEDIO	ALTO	PERDIDO
1	Belén de Urmiri		X		20
2	Urmiri Pampa			X	20
3	Puituco			X	40
4	Cahuayo	X			10
5	Tayacolque			X	45
6	Vacuyo		X		25

Fuente: P.D.M. de Belén de Urmiri

BETANZOS

Los suelos de la meseta de Lequezana presentan textura variable, desde moderadamente liviana a media y moderadamente pesada en el suelo superficial, media y pesada en el subsuelo, con permeabilidad variable y profundidad que varía desde 0 a 1'5 m. La pendiente varía desde 0 a 8%, con diferentes gados de erosión, fundamentalmente eólica. El pH de los suelos varía de 6'6 a 8'2, con un contenido de materia orgánica relativamente bajo. El contenido de fósforo es variable, de medio a alto.