

TITULO · II

CAPÍTULO 1

# DIAGNÓSTICO SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL





## **TITULO II**

### **DIAGNOSTICO**

**CAPITULO 1: FÍSICO NATURAL**

**CAPITULO 2: SOCIOECONÓMICO**

**CAPITULO 3: POLÍTICO INSTITUCIONAL**

**CAPITULO 4: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO**



## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO TERRITORIAL**

### **DIAGNÓSTICO SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL**

### **DEPARTAMENTO DE TUPUNGATO**

## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO TERRITORIAL</b> .....	<b>7</b>
1.1 Del análisis al diagnóstico del territorio .....	7
1.2 Esquema metodológico .....	8
1.3 Proceso de análisis para realizar el diagnóstico del territorio .....	9
<b>2. ANÁLISIS DE ESCALA GLOBAL</b> .....	<b>11</b>
2.1. Introducción al diagnóstico del marco global .....	11
El plazo del Plan y los factores globales más importantes.....	11
Los escenarios globales futuros y los cambios de paradigma esperados .....	11
2.3.1. Cambio Climático.....	13
2.3.2. Transición Energética.....	13
2.3.3. Conflictividad Global.....	14
2.3.4. Inteligencia Artificial (IA) .....	14
Conclusión.....	15
<b>3. ANÁLISIS TERRITORIAL DE ESCALA REGIONAL</b> .....	<b>16</b>
3.1. Tupungato en relación con el Gran Mendoza .....	17
3.1.1. Ubicación Geográfica y Conectividad.....	17
3.1.2. Posición Periférica .....	17
3.1.3. Producción Vitivinícola y Agricultura .....	18
3.1.4. Turismo.....	18
3.1.5. Desafíos y Oportunidades Logísticas .....	18
3.1.6. Desarrollo Regional.....	19
3.2. Tupungato en el contexto del Valle de Uco .....	20
3.2.1. Economía Regional Integrada.....	20
2. Infraestructura y Logística .....	20
3.2.3. Turismo Regional.....	21
3.2.4. Desarrollo Social y Comunitario .....	21
3.2.5. Sostenibilidad y Medio Ambiente.....	21
6. Innovación y Tecnología .....	22

<b>4. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO FÍSICO-NATURAL .....</b>	<b>22</b>
4.1. Objetivos y Alcances del Diagnóstico físico-natural.....	22
4.2. Metodología .....	23
<b>5. CARACTERÍSTICAS NATURALES Y AMBIENTALES GENERALES .....</b>	<b>25</b>
5.1. Inserción regional física y ambiental.....	25
5.2. Descripción general del ambiente.....	26
5.2.1. Geomorfología .....	26
5.2.2. Suelos.....	32
5.2.3. Clima .....	33
5.2.4. Hidrografía general.....	36
5.2.5. Vegetación-biomas.....	45
<b>6. UNIDADES AMBIENTALES LOCALES .....</b>	<b>55</b>
6.1 Unidades Ambientales de Referencia.....	55
6.2 Unidades ambientales de referencia presentes en Tupungato .....	57
Montañas altas.....	57
Montañas bajas .....	57
Piedemonte .....	58
Valles intermontanos y Lecho de ríos .....	58
Oasis o llanuras modificadas.....	58
6.3 Unidades ambientales locales.....	59
Montaña Alta .....	61
Cerrilladas Norte.....	61
Piedemonte Cordillerano.....	62
Piedemontes de Huayquerías.....	62
Bolsones de Piedemonte en retroceso.....	62
Lechos ríos colectores.....	62
Oasis o llanuras modificadas.....	63
Superficies Urbanizadas .....	63
<b>7. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL .....</b>	<b>64</b>
7.1. Las amenazas identificadas para Tupungato.....	65
Clasificación de Unidades Ambientales Locales según las amenazas .....	65

7.2. Factores geológicos-geomorfológicos.....	67
7.2.1. Sismos .....	67
7.2.2. Vulcanismo .....	70
7.3. Factores climáticos.....	74
7.3.1. Heladas .....	75
7.3.2. Aluviones.....	76
7.3.3. Granizo.....	78
7.3.4 Viento Zonda.....	79
7.4. Factores antrópicos .....	83
7.4.1. Desertificación .....	83
7.4.2. Contaminación.....	86
7.5. Vulnerabilidad y exposición .....	88
7.5.1. Distribución de la población.....	90
7.5.2. Instalaciones críticas y líneas vitales .....	92
7.6. Clasificación del Riesgo Ambiental.....	96
<b>8. CLASIFICACIÓN DE LA APTITUD TERRITORIAL .....</b>	<b>98</b>
Conclusiones a la Clasificación de Aptitud Territorial .....	100

## 1. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

### 1.1 Del análisis al diagnóstico del territorio

Este capítulo presenta los diagnósticos de los subsistemas físico-naturales, socioeconómicos y político-institucionales del sistema territorial, según el Reglamento para el PMOT. Estos diagnósticos interpretan la estructura y la dinámica territorial a partir del análisis de sus componentes y relaciones. También se incluye el diagnóstico participativo con la comunidad que complementa los anteriores y apoya las siguientes etapas de la planificación territorial del Municipio.

El objetivo del diagnóstico, tal como lo ha expresado el reglamento del PMOT “es la construcción y análisis del modelo territorial actual y tendencial de Tupungato para la comprensión, la identificación y jerarquización de las causas y consecuencias de los problemas territoriales (asociados a la equidad, equilibrio y la sostenibilidad) y de las limitaciones y potencialidades ligadas a la organización territorial actual y a los factores externos e internos que afectarán su evolución. Se debe expresar en términos espaciales, textual y en cartografía georreferenciada conforme a las normas del IGN (Instituto Geográfico Nacional).”

Por lo tanto, el diagnóstico, ha sido elaborado sobre la base de la identificación de toda la información relevante que permite la caracterización del territorio, la definición de las acciones propias sobre los usos del suelo y la planificación del desarrollo territorial a partir de programas, subprogramas y proyectos, ajustados a su realidad y que promuevan la transformación del modelo actual al realizable según la vocación del territorio.

Específicamente el diagnóstico debe servir para la identificación de los usos del suelo, la aptitud natural para diferentes usos, la capacidad de carga del ecosistema natural o humano, y los conflictos generados por la coexistencia de diferentes usos, especialmente en áreas limítrofes con otros departamentos.

Los siguientes diagnósticos por subsistemas se basan en la recopilación y análisis de información sistematizada, actualizable y accesible del territorio provincial y municipal, plasmada en mapas temáticos. Los datos provienen de diversas fuentes, entre ellas el Instituto Geográfico Nacional, el SIAT, el municipio, el PPOT y otras que se detallarán en cada subsistema siguen la metodología prevista en Reglamento del PMOTT.

El sentido de tal metodología es que el diagnóstico en general tiene dos momentos: el momento previo a la formulación del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y luego los momentos de su actualización.

En el diagnóstico de cada subsistema se han considerado:

- Bases de información provenientes del Sistema de Información Ambiental y Territorial Provincial.
- Bases de datos de información de distintas fuentes según los casos, censos, encuestas condiciones de vida, sistemas de información específicos como Registro Uso de la Tierra, Departamento General de Irrigación, Información municipal etc.
- La opinión y sugerencias de la población a partir de talleres participativos que han recogido la expresión del territorio de manera metodológica y sistemática.
- Encuesta económica al sector productivo.

En línea con lo previsto en el PPOT, el Reglamento del PMOT, prevé que la actualización del diagnóstico cada cuatro años contados a partir de la aprobación del PMOT.

El objetivo de la actualización del diagnóstico es evaluar las transformaciones producidas en el sistema territorial desde la puesta en marcha del PMOT. Debe tenerse presente que el procedimiento de actualización del diagnóstico en etapas posteriores deberá seguir las pautas establecidas en dicho reglamento.

En síntesis, el diagnóstico que se presenta en este Título ha sido elaborado para poder ser sometido a un proceso de seguimiento y control continuos, que permita adecuarlo a los cambios e ir ajustando el PMOT al proceso de mejora continua que supone.

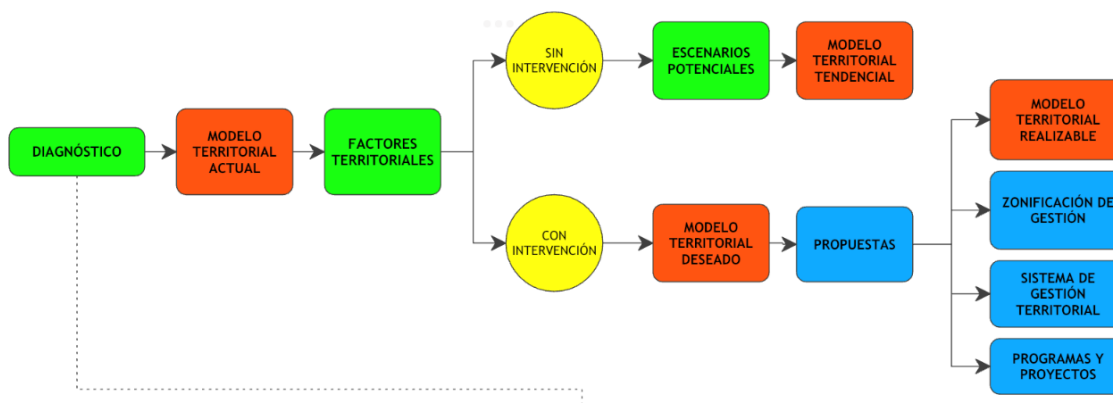
## **1.2 Esquema metodológico**

Para ordenar el territorio de manera adecuada, es imprescindible conocerlo a fondo, comprenderlo de forma integral y detectar sus potencialidades y dificultades. Para ello se necesita realizar un diagnóstico correcto basado en el funcionamiento integrado. En la provincia, con la ley 8051 y su reglamento, se definió un método común para hacer el Plan de Ordenamiento Territorial, que fue adoptado por el Reglamento de PMOT. Sin embargo, como se dijo antes, por un lado, se incluyeron aspectos no contemplados en las metodologías provinciales, como las escalas regionales y globales y por el otro se ha intentado simplificar el esquema para facilitar su comprensión.

Se evitarán descripciones exhaustivas, de tipo inventario, y se profundizará en un enfoque sistémico y por escalas. Esto permite analizar y comprender la interacción de los factores que actúan sobre el territorio de manera dinámica e integral.



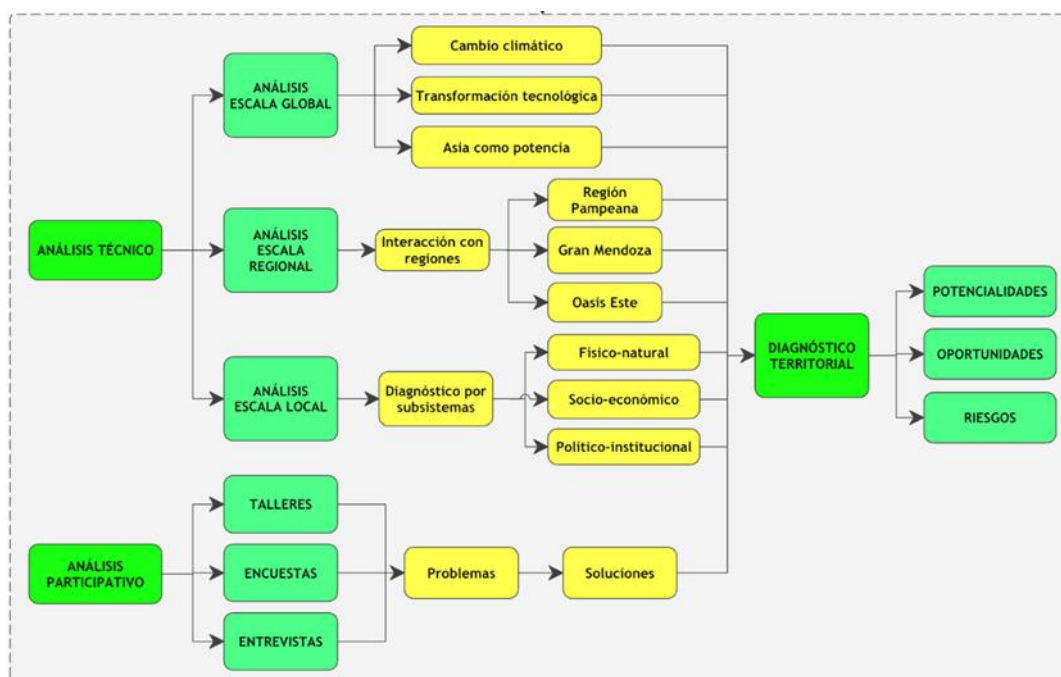
En el siguiente esquema se puede ver el lugar estratégico del diagnóstico, como primer eslabón antes de entrar en la configuración de los Modelos Territoriales y su tratamiento.



### 1.3 Proceso de análisis para realizar el diagnóstico del territorio

El diagnóstico está conformado por dos tipos de análisis, a) uno técnico de gabinete, que utiliza técnicas y procedimientos de análisis bibliográfico, estadístico y cartográfico, y b) uno participativo a través de talleres, encuestas y entrevistas. Ambos, concluyen en un diagnóstico territorial integral, donde se exponen las potencialidades, oportunidades y riesgos del Departamento de Tupungato en los próximos 30 años.

En el diagrama a continuación se puede ver el camino que iremos recorriendo para la elaboración del Diagnóstico territorial.



Respecto del análisis técnico, se realiza en tres escalas, global, regional y local. Esto es fundamental para poder entender algunos procesos que están presentes en el territorio, pero tienen su explicación a escalas diferentes de la local.

Asimismo, es importante tener presente que el ordenamiento territorial supone plazos temporales de largo alcance, en nuestro caso 30 años, en los que los procesos muchas veces son impredecibles y por lo tanto los diagnósticos nunca son definitivos. Pero esto no deslegitima la necesidad de establecer grandes orientaciones que debemos considerar para enfocar las decisiones en escenarios previsibles. Luego, las etapas de revisión y ajustes previstas por la Ley 8051 permitirán reevaluar estos diagnósticos según la evolución de los fenómenos del contexto global o regional.

En el análisis del marco a escala global se centra en tres escenarios ampliamente aceptados en el mundo actual: el cambio climático, la transformación tecnológica y los cambios geopolíticos y económicos que posicionan a Asia como nueva potencia.

El análisis del marco a escala regional, en cambio, se centrará en la relación de Tupungato con el Gran Mendoza y el resto de los departamentos del Valle de Uco.

Luego, en el análisis a escala local, se realizan los diagnósticos por subsistemas, cumpliendo con lo establecido tanto por la Ley 8051 como por el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial.

Finalmente, el análisis participativo, permite recoger la visión profunda de la población y de los referentes de la comunidad, a través de talleres, encuestas y entrevistas.

El diagnóstico participativo es de absoluta relevancia para captar las problemáticas, anhelos y proyecciones de la comunidad, pudiendo de esta manera consignar en la planificación la vocación del territorio, lo que permitirá mayor legitimidad social al proceso en busca de imprimir al plan posibilidades de desarrollo territorial local y de ejecución en el tiempo por la gente que lo habita.

En base a lo analizado, se podrá obtener un diagnóstico integrado del territorio, que nos muestre sus potencialidades, oportunidades y riesgos. Con estas conclusiones se podrá elaborar de manera coherente el Modelo Territorial Actual, dando así comienzo a la etapa de configuración de modelos, de la etapa siguiente.

## **2. ANÁLISIS DE ESCALA GLOBAL**

### **2.1. Introducción al diagnóstico del marco global**

Para planificar el territorio de manera adecuada, sobre todo a un nivel regional como el que implica el PMOT de Tupungato, se debe comprender el contexto que determinará las condiciones sociales, económicas y ambientales a medio y largo plazo. Es esencial anticipar la evolución de las variables más relevantes para Tupungato en los próximos años. Al examinar los escenarios posibles que impactarán al departamento y las regiones cercanas, se puede interpretar mejor la dinámica de los fenómenos actuales y futuros. Solo así se pueden tomar decisiones y actuar sobre las variables con cierta seguridad.

### **El plazo del Plan y los factores globales más importantes**

Como se indicó al inicio de este capítulo, un horizonte de 30 años es un plazo razonable, dado que los procesos sociales y económicos tienen impactos territoriales lentos y suelen desplegar sus efectos a lo largo de décadas, más que años. Un lapso de dos a tres décadas es el que suele requerir muchos de esos fenómenos para completar un ciclo de cambio. No obstante, más allá de los 30 años es muy difícil anticipar la dinámica que la propia realidad impondrá al comportamiento de las variables y sus consecuencias.

### **Los escenarios globales futuros y los cambios de paradigma esperados**

Para predecir los posibles escenarios futuros, necesitamos comprender los fenómenos actuales, pero sobre todo anticiparnos con inteligencia los que predominarán en las décadas venideras. Esto es más relevante hoy que antes, porque el mundo está empezando un cambio radical y profundo en su organización y desarrollo.

Durante el pasado siglo, salvando los períodos de guerras mundiales, los procesos globales económicos y territoriales del desarrollo fueron dominados por factores estándares y tradicionales de la economía. El juego de la oferta y la demanda, aún distorsionado muchas veces por razones políticas, marcó mayormente el pulso de una economía que penduló entre extremos más bien suavizados de liberalismo y estatismo.

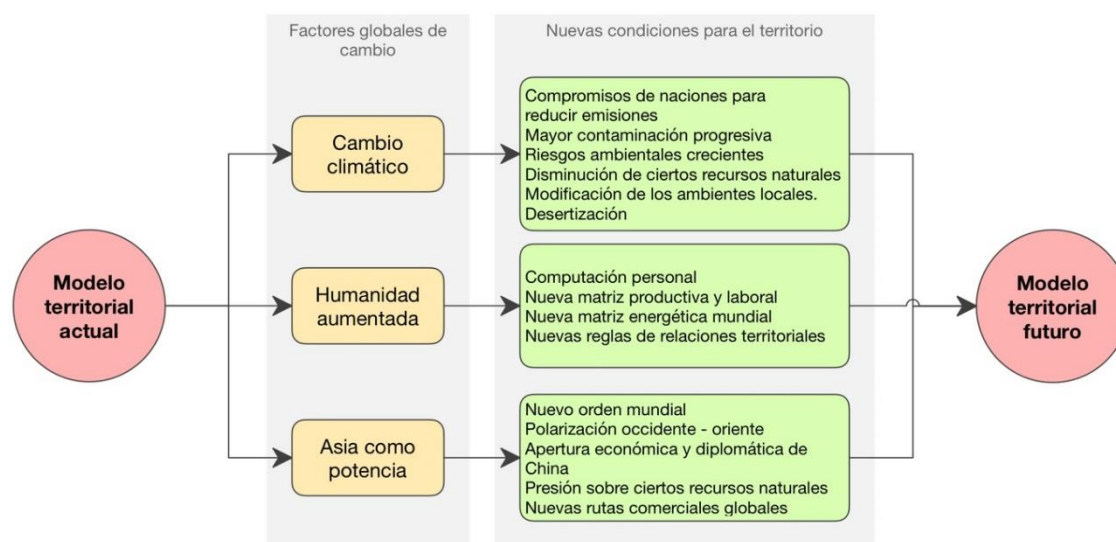
Los cambios tecnológicos y sociales, a su vez, fueron suficientemente lentos como para que el sistema económico y político mundial pudiera adaptarse y adaptarlos dentro de su misma racionalidad.

Hoy, sin embargo, se pueden apreciar tres factores nuevos que amenazan con acelerar los cambios a un ritmo tal que las estructuras sociales, económicas y por lo tanto territoriales, pueden verse modificadas como nunca.

Estos fenómenos pueden sintetizarse en los siguientes procesos:

- Cambio climático.
- Transformación tecnológica hacia la inteligencia artificial y robotización
- Conflictividad global creciente y competencia económica mundial.

Estos tres procesos, sobre todo los dos primeros combinados, provocan cambios profundos en distintos niveles de la realidad. Superficialmente, se ven comportamientos de nuevas formas de humanidad. Por dentro, en cambio, empiezan a cambiar las reglas básicas de las estructuras y dinámicas que sostienen todo el modelo económico-social.



Los territorios, como expresiones espaciales de los modelos socioeconómicos, se verán afectados ampliamente por estos cambios profundos que se darán en un futuro cercano. Cambios en los paradigmas territoriales pueden alterar conceptos tan fundamentales como la relación centro-periferia o la dinámica de las redes de productos y servicios.

Sería muy arriesgado intentar planificar el territorio sin tener en cuenta los comportamientos de escenarios posibles. Por eso, a continuación, profundizaremos en los tres fenómenos mencionados y más adelante examinaremos las consecuencias potenciales más relevantes para Tupungato.

Para contextualizar a Tupungato en un panorama mundial y prever su desarrollo en los próximos 30 años, considerando factores como el cambio climático, la transición energética, la conflictividad global y la inteligencia artificial, es fundamental adoptar un enfoque multidisciplinario e integrador. A continuación, se abordan estos temas clave:

### **2.3.1. Cambio Climático**

#### **Impacto en Tupungato:**

- **Aumento de Temperaturas y Eventos Extremos:** Se espera un incremento en las temperaturas promedio, lo que afectará los patrones climáticos locales y podría aumentar la frecuencia de eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones.
- **Deshielo y Recursos Hídricos:** La región de Tupungato, ubicada en los Andes, depende de los glaciares para su suministro de agua. El deshielo acelerado afectará la disponibilidad de agua para la agricultura, el consumo humano y otros usos.

#### **Adaptación:**

- **Gestión Integrada de Recursos Hídricos:** Implementar políticas de conservación de agua y técnicas de riego más eficientes.
- **Infraestructura Resiliente:** Desarrollar infraestructuras capaces de soportar eventos climáticos extremos.
- **Monitoreo y Planificación:** Utilizar sistemas de información geográfica (SIG) para monitorear cambios ambientales y planificar respuestas adecuadas.

### **2.3.2. Transición Energética**

#### **Impacto en Tupungato:**

- **Energías Renovables:** El potencial de energía solar y eólica en la región puede ser aprovechado para reducir la dependencia de combustibles fósiles.
- **Economía Verde:** La transición hacia una economía baja en carbono puede crear oportunidades en sectores como el turismo sostenible y la agricultura ecológica.

#### **Adaptación:**

- **Inversión en Infraestructura Verde:** Fomentar la instalación de paneles solares y parques eólicos.

- Capacitación y Educación: Programas de formación para la población local en tecnologías verdes y prácticas sostenibles.
- Incentivos y Políticas: Crear incentivos para inversiones en energías renovables y políticas que apoyen la transición energética.

### **2.3.3. Conflictividad Global**

#### **Impacto en Tupungato:**

- Flujos Migratorios: La inestabilidad en otras regiones puede generar migraciones que impacten en la dinámica social y económica local.
- Comercio y Economía: Las tensiones globales pueden afectar el comercio y la economía, influyendo en los mercados de exportación de productos locales.

#### **Adaptación:**

- Diversificación Económica: Diversificar la economía local para reducir la dependencia de mercados externos.
- Políticas de Inclusión: Desarrollar políticas que integren a los migrantes y fortalezcan la cohesión social.
- Preparación y Resiliencia: Fortalecer las capacidades locales para gestionar crisis y conflictos.

### **2.3.4. Inteligencia Artificial (IA)**

#### **Impacto en Tupungato:**

- Agricultura Inteligente: La IA puede optimizar la producción agrícola mediante la monitorización de cultivos y la gestión de recursos.
- Gestión de Recursos Naturales: La IA y el SIG pueden integrarse para una gestión más eficiente de los recursos naturales y la planificación territorial.

#### **Adaptación:**

- Implementación de Tecnología: Adoptar tecnologías de IA en sectores clave como la agricultura y la gestión ambiental.
- Capacitación y Desarrollo: Formación en habilidades digitales y tecnológicas para la población local.
- Innovación y Emprendimiento: Fomentar un ecosistema de innovación que permita el desarrollo de soluciones basadas en IA para los desafíos locales.

## **Conclusión**

El desarrollo de Tupungato en los próximos 30 años estará condicionado por su capacidad de adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático, aprovechar las oportunidades de la transición energética, gestionar la conflictividad global y adoptar la inteligencia artificial. Un enfoque estratégico, basado en datos y participativo, será crucial para asegurar un futuro sostenible y resiliente para la región.

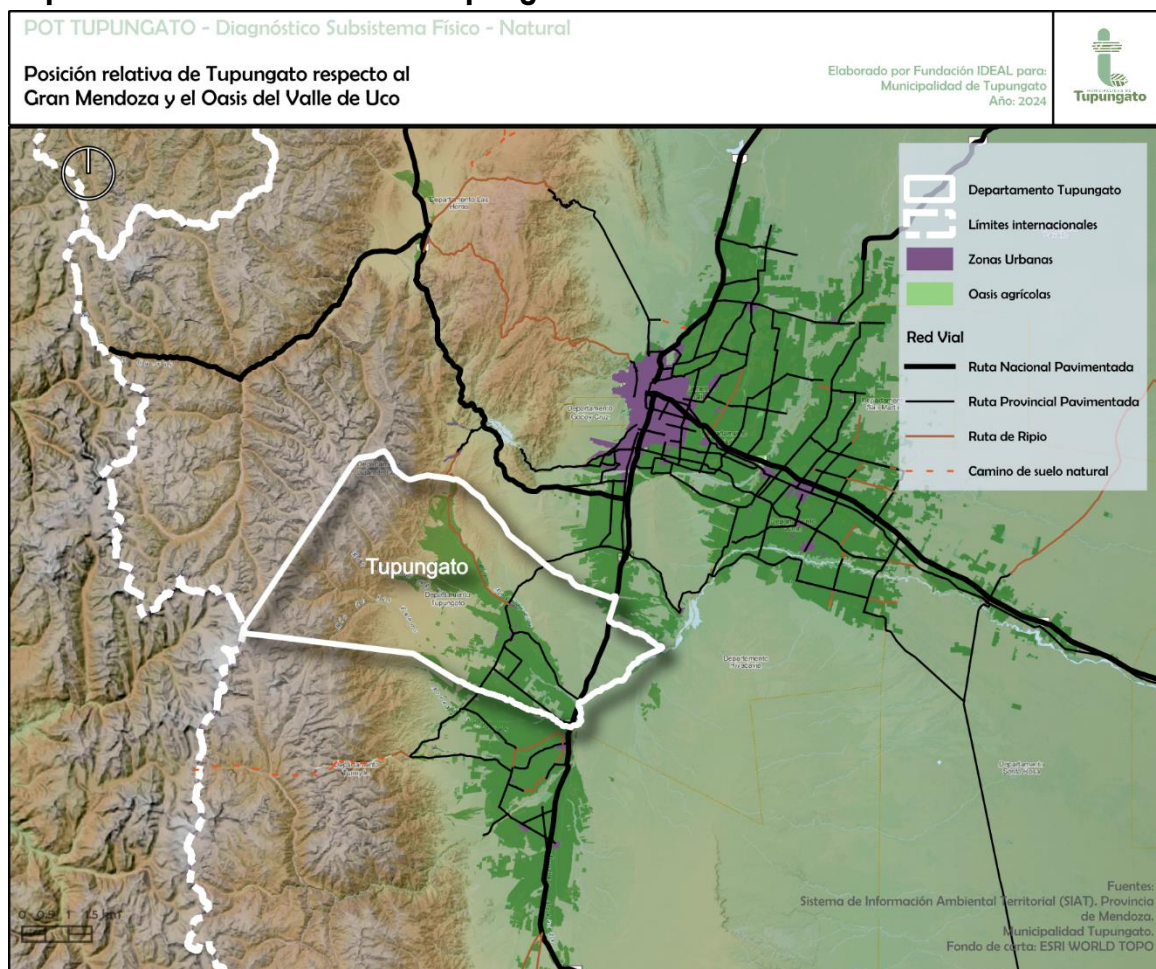
### 3. ANÁLISIS TERRITORIAL DE ESCALA REGIONAL

Tupungato se encuentra al sur del Gran Mendoza. Es uno de los departamentos de la provincia de Mendoza y se sitúa en el Valle de Uco, al pie de la Cordillera de los Andes. Su ubicación relativa respecto al Gran Mendoza es hacia el sur-suroeste, a aproximadamente 80 kilómetros de distancia.

El Gran Mendoza, que comprende los departamentos de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján de Cuyo y Maipú, es el principal centro urbano de la provincia, mientras que Tupungato se destaca por su importancia agrícola, especialmente en la producción de vinos de alta calidad, y por sus atractivos turísticos naturales.

Este contexto territorial implica que Tupungato, aunque relativamente cercano al área metropolitana, posee características rurales y naturales que contrastan con la urbanización y densidad del Gran Mendoza.

#### Mapa N°1 Ubicación relativa de Tupungato en la Provincia de Mendoza



Fuente Elaboración propia sobre base PPOT



### **3.1. Tupungato en relación con el Gran Mendoza**

La ubicación relativa de Tupungato respecto del Gran Mendoza tiene varias implicancias que afectan su desarrollo económico, social y logístico. Aunque no se encuentra sobre el corredor bioceánico, su posición periférica y proximidad a corredores dinámicos influyen significativamente en su dinámica territorial. A continuación, se detalla extensamente esta situación:

#### **3.1.1. Ubicación Geográfica y Conectividad**

##### **Proximidad al Gran Mendoza**

Tupungato está ubicado a unos 80 km al suroeste del Gran Mendoza, lo que facilita la interacción y el intercambio comercial con la principal área metropolitana de la provincia.

##### **Conectividad Vial**

La Ruta Nacional 40 y la Ruta Provincial 86; 89;96 y 88 son las principales vías de acceso que conectan Tupungato con el Gran Mendoza y otras áreas del Valle de Uco. Aunque no está sobre el corredor bioceánico, estas rutas permiten una buena conexión con los corredores más dinámicos de la región.

#### **3.1.2. Posición Periférica**

##### **Impacto Económico**

La posición periférica de Tupungato implica que no tiene el mismo nivel de acceso directo a los mercados nacionales e internacionales que las áreas ubicadas directamente sobre el corredor bioceánico. Esto puede limitar algunas oportunidades comerciales y de inversión.

##### **Desarrollo Local**

Sin embargo, su relativa cercanía al Gran Mendoza y a corredores importantes como la Ruta 40 que vincula el país de Norte a Sur, le permite beneficiarse indirectamente del dinamismo económico de estas áreas, a la vez de potenciar su posicionamiento como un polo de desarrollo regional en el Valle de Uco para múltiples actividades como podrían ser el Turismo, las vinculadas a tecnología y biotecnología, la creación de un centro de comercialización frutihortícola, entre otras, que permitirían potenciar una dinámica de actividad y empleo en la región y en Tupungato en particular. La posición periférica también puede favorecer un desarrollo más sostenible y menos congestionado.

### **3.1.3. Producción Vitivinícola y Agricultura**

#### **Clima y Suelo**

Tupungato se encuentra en el Valle de Uco, una de las regiones vitivinícolas más importantes de Argentina. La altitud, el clima y el suelo de la zona son ideales para la producción de vinos de alta calidad, lo que le otorga una ventaja competitiva en este sector.

#### **Acceso a Mercados**

Aunque no está en el corredor bioceánico, la producción agrícola y vitivinícola de Tupungato puede acceder a mercados nacionales e internacionales a través su conectividad y utilizando las rutas mencionadas anteriormente que la vinculan al Gran Mendoza, a grandes centros nacionales de consumo y al Corredor bioceánico.

### **3.1.4. Turismo**

#### **Atractivos Naturales**

La ubicación en las estribaciones de la Cordillera de los Andes y la presencia del volcán Tupungato hacen de esta zona un destino atractivo para el turismo de naturaleza y aventura.

#### **Turismo Enológico**

La presencia de bodegas y viñedos en la región también fomenta el turismo enológico, atrayendo visitantes tanto nacionales como internacionales.

#### **Turismo Rural**

Antiguas zonas productivas de alta montaña como el Valle las Carreras generan atractivos y experiencias únicas para los visitantes.

### **3.1.5. Desafíos y Oportunidades Logísticas**

#### **Desafíos Logísticos**

La falta de acceso directo al corredor bioceánico implica mayores costos y tiempos de transporte para exportaciones e importaciones, lo que puede ser un desafío para algunas industrias.

## **Oportunidades**

La proximidad al Gran Mendoza y la infraestructura vial existente ofrecen oportunidades para desarrollar centros logísticos y de distribución que faciliten el acceso a los corredores principales.

### **3.1.6. Desarrollo Regional**

#### **Integración Regional**

La ubicación de Tupungato favorece la integración regional dentro del Valle de Uco, promoviendo la cooperación y el desarrollo conjunto con otros departamentos vecinos como Tunuyán y San Carlos.

#### **Planes de Desarrollo**

Las políticas de desarrollo regional pueden enfocarse en mejorar la infraestructura vial y logística, así como en promover sectores estratégicos como el vitivinícola, hortícola y frutícola como cadenas de valor integradas de alto nivel tecnológico y el turismo.

No debe descartarse la instalación de nuevas actividades vinculadas a la tecnología si se logra una buena conectividad digital.

#### **Conclusión**

En resumen, la ubicación relativa de Tupungato respecto del Gran Mendoza y su posición periférica presentan tanto desafíos como oportunidades. Aunque no está sobre el corredor bioceánico, su cercanía al Gran Mendoza y la infraestructura vial existente le permiten integrarse en la dinámica económica de la región. El desarrollo de sectores clave como la vitivinicultura, horticultura, fruticultura como cadenas de valor integradas de alto nivel tecnológico y el turismo, junto con mejoras en la conectividad y logística, puede potenciar aún más el crecimiento de Tupungato.

## **3.2. Tupungato en el contexto del Valle de Uco**

La integración de Tupungato dentro del Valle de Uco y su relación con los departamentos de esta zona, Tunuyán y San Carlos, tiene varias implicancias económicas y sociales. Estas relaciones y complementaciones se manifiestan en varios aspectos clave:

### **3.2.1. Economía Regional Integrada**

#### **Producción Vitivinícola**

El Valle de Uco es una de las principales regiones vitivinícolas de Argentina, conocida por la calidad de sus vinos. Tupungato, junto con Tunuyán y San Carlos, forma parte de un clúster vitivinícola que aprovecha las condiciones climáticas y geográficas únicas del valle. Esta integración permite la colaboración en términos de técnicas de cultivo, producción y comercialización.

#### **Diversificación Agrícola**

Además del vino, la región del Valle de Uco produce frutas (carozo, pepita y frutos secos), hortalizas y otros cultivos. La complementación entre los departamentos facilita la diversificación agrícola, promoviendo la estabilidad económica y reduciendo la dependencia de un solo producto.

## **2. Infraestructura y Logística**

### **Conectividad Vial**

La infraestructura vial que conecta Tupungato con Tunuyán y San Carlos, como las rutas provinciales y nacionales, permite un flujo eficiente de bienes y personas. Esta conectividad es esencial para el comercio interno y externo, facilitando el acceso a mercados más amplios.

### **Cooperación en Infraestructura**

La colaboración en proyectos de infraestructura, como sistemas de riego, plantas de procesamiento y centros logísticos, puede beneficiar a todos los departamentos del Valle de Uco, optimizando recursos y mejorando la competitividad regional.

### **3.2.3. Turismo Regional**

#### **Atractivos Turísticos Combinados**

Tupungato, Tunuyán y San Carlos juntos ofrecen una amplia gama de atractivos turísticos que incluyen bodegas, rutas del vino, turismo de aventura en la Cordillera de los Andes y actividades recreativas en entornos naturales. La promoción conjunta de estos atractivos puede atraer a un mayor número de turistas.

#### **Eventos y Festivales**

La organización de eventos y festivales regionales que incluyan actividades en los tres departamentos puede fomentar el turismo y la cultura local, atrayendo visitantes nacionales e internacionales.

### **3.2.4. Desarrollo Social y Comunitario**

#### **Educación y Salud**

La colaboración entre los departamentos en la mejora de servicios de educación y salud puede elevar la calidad de vida de los habitantes del Valle de Uco. Compartir recursos y conocimientos puede resultar en mejores instalaciones y programas para la comunidad.

#### **Programas Sociales**

Los programas sociales que aborden necesidades comunes, como la vivienda, el empleo y la inclusión social, pueden beneficiarse de un enfoque regional. La cooperación puede maximizar el impacto de estas iniciativas y fomentar un sentido de comunidad.

### **3.2.5. Sostenibilidad y Medio Ambiente**

#### **Gestión de Recursos Naturales**

La gestión conjunta de recursos hídricos y tierras agrícolas puede mejorar la sostenibilidad ambiental de la región. Las prácticas agrícolas sostenibles y la protección de los ecosistemas son más efectivas cuando se coordinan a nivel regional.

#### **Proyectos Ecológicos**

La implementación de proyectos ecológicos, como la conservación de áreas naturales y el desarrollo de energías renovables, puede ser más viable y beneficiosa cuando se realiza en cooperación entre los departamentos.

### **3.2.6. Innovación y Tecnología**

#### **Centros de Innovación**

La creación de centros de innovación y tecnología en el Valle de Uco, con la participación de Tupungato, Tunuyán y San Carlos, puede impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas, enológicas y de sostenibilidad. La colaboración con institutos, universidades y centros de investigación también puede ser facilitada.

#### **Emprendimientos Regionales**

La promoción de emprendimientos que aprovechen las fortalezas regionales, como la producción orgánica, el turismo sostenible y la tecnología agrícola, puede generar nuevas oportunidades económicas y empleo.

#### **Conclusión**

En resumen, la inserción de Tupungato dentro del Valle de Uco y su relación con Tunuyán y San Carlos resulta en una complementación económica y social que fortalece a toda la región. La integración en términos de producción vitivinícola, diversificación agrícola, turismo, infraestructura, sostenibilidad e innovación permite a estos departamentos beneficiarse mutuamente y desarrollar una economía regional robusta y sostenible. La cooperación y la planificación conjunta son clave para maximizar los recursos y oportunidades, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y posicionando al Valle de Uco como una región de importancia estratégica en Argentina.

## **4. INTRODUCCIÓN AL DIAGNÓSTICO FÍSICO-NATURAL**

### **4.1. Objetivos y Alcances del Diagnóstico físico-natural**

Un buen ordenamiento territorial requiere un diagnóstico de las características y condiciones físicas y naturales del medio. Este diagnóstico no solo permite conocer mejor el territorio a ordenar, sino que también proporciona resultados concretos para trazar los modelos territoriales actuales, tendenciales y realizable.

Ninguna decisión es posible sobre el territorio sin considerar la dimensión natural, tanto en variables geológicas, ecológicas, hídricas, o en su interacción con las actividades humanas, a través del riesgo y de los recursos y capacidades naturales. Pero en el caso específico de Tupungato, el medio natural está especialmente presente en la conformación actual del territorio.

El principal objetivo del diagnóstico físico natural es entender y analizar la aptitud territorial, los riesgos naturales principales y establecer las condiciones para el desarrollo sustentable del territorio.

El resultado esperado para esta parte del diagnóstico es obtener la Clasificación Ambiental Integral del Departamento de Tupungato.

Como paso intermedio, se obtendrán también las Unidades Ambientales Locales, una Zonificación del riesgo y la Aptitud ambiental.

## **4.2. Metodología**

Para este diagnóstico, como para todo el Plan de Ordenamiento completo se seguirán los lineamientos procedimentales y metodológicos establecidos por la Ley 8051 y por el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial (PPOT – Ley 8999) de la Provincia de Mendoza.

Dentro de este marco general se aplicará una metodología de análisis integral basada en la selección inteligente de los factores y variables presentes en el territorio bajo estudio, sin entrar en extensos inventarios exhaustivos ni en la valoración de aspectos secundarios o no vinculantes. A través del uso de herramientas SIG y a partir de estudios y datos precedentes se definirán las características más importantes del medio físico-natural y su influencia en la dinámica del territorio, sus limitaciones y sus potencialidades.

Aquí se analizarán y diagnosticarán solamente las condiciones más importantes y vinculantes del territorio del Departamento de Tupungato. Partiendo de una visión integral, sistémica y por escalas del ambiente, podemos comprender cuáles son las variables que serán vitales para las decisiones en el territorio, sabiendo que Tupungato cuenta con características particulares desde lo físico-natural.

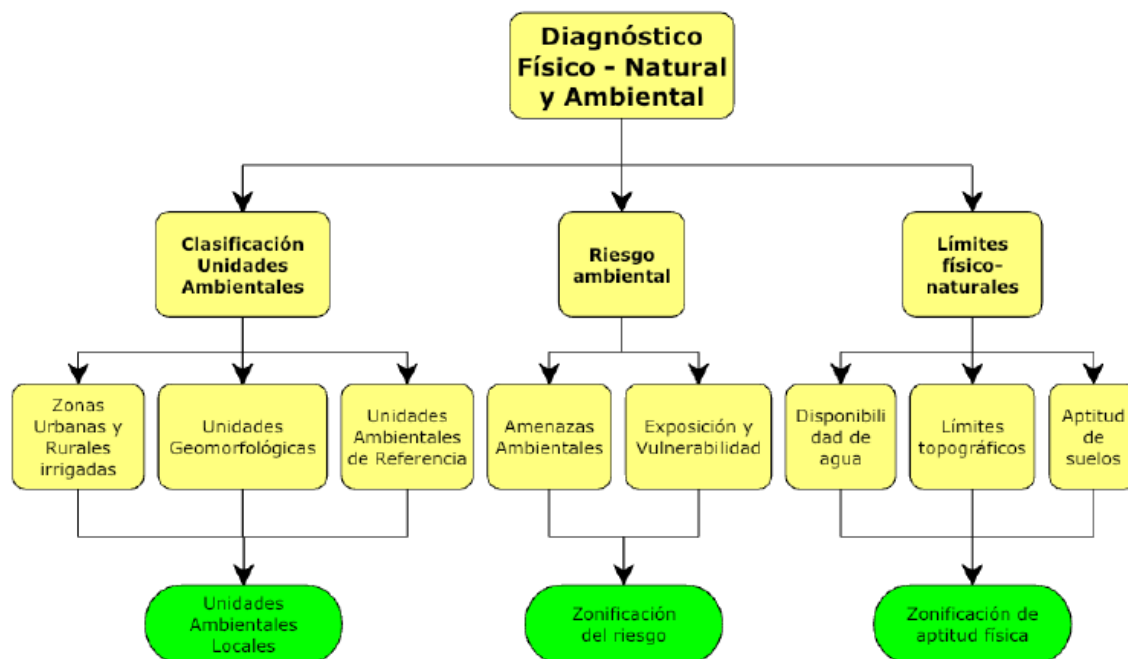
Como se verá en detalle en el próximo apartado, Tupungato está caracterizado por la diversidad que implican ambientes naturales muy diferentes en toda su extensión, requiriendo un enfoque sistémico y una visión dinámica de los factores de base.

Se evitan, por ello, los inventarios, que son costosos, lentos y aportan poco a la determinación rápida de las variables territoriales de decisión. Se prefieren por ello los conceptos desarrollados en los últimos años para sintetizar inteligentemente las variables físico-naturales, como son las Unidades Ambientales de Referencia.

Las UAR (Unidades Ambientales de Referencia) fueron utilizadas durante el diagnóstico del Subsistema físico-natural del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial de Mendoza. Son una síntesis perfecta de las condiciones y características naturales del medio.

A partir de estas unidades ambientales de referencia se realizará el diagnóstico físico-natural inicial, que luego llevará a un mayor nivel de detalle, necesario para establecer las Unidades Ambientales Locales.

Esto se puede ver claramente en el siguiente esquema del modelo conceptual que se seguirá para el análisis de las variables.



Los productos que se obtendrán de este diagnóstico físico-natural son tres:

- UNIDADES AMBIENTALES LOCALES
- CLASIFICACIÓN DEL RIESGO
- CLASIFICACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA

Para ello se analizarán los siguientes factores o variables:

- CARACTERÍSTICAS NATURALES Y AMBIENTALES GENERALES
  - Inserción regional física y ambiental.
  - Descripción general del ambiente
  - Geomorfología
  - Clima
  - Vegetación-biomas
  - Suelos
  - Hidrografía general
- UNIDADES AMBIENTALES LOCALES



- Unidades Ambientales de Referencia
- Factores organizadores del ambiente
- Unidades ambientales locales.
- ZONIFICACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL
  - Las amenazas identificadas para Tupungato
  - Factores geológicos-geomorfológicos
    - Sismos.
    - Relieve y drenaje superficial y sub-superficial
  - Factores meteorológicos.
    - Inundaciones
    - Heladas y nevadas.
    - Granizo
    - Vientos
  - Factores antrópicos
  - Vulnerabilidad y exposición
    - Distribución de la población
    - Instalaciones críticas
    - Líneas vitales
  - Zonificación del Riesgo Ambiental
- APTITUD FÍSICO - AMBIENTAL
  - Aptitud físico - ambiental
  - Diagnóstico integrado de la aptitud física y natural
  - Unidades geológicas clasificadas según ambiente originario
  - Zonificación de aptitudes físicas y limitantes ambientales.

## **5. CARACTERÍSTICAS NATURALES Y AMBIENTALES GENERALES**

### **5.1. Inserción regional física y ambiental.**

Desde un punto de vista físico-natural, el departamento de Tupungato se encuentra ubicado en una zona de transición entre la Cordillera de los Andes y las planicies sedimentarias de suave pendiente oeste-noreste. Al ser un territorio de gran extensión oeste-este, reúne zonas de varias unidades geomorfológicas y acompaña la transición entre ellas.

Además, acompaña las pendientes que organizan el drenaje superficial y subterráneo de la región, resultando directamente en el aprovechamiento de uno de los oasis más importantes de la región, el Valle de Uco.

## **5.2. Descripción general del ambiente**

El ambiente natural de Tupungato es notable por su diversidad y riqueza ecológica. Desde un punto de vista natural, Tupungato se caracteriza por su imponente volcán homónimo, que domina el paisaje y es uno de los picos más altos de los Andes en Mendoza. Esta área es parte de la cordillera Frontal y se encuentra en la cuenca del río Tunuyán, jugando un papel crucial en la regulación hídrica y como fuente de recursos hídricos para la agricultura y el consumo humano en la región.

La región de Tupungato es también conocida por su biodiversidad, con áreas de vegetación nativa que incluyen bosques de algarrobo y jarilla, y pastizales de montaña que sirven de hábitat para una variedad de fauna silvestre. Además, la altitud del área varía significativamente, lo que contribuye a su diversidad climática y biológica, permitiendo la existencia de varios microclimas.

El ambiente natural de Tupungato también soporta una agricultura importante, especialmente conocida por la producción de vinos de alta calidad, dado que sus suelos volcánicos y el clima fresco son ideales para el cultivo de uvas. Además, el turismo juega un rol significativo en la economía local, con muchas actividades centradas en el ecoturismo y el turismo de aventura, aprovechando sus paisajes naturales y montañosos.

En resumen, Tupungato ofrece un entorno natural rico y diverso, marcado por su impresionante geografía montañosa, biodiversidad significativa, y un sistema ecológico que es tanto frágil como esencial para sus habitantes y la economía regional.

### **5.2.1. Geomorfología**

El departamento Tupungato se caracteriza por contar con cuatro unidades estructurales, siendo por el oeste: a) la Cordillera Principal y b) la Frontal y por el este: c) las Cerrilladas Pedemontanas y, d) la Depresión de los Huarpes.

La Cordillera Principal se encuentra ocupada en su sector principal por el C° Tupungato, con una altura de 6.570 m/s/n/m, es la montaña más alta al sur del C° Aconcagua y por lo tanto, es el segundo cerro más alto de Mendoza; hacia el este cuenta con importantes ventisqueros, el mayor de los cuales da nacimiento al Río Tupungato.

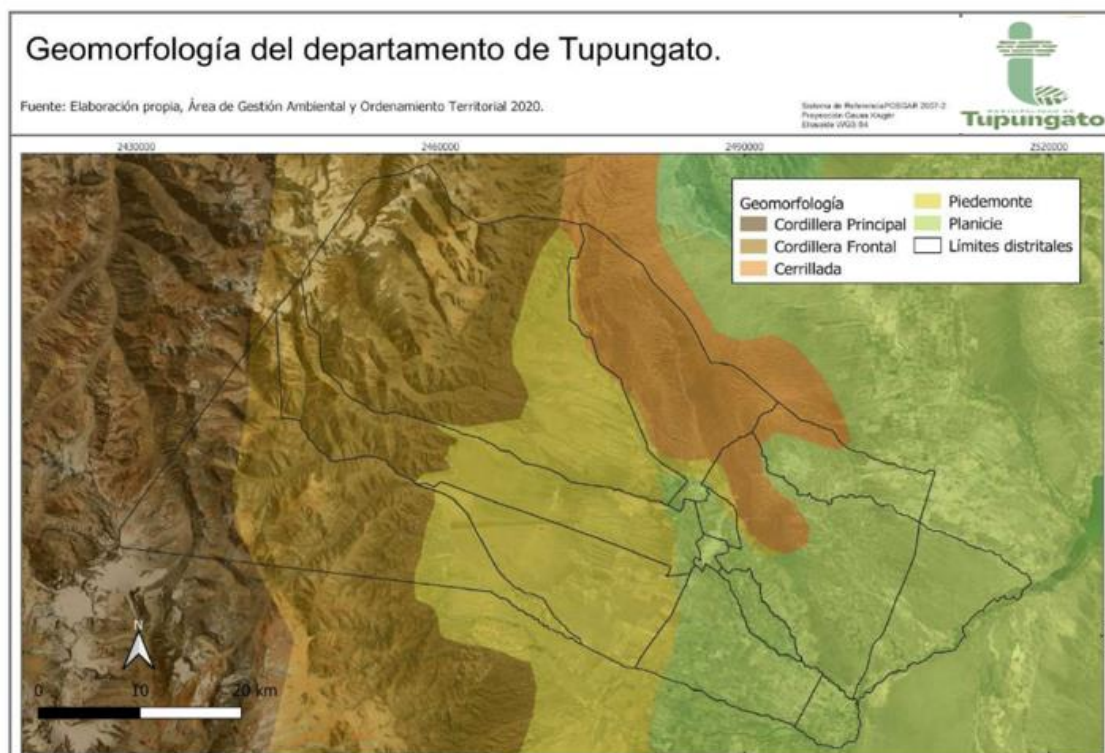
La Cordillera Frontal se manifiesta a través del Cordón del Plata, con alturas que superan los 5.500 m/s/n/m. Hacia el este sobre una planicie de entre 1.200 y 2.400 m/s/n/m, se localizan las Cerrilladas Pedemontanas. Y en la Depresión de los Huarpes se encuentran dos unidades estructurales, el Piedemonte y la Planicie; en esta última es en donde se asienta la mayor parte de la población del departamento.

Del Cordón del Plata descienden cursos permanentes de agua que infiltran en el mismo territorio, tales como los arroyos El Peral, Anchayuyo, Guevara y Alto Verde. El más importante es el Río Las Tunas, tributario del Río Tunuyán.

Hacia el oeste, se observa una sucesión de rocas volcánicas formando el C° Tupungato, bastante gastado, sobrepuesto a una muy antigua planicie. En su cima hay cráteres, lo que confirma que es un antiguo volcán, apagado y profundamente desmantelado, coronado por extensos glaciares.

Durante el Pleistoceno se formaron lenguas glaciares de más de 26 km de longitud, que partían hacia el Norte y el Sur, siguiendo el trazado de los actuales valles fluviales, que en aquel entonces estaban cubiertos por una masa de hielo de cientos de metros de espesor. Estos avances y retrocesos glaciares que cubrieron grandes extensiones quedaron evidenciados en el paisaje, que presenta rastros de erosión y sedimentación, producto de eventos cíclicos a través del tiempo (Informe Ambiental, 2006).

## Mapa N°2 Geomorfología del Departamento de Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial

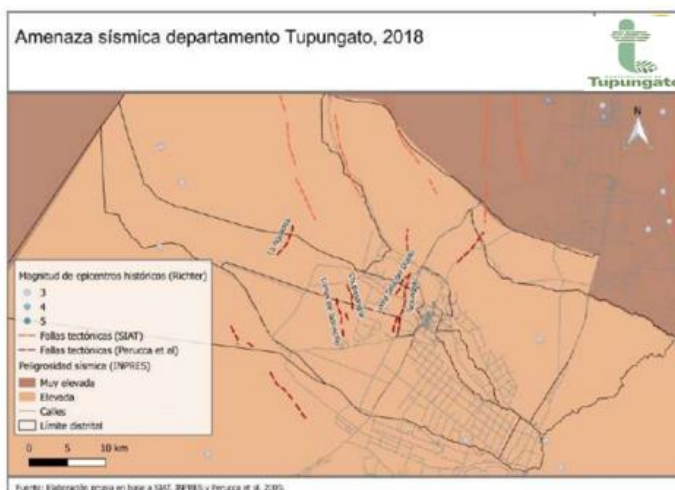
## Geología

El departamento Tupungato posee al oeste una franja longitudinal que acompaña el límite interdepartamental en dirección noreste-sudoeste, bien definida compuesta por sedimentitas marinas pertenecientes al Devónico, Carbonífero y Pérmico. Aunque se caracterizan por un pobre almacenamiento en fisuras y poros residuales (o de disolución en aquellas de origen químico), transfieren agua hacia las cuencas de agua subterráneas adyacentes y dan como resultado algunos manantiales pobres. Coexistiendo con la mencionada formación, se hallan intercaladas rocas ígneas, metamórficas y piroclásticas del Precámbrico al Cuaternario. Estas en general no representan un acuífero, ya que es pobre el almacenamiento en fisuras y la transferencia hacia las cuencas de agua subterránea. Los materiales y los términos piroclásticos potencialmente acuíferos son también pobres en condiciones topográficas favorables.

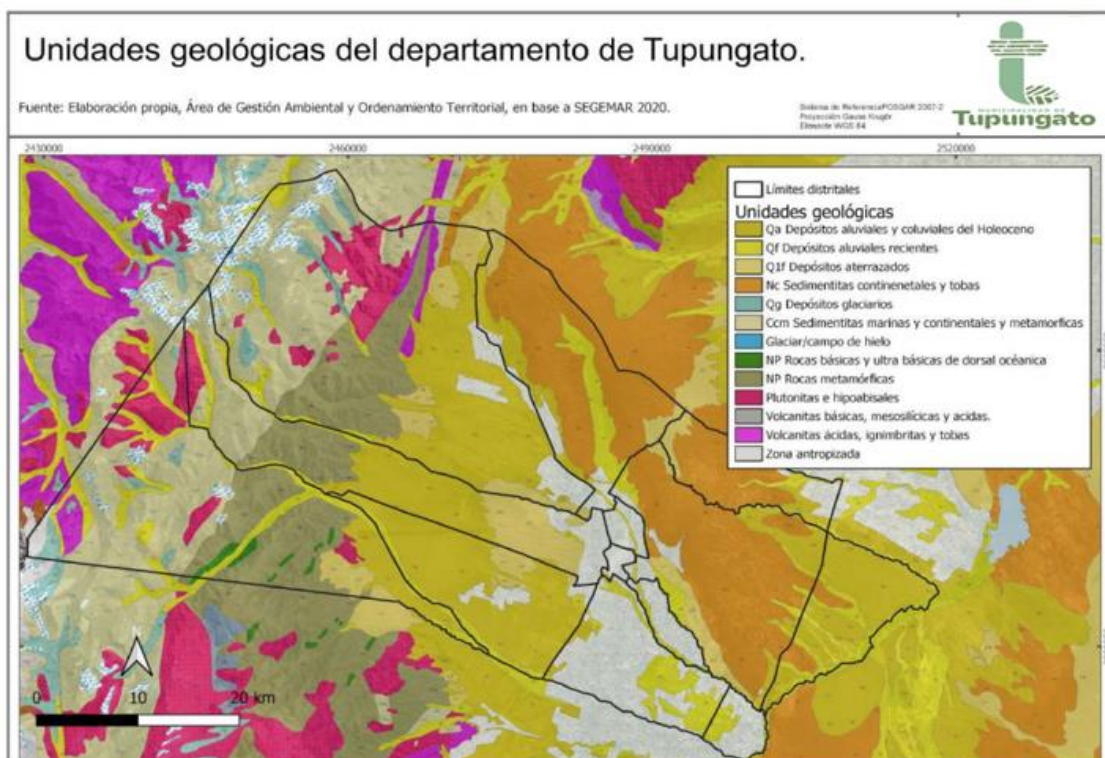
Hacia el este, se localizan en grandes proporciones, los depósitos pedemontanos. A su vez, es para destacar que el Cerro Tupungato es considerado geológicamente un volcán extinto del pleistoceno (Ramos, V. y otros (2010).

Asimismo, Mikkan (2014) indica que se encuentra el Sistema de fallas de La Carrera, el cual es un conjunto de fallas inversas de rumbo norte-sur que margina la montaña y es interpretado como el responsable del levantamiento neógeno de la Cordillera Frontal a estas latitudes.

La falla inversa más oriental del sistema es la llamada Aguadita que con una extensa escarpa de falla nace en la divisoria entre los ríos Mendoza y Tunuyán y corre hacia el sur hasta la desembocadura del río Tunuyán en la llanura donde muere después de extenderse unos 60 km. Y al norte se localiza la conocida falla de Anchayuyo mientras que en el interior de la depresión, también se observan importantes fallas que son evidencias de deformación cuaternaria por reactivaciones del frente montañoso como la falla inversa de Tupungato.



### Mapa N° 3 Unidades geológicas Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial

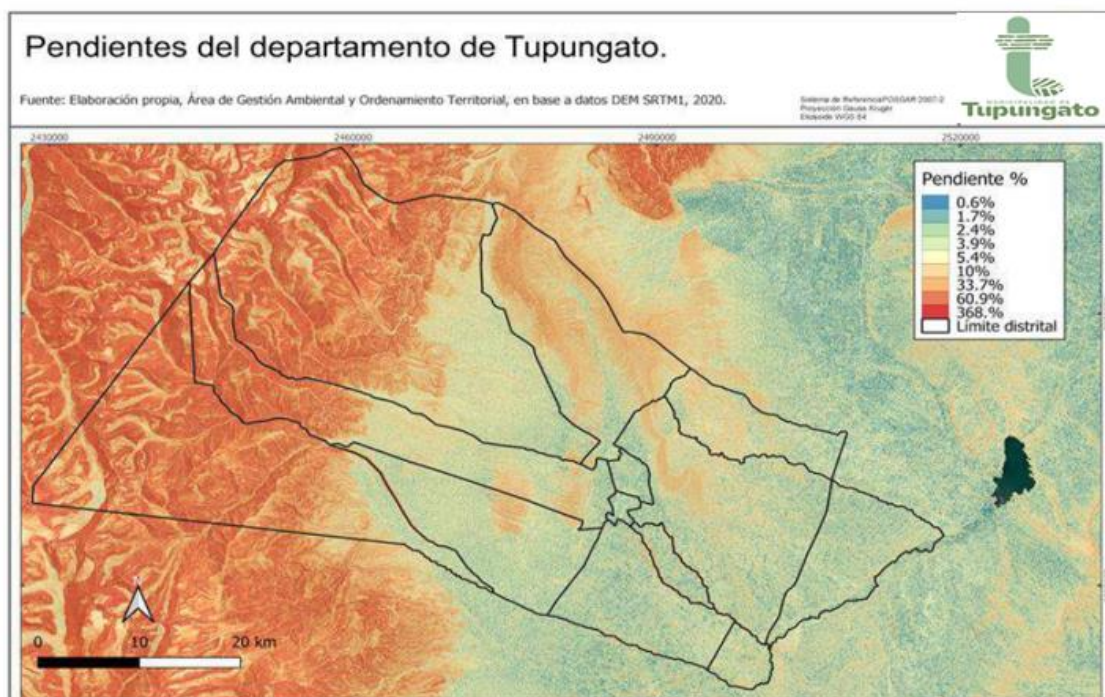
### Topografía

La topografía se representa a través de las curvas de nivel que modelan el territorio tupungatino. Partiendo desde el oeste, las líneas muestran escasa separación entre sí con alturas superiores a 3.000 (msnm) y un diseño enmarañado, debido a que, en el relieve montañoso, la altura modifica la superficie en la corta distancia.

Luego, siguiendo hacia el este, la altura de las curvas va descendiendo hasta los 1.100 (msnm) como también, ampliándose el espacio entre ellas, evidenciando así formas más homogéneas que la anterior. Finaliza con una zona baja en el extremo del sector oriental en donde se produce una depresión que va desde los 1.100 hasta los 850 msnm.



## Mapa N° 5 Pendientes del departamento de Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial

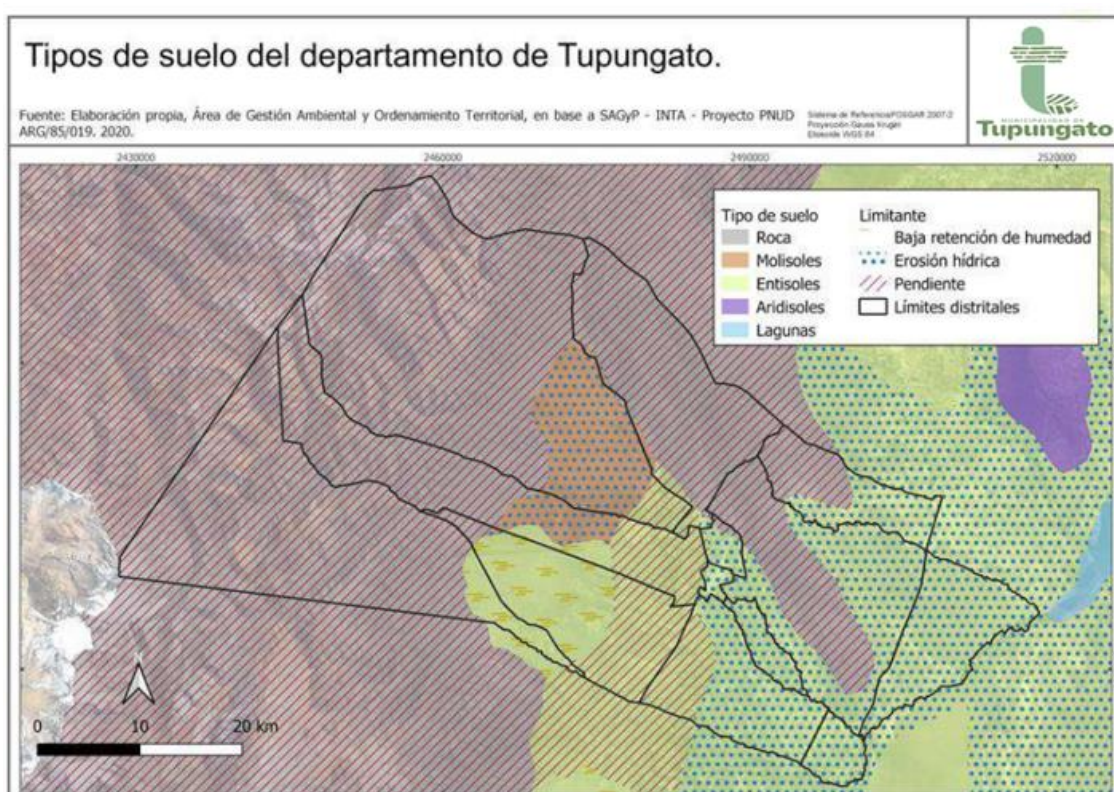
## 5.2.2. Suelos

Los suelos identificados en la zona pertenecen mayormente a los denominados “entisoles”, son suelos que no evidencian o que presentan un escaso desarrollo de horizontes; habiendo los mismos evolucionado en distintos regímenes de humedad, temperatura, vegetación, materiales parentales y edad. Los únicos rasgos comunes a todos los suelos de este Orden son la ausencia virtual de horizontes y su naturaleza mineral. Dado su origen, los del Valle de Uco constituyen suelos exógenos o secundarios, ya que no son producto de la meteorización y edafización in situ sobre el material madre subyacente, sino sobre un regolito alóctono proveniente de la Cordillera Frontal.

Es decir que, en Tupungato, los suelos son de origen aluvional con profundidades variables, desde escasos centímetros a varios metros, predominando los suelos profundos. La materia orgánica es escasa (Regairaz, 1996).

Existen algunas zonas salitrosas en las partes más bajas o con problemas de drenaje.

**Mapa N° 6 Tipos de suelo Tupungato**



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial en base SAGyP-INTA PNUD ARG/85/2019,2020



### 5.2.3. Clima

El conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región hace referencia al clima, que para el caso de Tupungato y la región, se clasifica como continental y se caracteriza por valores de humedad relativa que rondan el 50 % en verano y hasta 70 % en invierno.

En verano las noches son frescas y los días calurosos y las precipitaciones son frecuentes caracterizándose por ser torrenciales y de corta duración sumando que, en algunas ocasiones precipita granizo con los consiguientes daños a la agricultura. En invierno, los días son muy fríos con temperaturas bajo cero y con frecuentes heladas nocturnas, en la alta cordillera las precipitaciones son de tipo nival. Coincidentes con las nevadas en la cordillera ocurre el viento Zonda con ráfagas de gran intensidad, eleva la temperatura y baja la humedad relativa y presión. Esto ocurre desde junio a noviembre y produce trastornos en la relación suelo-agua planta y floración normal en algunos casos.

El promedio anual de lluvias alcanza los 400 mm anuales, lo que causa un déficit hídrico, que es atenuado en gran parte, por el riego. En otoño las temperaturas son benignas, de entre 10 y 16° C, mientras que en primavera son bastantes irregulares.

### Temperatura

En general por la posición geográfica que ocupa el área irrigada del departamento, según la clasificación de la DACC (Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas) se extienden los distritos agroclimáticos 1, 2 y 3, que resultan favorables para el desarrollo de diferentes cultivos debido a que posee menos tiempo de hoja mojada, mayor precipitación y mayor periodo libre de heladas respecto a Tunuyán y San Carlos (DACC, 2004).

Parámetro	Distrito 1	Distrito 2	Distrito 3	Distrito 4	Distrito 5
Evapotranspiración potencial anual (mm)	1.400,0	1.300,0	1.200,0	1.150,0	1.200,0
Precipitación anual (mm)	440,0	420,0	400,0	340,0	300,0
Temperatura máxima anual (°C)	20,5	22,0	22,5	22,5	22,5
Temperatura media anual (°C)	13,7	14,0	14,0	14,0	14,0
Temperatura mínima anual (°C)	7,0	7,0	6,0	6,0	5,5
Temperatura máxima absoluta anual (°C)	39,0	39,0	39,0	39,0	40,0
Temperatura mínima absoluta anual (°C)	-11,0	-10,0	-10,0	-12,0	-12,0
Frecuencia de heladas anuales (días)	50,0	60,0	80,0	80,0	85,0
Periodo libre de heladas anual (días)	220,0	220,0	200,0	190,0	170,0
Humedad relativa media anual (%)	51,0	53,0	55,0	55,0	58,0
Tiempo de hojas mojadas anual (horas)	600,0	1.000,0	1.800,0	1.900,0	1.600,0
Horas de frío anual (horas)	1.900,0	1.950,0	2.050,0	2.000,0	2.150,0
Grados día base 10 (°C)	1.850,0	1.950,0	1.900,0	1.850,0	1.850,0
Grados día base 7 (°C)	2.700,0	2.800,0	2.750,0	2.650,0	2.650,0
Grados día base 5 (°C)	3.300,0	3.500,0	3.400,0	3.250,0	3.300,0
Presión media anual (hPa)	800,0	900,0	920,0	930,0	915,0
Velocidad media de viento anual (km/hs)	8,0	6,0	4,0	8,0	4,0
Heliofanía media anual (horas)	7,9	8,0	8,1	8,1	8,0
Radiación global media anual (mj/m2/día)	17,0	17,0	17,5	17,5	17,5

Fuente DAPC



Figura 1.7: Climograma de Tupungato, elaboración propia en base a datos de DACC.

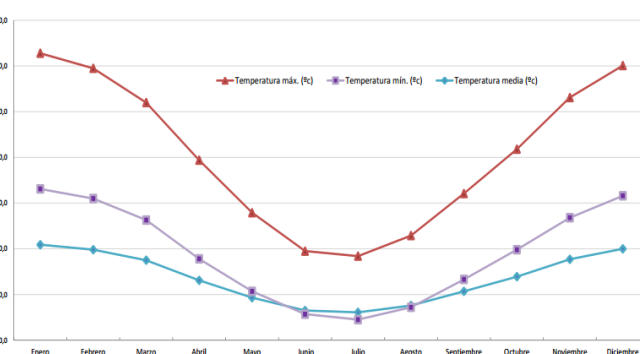
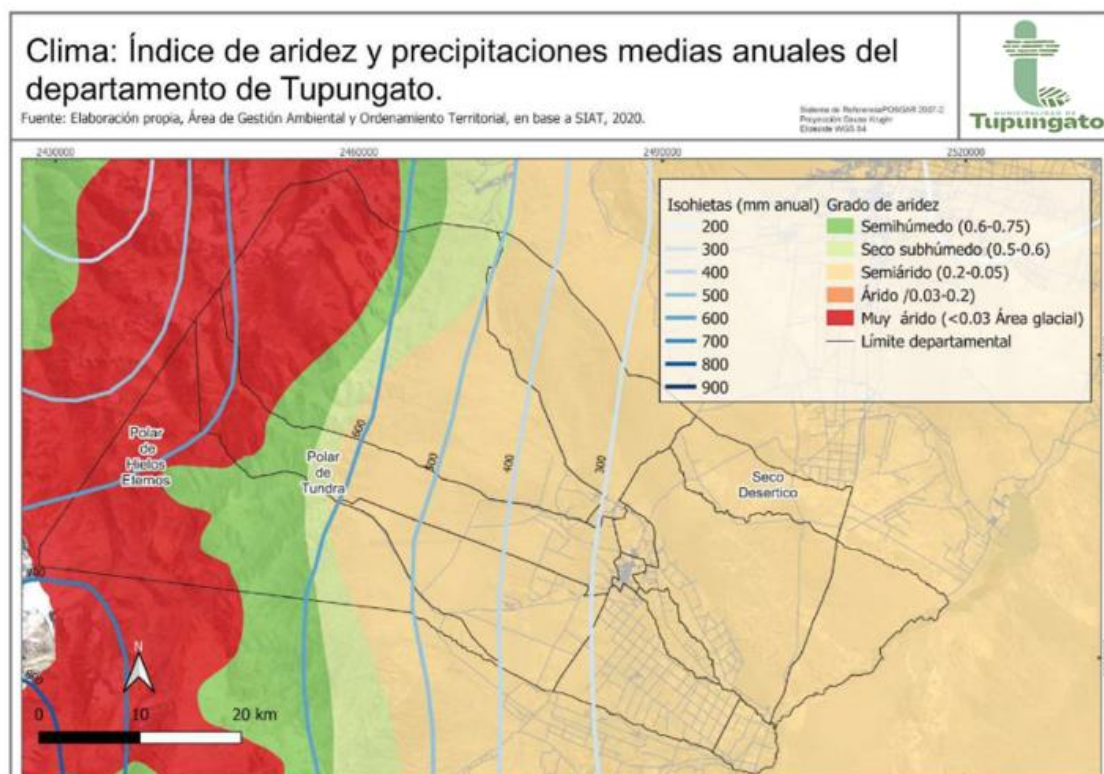


Figura 1.8: Temperatura mensual y anual en Tupungato, elaboración propia en base a datos de DACC.

### Mapa N°7 Índice de Aridez y precipitaciones medias anuales Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial en base SIAT

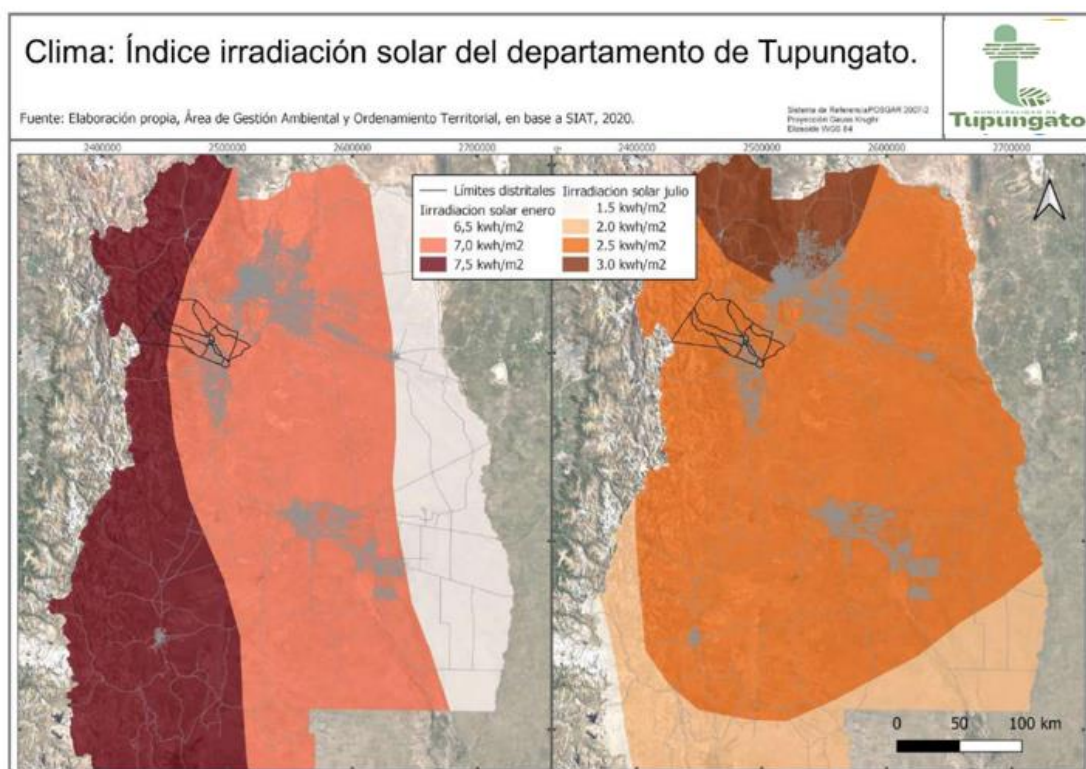
### Radiación solar

La radiación solar en la provincia de Mendoza es homogénea a nivel general por ser considerada dentro de la zona templada seca de Argentina, aquí los altos niveles de heliofanía y de amplitud térmica, los niveles de irradiación superiores a las medias

nacionales y la cantidad de días diáfanos convierten a la provincia en una zona de muy alto potencial para la generación de energía solar renovable.

Como puede notarse en la figura 1.9, durante los meses estivales se duplican y hasta triplican los Kwh/m<sup>2</sup> a comparación de los más fríos. En el caso del departamento de Tupungato presenta niveles intermedios de irradiación durante el año (7 kwh/m<sup>2</sup> en enero y 2,5kwh/m<sup>2</sup> en julio) en relación con el nivel provincial.

### Mapa N°8 Índice de irradiación solar Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial en base SIAT

## **5.2.4. Hidrografía general**

### **Agua Superficial**

Existen dos cauces principales que recogen las aguas a partir del Cerro Tupungato, hacia el Norte el Río Tupungato y hacia el Sur el Río Tunuyán; a estos se suman el río Las Tunas y el Arroyo Anchayuyo, que drenan las aguas de la Cordillera Frontal hacia el Este, desembocando en el río Tunuyán en el Valle de Uco.

Por un lado, el río Tunuyán desde su ingreso a la cuenca del Valle de Uco, en un tramo de aproximadamente 18 km, infiltra aproximadamente el 14 % del agua que ingresa, recargando así los acuíferos. En dicho tramo recorre la zona de acuífero libre, mientras que al pasar a zona de acuíferos confinados cambia su función, comenzando a actuar como drenaje de la napa freática, recibiendo a su vez aportes de varios arroyos que actúan de igual forma, de manera que a su egreso de la subcuenca Superior, a partir de la localidad de Zapata, el caudal del Río Tunuyán es algo mayor que a su ingreso a la misma, aunque sufre cierto deterioro en su calidad, consecuencia de la recolección de agua freática. Cabe aclarar que el río Tunuyán constituye prácticamente la única influencia de la cuenca, aparentemente sin que haya flujo subterráneo saliente, conduciendo el caudal que ingresa hacia el dique embalse El Carrizal.

Por otro lado, el río de Las Tunas es el más importante de Tupungato, nace en las estribaciones del Cerro Negro, luego recibe al Arroyo Yesera y otros aportes menores; en la zona de confluencia se suma al río Santa Clara formado por los Arroyo Cortadera y los de las quebradas Norte, del Medio y del Azufre. Desde las tres quebradas con rumbo sudeste 20 km, desde la confluencia 10 km. en adelante se localiza el dique derivador Río de Las Tunas que mediante una red de canales que se utiliza para distribuir el agua, se irriga gran parte del departamento. Desde el Cordón del Plata, descienden cursos de agua permanente como los arroyos: Guevara, Alto Verde, Chupasangral, Morteros, El Molino, La Carrera, Negro, Miranda, La Loma, El Arenal, La Arrinconada, Agua de Jarillas, Las Cuevas que desaguan algunos al Guajardino y otros al Anchayuyo, que forman el arroyo La Estacada. El río Las Tunas, junto con los arroyos que ingresan por el oeste a la cuenca Superior, suman un caudal promedio de alrededor de 17 m<sup>3</sup>/s, estimándose que se infiltra en zona de acuífero libre un 56 % del mismo.

### **Principales ríos y arroyos**

<b>RÍO O ARROYO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Arroyo Anchayuyo	Principal colector de aguas del sector norte del departamento, atravesándolo de norte al sureste, desembocando en el Río Tunuyán, recibiendo el nombre La Estacada. Nace a los 2.400 mts. de altura en las estribaciones del Cerro del Plata y la Precordillera, conocida como Punta de Loma, dirigiéndose hacia el Sur y luego tomando dirección sureste. Este arroyo cumple dos funciones principales: ser colector de los arroyos de la cordillera, con excepción del río de Las Tunas y de distribuidor de aguas para riego por las obras realizadas por los regantes y del I.C.A.T (Inspección de Cauces Asociados Tupungato). Su caudal medio es de 3 m <sup>3</sup> /s.
Arroyo Negro	Se localiza al nordeste del departamento, en el distrito de La Carrera, formando parte de la cuenca del A° Anchayuyo. Nace en los deshielos del Cordón del Plata, a los 4.500 mts. de altura. Su orientación es de noroeste a sureste, con crecientes en veranos y sus partes superiores congeladas en invierno. Sus aguas son utilizadas para riego, uso animal y humano. Su extensión es de 18 km.
Arroyo Guevara	Localizado al noroeste del departamento, en el distrito La Carrera, al sur del A° Negro. El Arroyo se une al negro 2 km. antes de su desembocadura en el Anchayuyo. Sus aguas son utilizadas para riego, consumo humano y animal.
Río La Carrera	Se ubica al norte del Arroyo Chupasangral. Nace en las estribaciones del Cordón del Plata, al pie de los glaciares, su orientación es de oeste a noroeste al sur-sureste, su extensión es de 30 km. Es un arroyo de aguas permanentes, las cuales son aprovechadas para riego, consumo humano y animal.
Arroyo Chupasangral	Es el principal tributario de la cuenca del Anchayuyo, el de mayor caudal y longitud que supera los 40 km. Nace en las estribaciones sureste de la Cordillera del Plata, su orientación es de oeste-noroeste al este-sureste. Sus aguas son utilizadas para riego, uso humano.
Arroyo Agua de La Jarilla	Se ubica al norte del río de Las Tunas.
Tres Quebradas (Del Medio, Del Norte y Azufre)	Se ubica a 55 km de la Ciudad de Tupungato y a 20 km del Puesto Santa Clara. Desde las Tres Quebradas el camino se divide en dos, uno se dirige a la quebrada del Medio, donde se construyó un refugio, en dicho lugar se unen los arroyos provenientes de las quebradas del Norte de la vertiente sur del Cordón del Plata, la del Medio con aguas de los deshielos del cerro Santa Clara y la del Azufre, llega al sector sur de ese cerro y el del Azufre. Las Quebradas del Medio y del Norte son aptas para desarrollar pistas de esquí.
Quebrada de Las Cortaderas	Localizado al Oeste del Distrito Santa Clara. Su régimen de alimentación es nival durante todo el año, su recorrido es

	aproximado de 12 km.
Río Las Tunas	Principal colector de aguas del sector sur.
Arroyo Las Rosas	Es afluente del Río Las Tunas, se encuentra en la margen derecha (Sur), del curso medio, de 15 km aproximadamente.
Arroyo Novillo Muerto	Localizado en el sur del distrito Santa Clara y desemboca en el arroyo Las Rosas. Es un arroyo de montaña con pendiente pronunciada. Sus aguas son utilizadas para uso humano y conforman una red de riego, con otros arroyos.
Arroyo Guajardino	Es un colector de una red de arroyos menores. Desemboca 5 km. aguas abajo en el Anchayuyo.
Arroyo El Salto	Nace en la ladera Oeste y Sur del Cordón del Plata, su extensión es de 15 km., es afluente del Río Tupungato en su margen derecha.
Arroyo Piedras Blancas	Desemboca en el Río Tunuyán, su recorrido es de 15 km., su curso es seco, casi todo el año, sólo lleva agua en épocas de lluvia.
Arroyo Seco de La Piedra Colorada	Localizado en el sector norte del distrito Anchoris donde tiene sus nacientes y el distrito Ugarteche del departamento de Luján de Cuyo, su dirección es de Oeste Este, su recorrido es de 12 km., desembocando en el Río Tunuyán.

### Mapa N° 9 Red Hídrica Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Desarrollo territorial en base datos ING y relevamiento municipal 2020

El agua de este sistema de arroyos y vertientes se incorpora de manera subsuperficial o superficial al Río Tunuyán, o bien es utilizado para satisfacer demandas de riego y otros usos. Desde el dique derivador Valle de Uco, cabecera del sistema, se abastecen canales hacia ambos márgenes, los que conducen y distribuyen una alícuota del caudal total del Río Tunuyán, mientras que el resto del agua es destinada para ser aprovechada en el área de influencia del Tunuyán Inferior, es decir, al este de Mendoza.

Según Chaca (1941:30), las aguas de esta región son de una gran pureza porque recorren sobre granito, grauvaca, pizarras micáceas y por la pendiente árida y la escasa vida animal es mínimo el aporte de materia orgánica. Efectivamente, cada una de las diferentes fuentes de agua superficial que ingresan a la cuenca, ejercen un efecto hidroquímico distinto sobre las características del agua subterránea en su área de influencia.

En general, se puede asegurar que el agua bombeada en cualquier punto de la cuenca es de muy buena a buena calidad para la agricultura, e incluso para el consumo humano, Informe Ambiental (2006:44). Los afluentes del río del Tunuyán Superior aportan sus aguas desde el oeste; sus regímenes son de tipo nival, presentando caudales crecientes desde la primavera al verano y decrecientes hacia el invierno.

Todos los cauces de la cuenca tienen sus áreas de recolección o de recepción de sus aguas en la Cordillera Frontal y poseen caudales permanentes al ingresar a la cuenca sedimentaria, aunque el único que mantiene un flujo superficial continuo en todo su recorrido en ella, es el Río Tunuyán. Parte de los arroyos antes mencionados insumen la totalidad de sus caudales a poca distancia de su punto de ingreso, al infiltrarse sus aguas a través de formaciones de material altamente permeable; los restantes son afectados a diferentes usos, especialmente al riego agrícola. Sin embargo, todos contribuyen con las infiltraciones en sus lechos a recargar los acuíferos.

En el oasis la actividad humana se afirma en el riego sistematizado, aprovechando los ríos formados por el derretimiento de las nieves cordilleranas, complementándose con el aprovechamiento del agua subterránea. (Informe Ambiental- Mendoza 2006).



*Imagen 1.1: Arroyo Anchayuyo en lluvia estival, (Enero, 2014), foto de Fernández, L.*

La cuenca del Tunuyán Superior posee una extensión de 3.200 km<sup>2</sup>. El acuífero posee un espesor promedio de 200 mts., pudiendo extraerse en forma rentable 4.800 hm<sup>3</sup> (Departamento General de Irrigación de Mendoza, 2006). El agua almacenada en la zona riega en forma integral 15.000 ha. La profundidad media oscila entre los 80 y los 250 mts. de acuerdo a la naturaleza del acuífero. En las fracciones bajas (cota 800 mts.) los pozos surgentes y semisurgentes son frecuentes por el artesianismo. La profundidad media de explotación varía por cuenca y por tipo de acuífero (libre o confinado). En la cuenca del río Tunuyán la principal recarga se debe al riego y al río del mismo nombre y la profundidad varía entre 80 y 200 mts. de profundidad (Gobierno de Mendoza, 2003). Grandes extensiones regadas con agua subterránea en el oeste de la cuenca han desencadenado un proceso de salinización por sobreexplotación en el nivel medio (Van den Bosch, 2008:5).

## Glaciares

Los glaciares se definen según Ley Nacional N° 26.639<sup>1</sup> como toda masa de hielo perenne estable o que fluye lentamente, con o sin agua intersticial, formado por la recristalización de nieve, ubicado en diferentes ecosistemas, cualquiera sea su forma,

---

<sup>1</sup> Ley 26.639/2010 de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial.



dimensión y estado de conservación. Están constituidos por el material detrítico rocoso y los cursos internos y superficiales de agua. Asimismo, se entiende por ambiente periglacial en la alta montaña, al área con suelos congelados que actúa como regulador del recurso hídrico. En la media y baja montaña el área que funciona como regulador de recursos hídricos con suelos saturados en hielo. La presencia de glaciares en el territorio es de gran importancia ya que representa una reserva estratégica de recursos hídricos para el consumo humano; para la agricultura y como proveedores de agua para la recarga de cuencas hidrográficas; para la protección de la biodiversidad; como fuente de información científica y como atractivo turístico. Los glaciares constituyen bienes de carácter público.

En los Andes Centrales, provincias de San Juan y Mendoza, se encuentra la segunda región en cuanto a superficie de glaciares, con aproximadamente el 31% (1.767 km<sup>2</sup>), pero es la primera en cuanto a la cantidad de glaciares con el 50% (8.076 unidades). Los diez glaciares más grandes superan los 10 km<sup>2</sup> y el glaciar de mayor tamaño es el Tunuyán con 57 km<sup>2</sup>, el cual está ubicado en la cuenca del río Tunuyán, provincia de Mendoza.

Esta región se caracteriza por la diversidad de cuerpos de hielo, ya que pueden encontrarse todos los tipos de glaciares. Son muy frecuentes los glaciares cubiertos y es una de las zonas con mayor densidad de glaciares de escombros del mundo. El tipo de geoforma más representativa en cuanto a superficie ocupada es la de glaciar descubierto con el 39% seguida por la de glaciar de escombros con el 31%, glaciar cubierto con glaciar de escombros con el 15%, glaciar cubierto con el 11% y manchón de nieve con el 4%. Al sur de 33,5° S, en las cuencas ubicadas al oeste en la Cordillera Principal, predominan los glaciares descubiertos y cubiertos. La subcuenca del río Tupungato en la cuenca del río Mendoza y la subcuenca del sector norte del río Tunuyán en la cuenca del río Tunuyán son las que poseen la mayor superficie con hielo descubierto, con el 20% del total cada una. Los glaciares de montaña son los más numerosos con un 75%, mientras que los de valle representan el 25% restante. En las cuencas ubicadas hacia el este predominan en general las categorías de glaciar de escombros y de glaciar cubierto con glaciar de escombros. Las orientaciones predominantes de todos los tipos de glaciares en conjunto son sur y sureste.

En los departamentos Tupungato junto con Luján de Cuyo, se concentra la mayor cantidad de glaciares de la provincia. La composición de glaciares en cuanto a los tipos, se evidencia en una predominancia de glaciares descubiertos, los más grandes tienen un promedio de 2,5 km<sup>2</sup> de superficie.

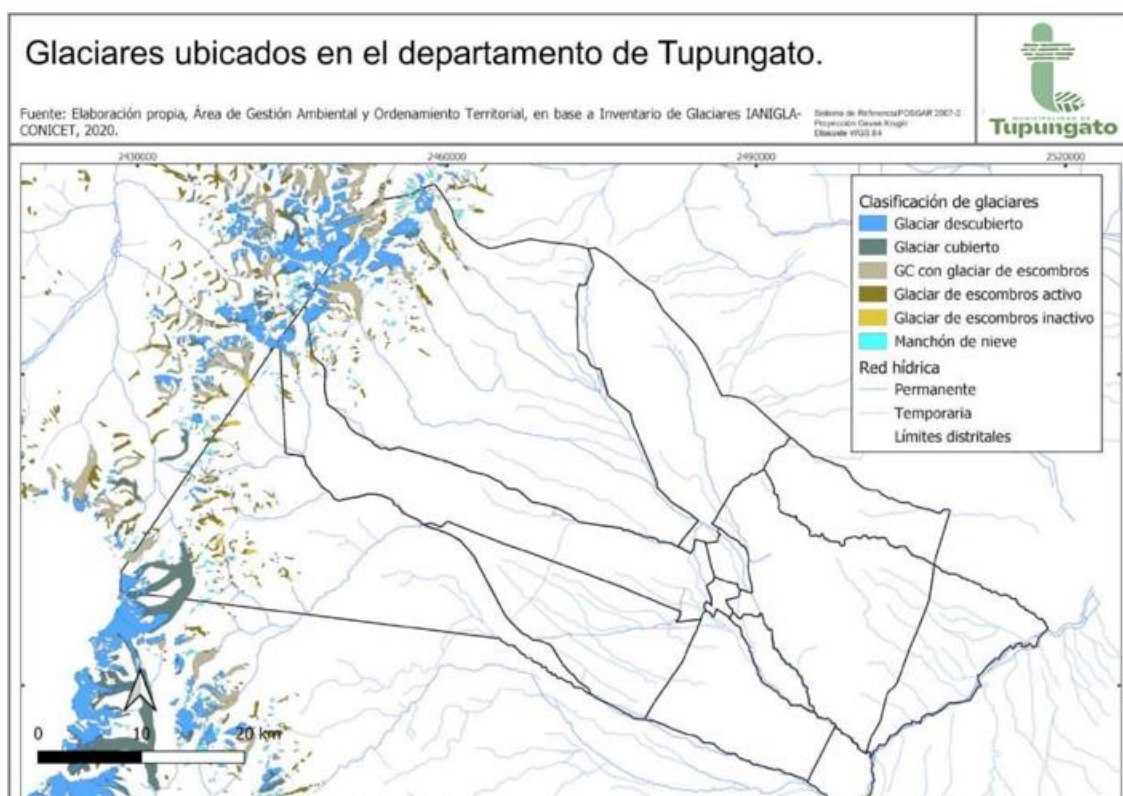
Luego se encuentran los glaciares con escombros, donde los mayores tienen un promedio de 3,6 km<sup>2</sup>; Cubiertos baja en cantidad pero al sur del departamento se encuentra uno 16 km<sup>2</sup>, los restantes oscilan entre 0.1 y 0,4 km<sup>2</sup>; Por último, los glaciares de escombros activos, inactivos y manchones de nieve no alcanzan al km<sup>2</sup>; Por último,

los glaciares de escombros activos, inactivos y manchones de nieve no alcanzan al km<sup>2</sup> (0,1 a 0,8 km<sup>2</sup>).

Tipo de glaciar	Cantidad	Km2 totales
GD: Glaciar descubierto	44	47,95
GCGE: GC con glaciar de escombros	18	19,71
GC: Glaciar Cubierto	19	17,62
GEA: Glaciar de escombros activo	194	15,94
MN: Manchón de nieve	149	6,05
GEI: Glaciar de escombros inactivo	36	3,50

Tabla 1.3: Caracterización de glaciares. En total suman 110, 8km<sup>2</sup> según el inventario (2010) realizado por el IANIGLA, CONICET.

### Mapa N° 10 Glaciares ubicados en Tupungato

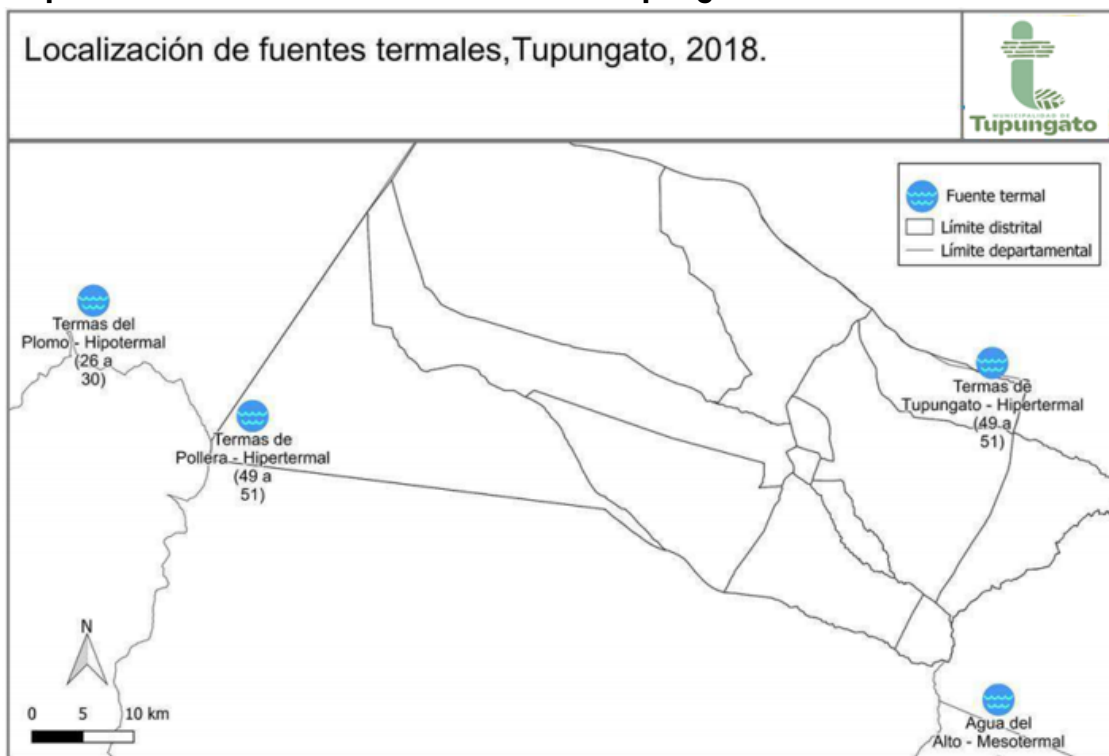


Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial en base IANIGLA CONICET 2020

## Agua Termal

Las aguas termales existentes en el subsuelo de Los Cerrillos fueron descubiertas en la década de 1940, cuando la Empresa YPF analizaba la zona en búsqueda de petróleo y de manera fortuita encuentra este recurso, el cual se explota en los pozos T19 y T10 de dicha empresa, y fue aprovechado por trabajadores y también, por la sociedad y turismo de esa época (Maslup, 1988). Posteriormente, se abandona por diversos problemas de manejo del recurso y gestión.

### Mapa N°11 Localización de fuentes termales, Tupungato 2018

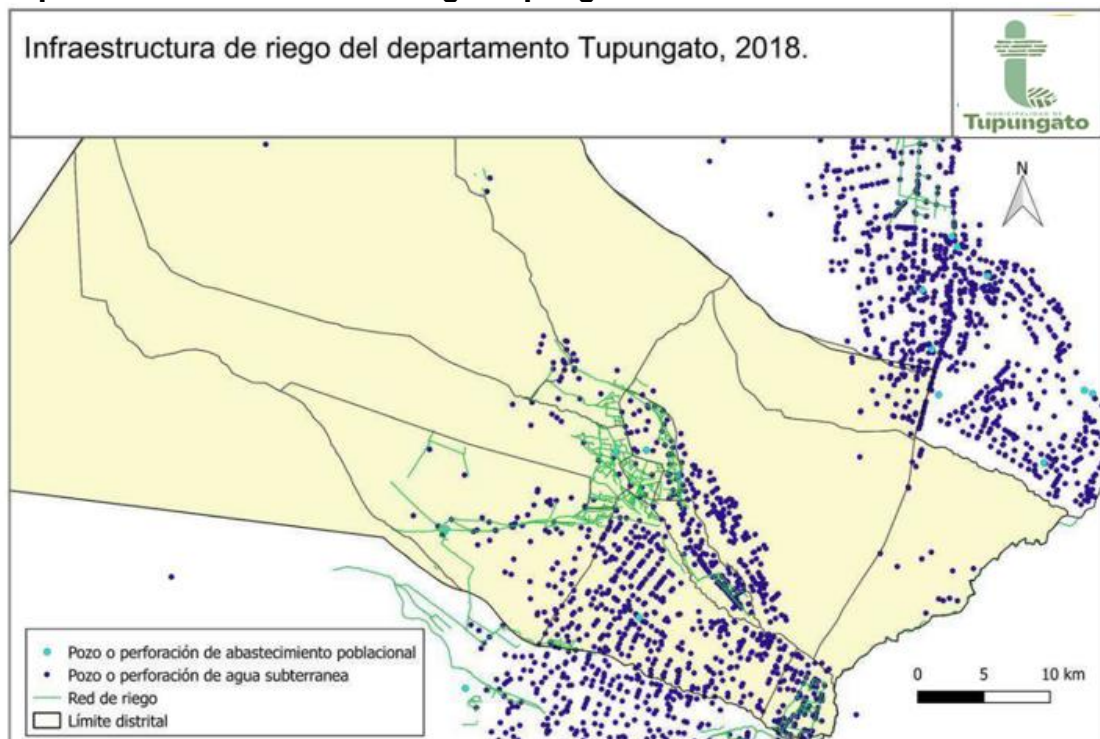


Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial en base SIAT2018

## Agua Subterránea

El recurso hídrico subterráneo es un bien muy valorado y explotado, principalmente por la actividad agrícola en sus diversos sectores. Asimismo, en menor medida se utiliza como complemento del riego superficial y como provisión de agua a la población. Los acuíferos han sido aprovechados por los productores desde los inicios de esta actividad económica y con ello, ha aumentado la demanda para el riego de la superficie productiva histórica, pero también se ha sumado, la cuota necesaria para los nuevos emprendimientos productivos en el piedemonte, que suele provocar disminución de oferta en las cuencas media y baja del departamento.

### Mapa N°12 Infraestructura de Riego, Tupungato 2018



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial en base DGI

## 5.2.5. Vegetación-biomas

### Flora

En el departamento se manifiestan tres tipos de coberturas, las que varían en función de la geografía reinante, así en el extremo oeste, se halla una franja sin vegetación correspondiente al Desierto Andino; sigue al este en gran parte del Cordillera Frontal y las Cerrilladas donde la vegetación se manifiesta en el 75%; luego al oriente de ésta la presencia de flora disminuye alcanzando al 50%. Asimismo, queda expuesto que la zona de mayor altura y cobertura vegetal posee también el mayor grado de peligro de desertificación, mientras que en el resto del espacio es moderado, siempre y cuando se mantenga el equilibrio del ecosistema.

### Vegetación nativa

La vegetación autóctona predominante en las llanuras corresponde a una estepa arbustiva representada fundamentalmente por dos especies de jarilla, *Larrea divaricata* y *Larrea cuneifolia*. Los bosques naturales están constituidos principalmente por *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*, que puede alcanzar los 10 mts. de altura. Otro tipo de vegetación bien representada en las zonas bajas son las especies psamófilas como algunas de los géneros *Gomphrena*, *Portulaca*, *Ibicella*, etc.

Las comunidades halófilas cubren grandes extensiones en las cuencas endorreicas, dominadas por *Frankenia juniperoides* y *Limonium brasiliensis*.

También se puede encontrar *Bulnesia retama* (retamo) y *Chuquiraga erinacea* (uña de gato).

En la zona montañosa la vegetación está sujeta a la altitud, pero tanto en la cordillera como en el piedemonte se presentan comunidades arbustivas



Imagen 1.2: Especies de flora nativa. Fuente: Extraído de Fernández, L. (2015)

y de pastizales de gramíneas, de poca extensión, utilizadas como campos de veranadas para alimentar al ganado. Asimismo, en las quebradas se observa la presencia de vegas y mallines.

### **Vegetación urbana**

Se refiere a la vegetación implantada por el hombre que se localiza fundamentalmente en el área del oasis y se constituye por espacios verdes y arbolado. El crecimiento inicial de las áreas urbanas ha tenido como resultado, la disminución de la cobertura vegetal autóctona.

En las zonas urbanas se puede observar tanto vegetación autóctona como introducida. Dado que existen áreas de transición entre las edificaciones, lotes baldíos y sectores que han quedado sin alteración antrópica. Es decir, se ha constituido un entramado semi-urbano muy diverso en cuanto a vegetación. Asimismo, existe una gran cantidad de especies forestales implantadas de origen exótico.

La OMS recomienda que una comunidad para ser saludable debe contar con espacios verdes en una proporción de 9 mts<sup>2</sup> por habitante, ya que su cercanía e interacción brinda beneficios ambientales y sanitarios a la población. Con 33 espacios verdes marcados en el departamento, suma un total de 205.023,86 mts<sup>2</sup> de espacios verdes (comprendiendo plazas, plazoletas, bulevares y arbolado público), lo cual presenta por lo tanto a 5,35 mts<sup>2</sup> por habitante, cifra inferior a la recomendada por el organismo internacional, sin embargo, cabe aclarar que sólo se han contabilizado rotondas, plazas y bulevares, cuando el departamento cuenta con amplios espacios naturales y rurales que otorgan una excelente calidad ambiental, aunque se reconoce la necesidad de aumentar los espacios públicos y recreativos.

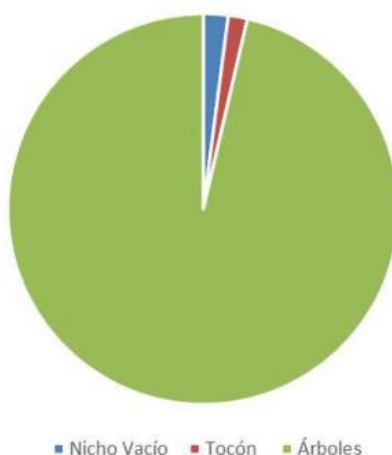
### **Arbolado Público**

Se considera que las distintas especies arbóreas ubicadas en los centros urbanos, en dominios públicos se denominan con el término 'Arbolado Público'. Los árboles en las ciudades suministran beneficios esenciales para el desarrollo y bienestar de la sociedad, ya que son proveedores de servicios ambientales. A su vez, proporcionan servicios culturales importantes (Urcelay et al., 2012).

El arbolado público es un patrimonio natural y su manejo corresponde a una política de estado. Por ello, en muchos países del mundo, y entre ellos varios latinoamericanos, se ha generado una tendencia encaminada al reconocimiento de los beneficios ambientales que se obtienen con el buen manejo de los árboles en las ciudades, áreas metropolitanas y cabeceras municipales. La cobertura arbórea es un componente esencial de planificación en la construcción de la infraestructura urbana (Tovar Corzo, 2013). Reviste gran importancia para los centros urbanos de la provincia, lo cual implica que la sostenibilidad de este recurso en el tiempo sea una temática

de gran interés. Tanto el manejo de este, como su estado fitosanitario son aspectos primordiales que estudiar para el mantenimiento de este recurso en el tiempo.

Desde el año 2.010, Tupungato realiza relevamientos de arbolado. En el 2018 se efectuó un nuevo relevamiento para constatar la infraestructura colindante a la planta viaria y conocer el estado de los espacios de plantación en la Ciudad de Tupungato. Algunos datos arrojados por este estudio, permitió reconocer que existen aproximadamente 7.500 ejemplares.



*Figura 1.17: Datos relevamiento de arbolado público del departamento de Tupungato (2018)*

Las variables que se evaluaron están relacionadas al estado del entorno próximo de los árboles como el nicho, la cuneta y/o la vereda. Asimismo, se identificó si estaba seco, si presentaba algún grado de inclinación, o si mostraba algún tipo de atadura, estrangulamiento o perforación con elementos punzantes como por ejemplo clavos. Otro aspecto importante es reconocer las especies arbóreas que se encuentran actualmente establecidas en el arbolado. Las mismas se detallan a continuación: en su mayoría se observa ejemplares de "arce" *Acer negundo*, le siguen los "fresnos americanos" *Fraxinus pensylvanica*, con menor presencia "fresnos europeos" *Fraxinus excelsior*, "moreras" *Morus alba*, "acacias" *Acacia visco*, de Constantinopla *Albizia julibrissin*, entre otras. Además, se identifican olmos, catalpas, paraísos, liquidámbar, crespones, etc.

Para el establecimiento de especies concernientes al arbolado público, se ha contemplado una selección de forestales en función a su adaptabilidad, y a los recursos básicos necesarios para su desarrollo.

Es importante mencionar que en el periodo invernal se recambian aproximadamente entre 250-300 forestales por año. De esta manera se trata de promover acciones tendientes a posibles escenarios frente al Cambio Climático. Asimismo, se deberá

actualizar la información y planificar nuevas perspectivas con acciones concretas que mejoren la situación actual.

El Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial, mediante Espacios Verdes y Arbolado Público es el ente municipal que se encarga de efectuar erradicaciones, extracción de tocones, nuevas plantaciones, replantaciones, poda, cuidados fitosanitarios, riegos, acondicionamiento de los sitios de plantación y demás prácticas culturales vinculadas al mantenimiento y preservación del arbolado urbano del departamento de Tupungato. Así como también es el espacio de reclamo donde se asesora al ciudadano técnicamente y en los procedimientos administrativos para solicitar todo tipo de accionar vinculado a mencionada Área.

### **Riego**

Dada la escasez del recurso hídrico para la vida en zonas áridas un aspecto esencial será mejorar la infraestructura de riego, logrando mayor disponibilidad e infiltración de agua, asociado a un eficiente sistema de conducción, en convivencia armónica dentro del ecosistema, natural o urbano, donde se encuentre el sitio de plantación.

El riego del arbolado viario de Tupungato presenta diversas dificultades, tanto en disponibilidad hídrica como en la distribución. Se realiza a partir del suministro de cupo planificado por I.C.A.T. (Inspección de Cauces Asociación de Tupungato), es decir, el agua pertenece a los regantes asociados, de manera que, durante el traslado del recurso de un sector regadío a otro se permite su utilización.

El cauce que aporta el recurso hídrico es el Arroyo Chupasangral a partir del dique derivador Sauce. Se da lugar a una red de riego para el arbolado en zonas urbanas. A continuación, se detallan las áreas beneficiadas: B° Mitre y Villa Magela, calle Uruguay B° Los Nogales, B° Martín Fierro, B° Urquiza, B° Presidencia III. En la zona céntrica, el agua discurre por calle Mosconi y se deriva por calle Belgrano aguas abajo con dirección a calle Asistente Ubilla.

En la zona norte a partir de desagües se suministra agua en el B° Aero Club, debería distribuirse de manera más eficiente debido al crecimiento residencial que se observa en la zona.

### **Espacios Verdes**

La importancia de la vegetación en territorios áridos es fundamental para el desarrollo del planeamiento urbanístico. Como fuente de mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, los parques, jardines o el arbolado actúan como pulmones que contrarrestan el efecto de las "islas de calor" y que además son lugares para el ocio, esparcimiento y recreación generando innumerables beneficios aparte de las funciones ornamentales y paisajísticas. Tanto la vegetación autóctona como la introducida constituyen el entramado verde en las zonas urbanas y semi-urbanas del



departamento teniendo en cuenta principalmente a las arboledas viarias y los espacios verdes.

Las actividades que se efectúan desde el área son de mantenimiento de césped, riego, limpieza, colocación de plantas ornamentales arbóreas, arbustivas y con flores. En algunos casos se coopera en tareas de remodelación de estos espacios.



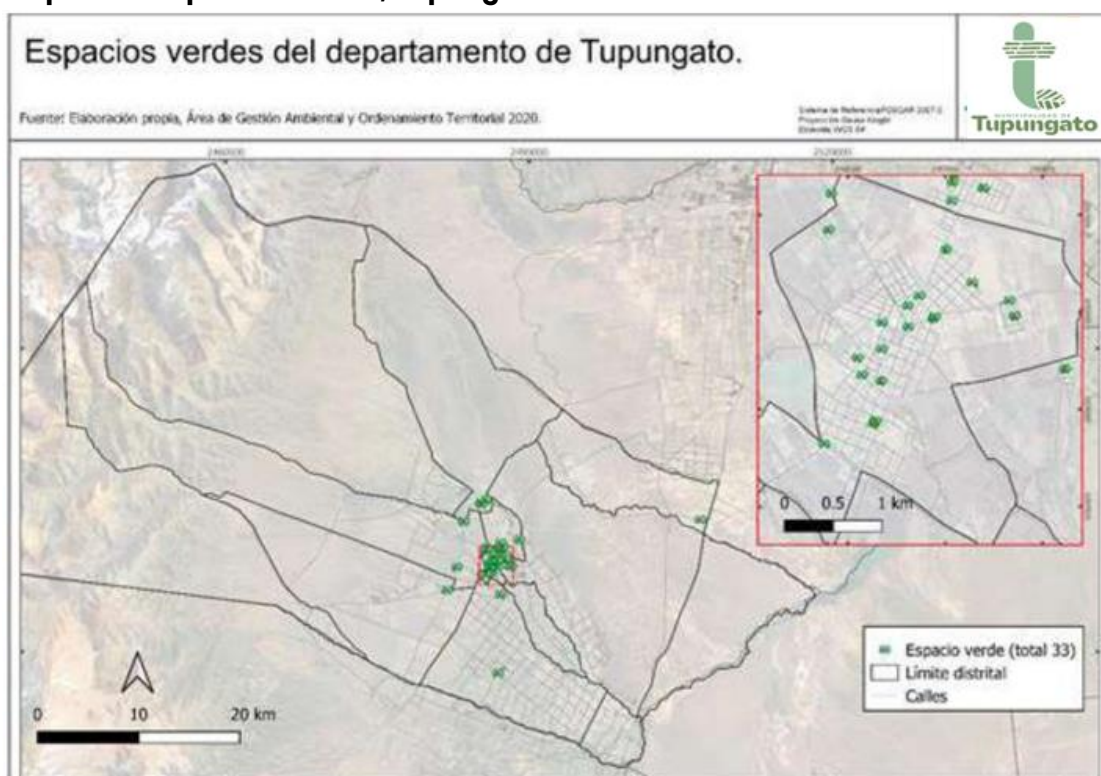
Imagen 1.3: Plaza departamental Gral. San Martín. Fuente: Municipalidad de Tupungato

Para abastecer hídricamente estos espacios se utilizan diversos

procedimientos: riego a manto con uso de agua de turno o mediante tanques regadores, con o sin manguera; en otros casos el espacio está equipado con sistema de riego presurizado, con aspersión o por goteo.

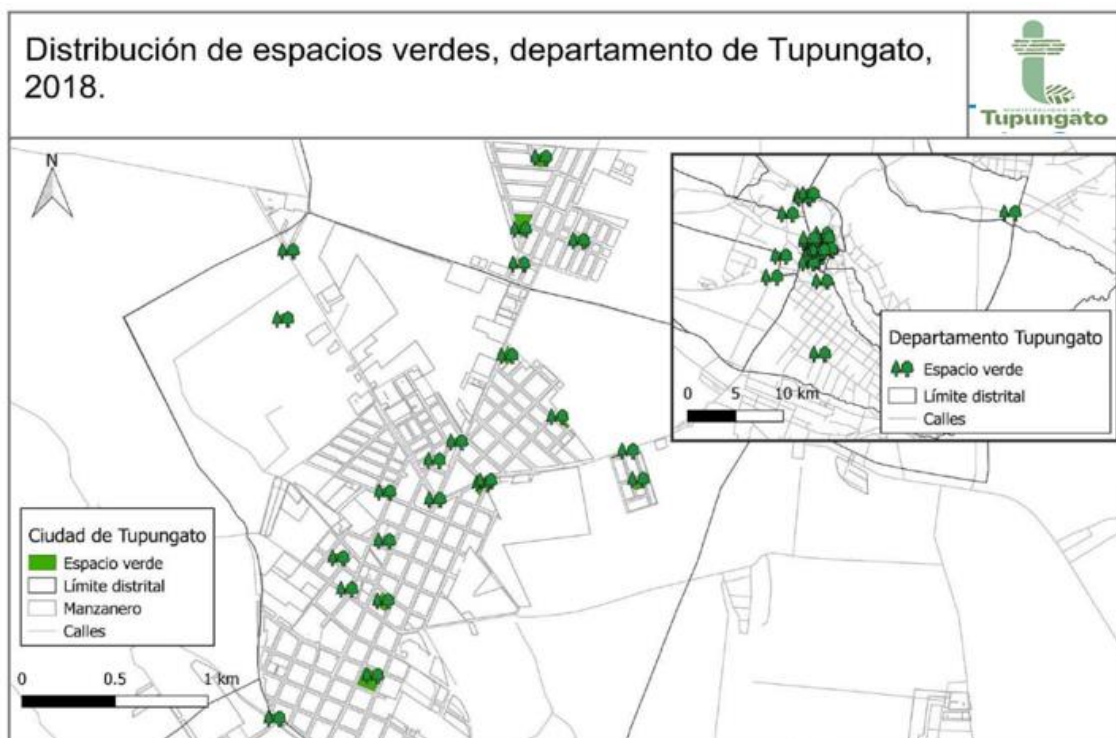
**Asimismo, se refuerza el suministro en horarios nocturnos con camiones hidrantes en el periodo estival, cuando las temperaturas son severamente elevadas.**

#### Mapa N° 13 Espacios Verdes, Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Desarrollo Territorial

## Mapa N° 14 Distribución Espacios verdes, Tupungato



Fuente: Elaboración propia Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial

La vegetación urbana es un elemento fundamental en el paisaje de una ciudad ya que brinda diversos beneficios de orden ambiental, estético, paisajístico, recreativo, social y económico, los cuales son aprovechados de variadas formas por la población.

Los aspectos positivos más importantes que proveen estos espacios en el ambiente urbano se pueden considerar los siguientes:

- Control de contaminación:** Las plantas son capaces de absorber ciertos compuestos tóxicos presentes en el aire, purificándolo, como también son capaces de captar partículas contaminantes. Con respecto a los compuestos tóxicos del aire, se ha comprobado que ciertas especies son capaces de absorberlos como con el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxidos de azufre y nitrógeno (SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>), compuestos provenientes de la combustión de fuentes móviles como los vehículos. Con respecto a la disminución de partículas suspendidas, pueden ser reducidas por la presencia de árboles y arbustos, ya que éstos las captan. Ejemplos de partículas son arena, polvo, ceniza, polen y humo, entre otras. También a través de la transpiración se incrementa la humedad ambiente. Además de esta eliminación de compuestos y partículas, los árboles contribuyen a

enmascarar ciertos olores desagradables, reemplazándolos con aromas y fragancias desprendidos por sus flores y en algunos casos, su follaje.

- **Reguladores del clima:** Las ciudades producen fuertes cambios microclimáticos debido a la alta irradiación de la energía calórica proveniente del Sol, a esto se le llama 'isla de calor'. Además del calor administrado a la atmósfera por efecto de la combustión (industria, automóviles y otras actividades). En ciudades donde la temperatura ambiental es muy alta en horas diurnas, el verde urbano disminuye la temperatura local hasta 10 °C y la temperatura global hasta 1 °C. En ello radica la importancia de la cobertura vegetal como modificadora del clima, disminuyendo el efecto invernadero. Las superficies arboladas tienen un potencial efecto regulador sobre el clima, modificando temperatura, viento y humedad. En regiones templadas los árboles deciduos son formidables controladores de calor.
- **Protección contra el viento:** Los árboles y arbustos controlan la velocidad del viento por obstrucción, conducción, desviación y filtración. Control de la erosión y estabilización de taludes: Los árboles dependiendo de las características de sus raíces (profundidad, extensión, dimensiones, etc.) cumplen un papel importante en la estabilización de taludes y prevención de deslizamientos. Los procesos erosión se ven reducidos gracias a la acción de las raíces, disminuyendo la exposición de los suelos a los efectos del agua y el aire.
- **Protección de cuencas y cuerpos de agua:** Los árboles en las ciudades, en la medida en la cual se asocian a cauces de agua, además de adicionar belleza escénica, protegen y estabilizan las orillas, y dependiendo de su ubicación y cantidad, contribuyen a la regulación del ciclo hídrico.
- **Paisaje:** Las áreas vegetadas en las ciudades permiten una mejor definición de los espacios; rompe la monotonía del paisaje; da sensación de profundidad; crea ambientes aislados y tranquilos; protege y forja focos de atracción visual gracias a sus múltiples formas, volúmenes, sombras y colores.
- **Recreación:** Otro beneficio de gran importancia es el de proveer lugares para juegos, deportes y esparcimiento; espacios para la reflexión y contemplación de la naturaleza, además constituyen magníficos escenarios, talleres y laboratorios para la educación, formación biológica y ecológica de la ciudadanía.
- **Aporte cultural y simbólico:** Históricamente entre los espacios verdes y los seres humanos se han creado vínculos directos, siendo considerados símbolos culturales. Por ello, frecuentemente son utilizados como indicadores de eventos históricos por su importancia socio-cultural que marca la identidad de las áreas urbanas.
- **Valorización de la propiedad:** Los árboles producen un beneficio económico importante, ya que aumentan el valor económico de una

propiedad y del suelo, puesto que aportan servicios o funciones que pueden ser valoradas por el comprador.

- **Nicho y hábitat:** Una de las funciones más apreciadas de la vegetación, y de los árboles en particular, es su capacidad de ser un 'territorio' de vida o refugio de diferentes especies de aves, de flora y de fauna asociadas con él. Los cinturones verdes, en las áreas urbanas, pueden convertirse en corredores biológicos e incluso formar parte de estrategias más amplias de mantenimiento de la biodiversidad regional, afectada por el mismo crecimiento urbano.

## Fauna

### Fauna autóctona y exótica

La fauna de la región está compuesta por especies como el cóndor, el guanaco (representa uno de los elementos faunísticos más importantes), el piauquén en las vegas, la perdicita de las sierras, chorlitos andinos y ratones andinos.

Entre los grandes mamíferos están presentes el zorro culpeo, el puma, el chinchillón, el ratón chinchilla y los ratones de la sierra. Además, existen aves de rapiña y variedad de pájaros. El sapo, saurios, ofidios, algunos escorpiones y otros invertebrados son frecuentes en el área.

En general, dichas especies vienen experimentando una retracción numérica de su hábitat debido a la introducción de especies exóticas con diversos fines, tales como, el jabalí, la ardilla de vientre rojo, ciervos rojos, entre otros (Informe Ambiental: 45; Diario Los Andes, y Relevamiento Municipal). Justamente, la ardilla de vientre rojo se ha expandido sobre las zonas productivas de San José, El Peral, perjudicando los cultivos y



Imagen 1.4: Ardilla de vientre rojo en la rama de un frutal. Fuente: Sobre La Tierra (SLT-FAUBA) Servicio de prensa y divulgación científica y tecnológica sobre Agronomía y Ambiente

la infraestructura de riego, al cortar las mangueras. Otro caso está dado por la presencia de catas, que, si bien son nativas, pero al modificarse sus hábitats y debido a su hábito gregario, es decir, viven en grupos de gran número de individuos se desplazan en búsqueda de alimento y eligen las zonas de producción frutícola (de almendra, cerezas, durazno). Estas invasiones traen aparejados costos, por pérdidas económicas ya que ocasionan un fuerte impacto en las actividades productivas.

### Fauna Urbana

Está compuesta por animales silvestres, sinantrópicos y domésticos que habitan las ciudades grandes y medianas que carecen de vegetación y donde priman las construcciones antrópicas. Estos animales han cambiado sus comportamientos para adaptarse a las condiciones dadas por intervenciones antrópicas en el ecosistema (Briones, s.f.; Alcalá, et.al. 2007).

Identificar la fauna urbana permite que se planifiquen y se dispongan iniciativas para la adaptación, el respeto, protección y conservación de la fauna silvestre y doméstica que pertenecen a esta categorización, desarrollando actitudes en la ciudadanía para lograr una convivencia equilibrada en los espacios públicos evitando también, el riesgo de contagio de enfermedades transmitidas por estos animales a las personas. En el municipio el Área de Zoonosis es encargada de llevar a cabo actividades tendientes a minimizar los riesgos de enfermedades transmitidas de animales tanto domésticos como silvestres que habitan el sector urbano del departamento.

Algunas de las actividades que realiza el municipio son la vacunación antirrábica aproximadamente de unas 5.000 dosis por año, acompañando de entregas gratuitas de desparasitarios caninos, para evitar la transmisión de parásitos que se transmiten a las personas, control de perros mordedores trabajando en conjunto con personal de la Comisaría Sub 20. Además, se realizan actividades para control de plagas en espacios públicos, edificios públicos y vía pública de desinsectación, desinfección y desratización.

Otras actividades destinadas a mejorar la convivencia y calidad de vida de estos animales, es la realización del Primer Censo de Mascotas en el departamento, con una cantidad de 9.300 animales censados, y una estimación de 93 censados en la vía pública. Esta acción ayuda a organizar de forma ordenada las esterilizaciones y control de perros callejeros.

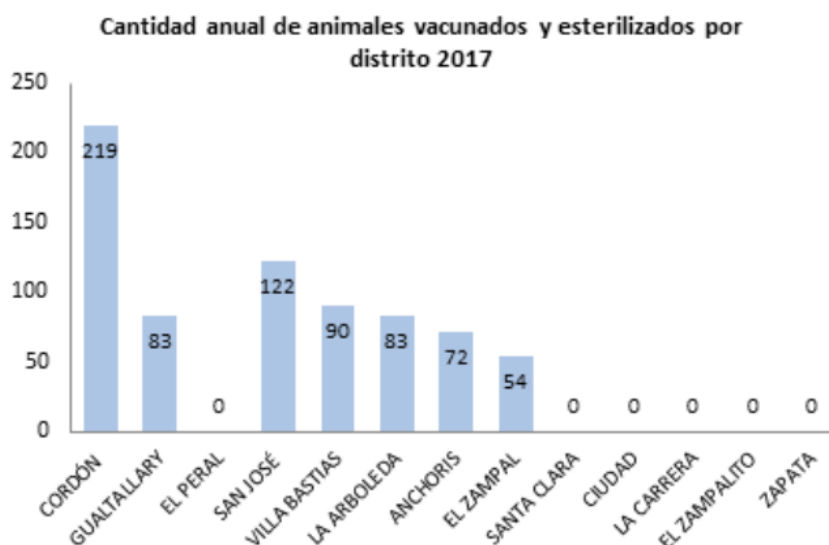


Figura 1.20: Vacunación de animales, elaboración propia en base a datos relevados por área de Zoonosis

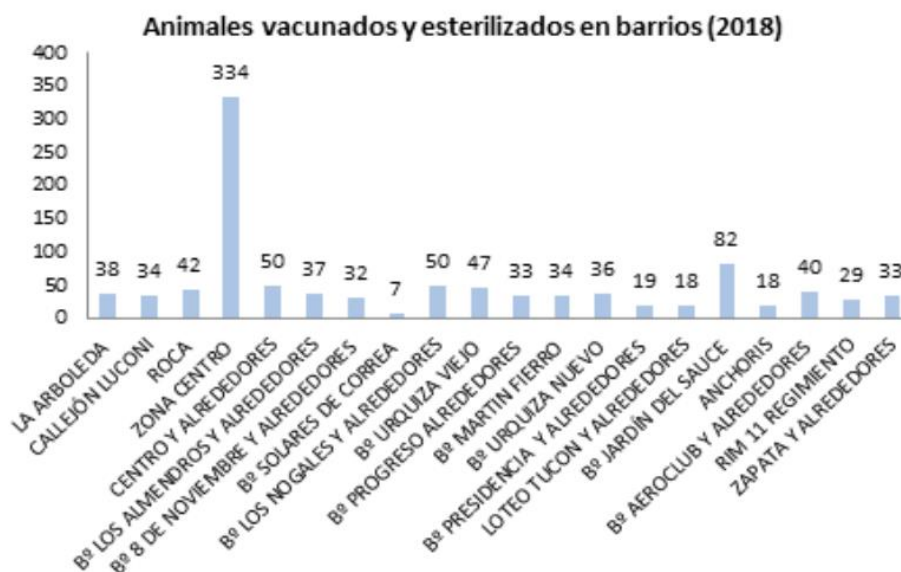


Figura 1.21: Animales atendidos, elaboración propia en base a datos relevados por el área de Zoonosis

## 4. UNIDADES AMBIENTALES LOCALES

### 6.1 Unidades Ambientales de Referencia

Como síntesis de todas las variables ambientales más importantes que se deben considerar en el Ordenamiento Territorial hay un concepto elaborado en nuestra provincia por especialistas en ambiente.

Se trata de las Unidades Ambientales de Referencia, aplicado al análisis del subsistema físico-ambiental para el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial de Mendoza de 2014.

Como muy bien se describe en dicho trabajo, “las Unidades Ambientales de Referencia (UAR) son áreas homogéneas tanto en sus características físicas y biológicas como en los usos del suelo que las caracterizan. Estas relaciones se expresan en un territorio dado, permitiendo identificar potencialidades y restricciones.

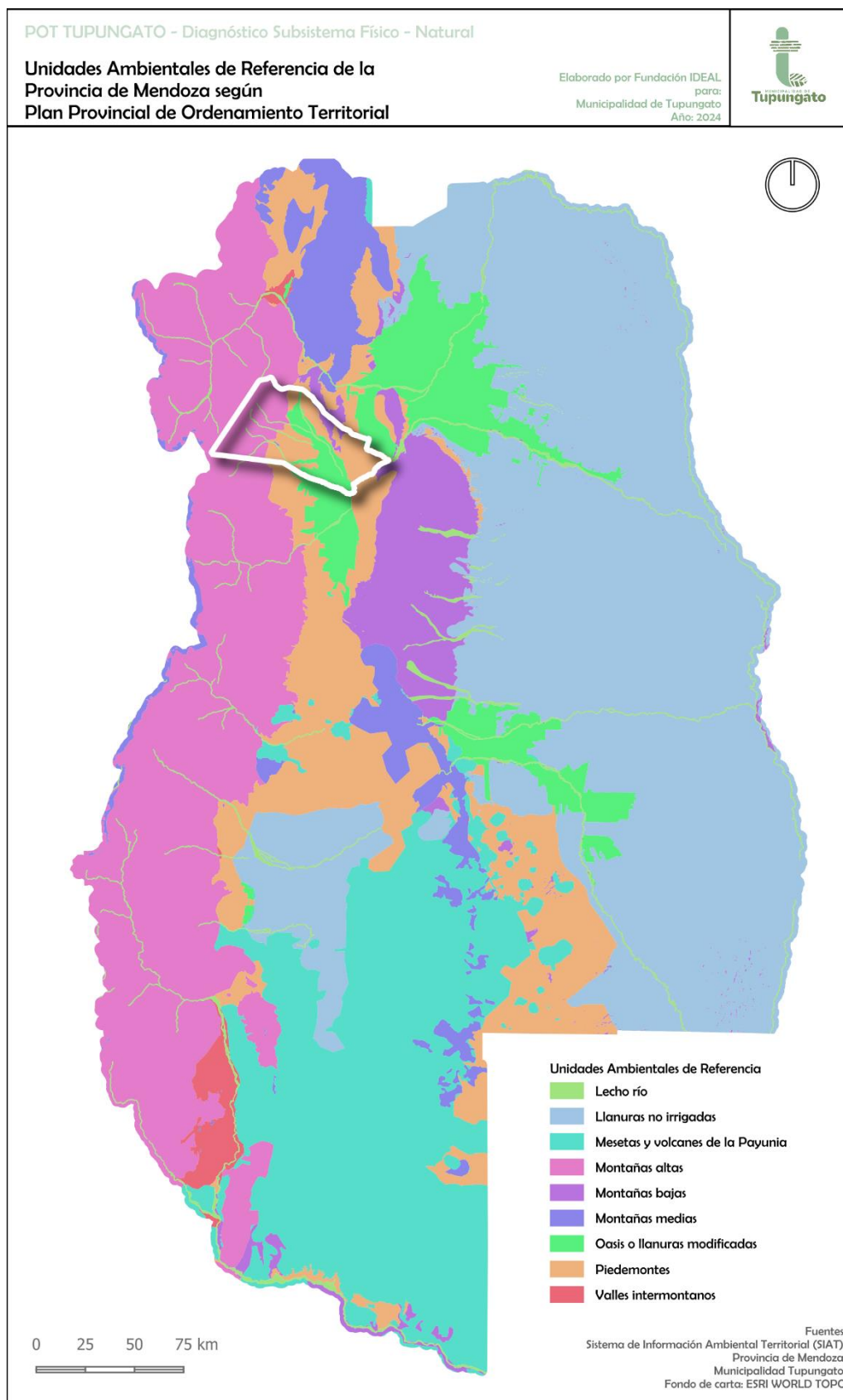
La vinculación del conjunto de subsistemas del medio natural (soporte físico-biológico), del medio ambiental construido (cultura material) y del medio cultural intangible (sistema ideo-valorativo) en unidades territoriales define los tipos de unidades ambientales” (Abraham et al. 2014).

Las UAR corresponden a un sistema natural o artificial que se caracteriza por poseer una determinada combinación de factores y procesos del soporte físico biológico (suelo, agua, vegetación, clima, relieve) y del sistema socioeconómico, relacionados tanto en su origen como en su funcionamiento, dentro de una superficie dada. El concepto resulta equiparable al de unidades de paisaje, en la acepción que éste recibe en el campo de la ecología y la geografía del paisaje (Abraham et al. 2006).

Las Unidades Ambientales son una herramienta metodológica de análisis y diagnóstico territorial definida para los objetivos y la escala de trabajo para el Ordenamiento Territorial. Es por esto por lo que definir la UAR es un paso previo a la planificación del territorio. Supone un trabajo intermedio entre el inventario biofísico y la determinación de las capacidades del territorio. Las UAR facilitan la comprensión del sistema territorial y permiten utilizar la información sectorial recogida en el inventario.

Como se puede ver en el siguiente mapa, para toda la Provincia de Mendoza las UAR son nueve. Y es muy claro cómo el Departamento de Tupungato atraviesa parcialmente 5 Unidades Ambientales de Referencia, lo que implica una enorme diversidad y complejidad ambiental.

## Mapa N° 15 Unidades ambientales de Referencia de la Provincia de Mendoza



Fuente- Elaboración propia a partir de datos de PPOT



## 6.2 Unidades ambientales de referencia presentes en Tupungato

El departamento de Tupungato tiene una importante extensión, con 2485 km<sup>2</sup> de superficie, pero sobre todo está caracterizado por una forma cuasi trapezoidal y una orientación general este-oeste.

En su interior atraviesa parcialmente cinco grandes Unidades Ambientales de Referencia (UAR) según la clasificación presentada en el Informe del Subsistema físico-ambiental para el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial de Mendoza de 2014 (Abraham et al. 2014).

Estas Unidades Ambientales de Referencia son las siguientes:

- Montañas altas
- Montañas bajas
- Piedemonte
- Valles Intermontanos y Lecho de ríos
- Oasis o llanuras modificadas

Cada una de estas unidades ambientales incluyen subunidades que representan variabilidad espacial y que aplican de diferente manera a Tupungato, por lo que a continuación vamos a detallar cada una

### **Montañas altas**

Tupungato tiene todo su extremo oeste dentro de esta Unidad Ambiental, destacando algunos de los mayores cordones cordilleranos de la región.

Dentro de la UAR Montañas altas, Tupungato contiene parte de los Andes Glaciares, donde se destaca el Cerro Tupungato.

El Cerro Tupungato, uno de los más altos de la Cordillera de los Andes y ubicado en el límite entre Argentina y Chile, alcanza una altitud de aproximadamente 6,570 metros sobre el nivel del mar. Esta montaña es destacada no solo por su altura sino también por ser un volcán potencialmente activo, lo que la convierte en un punto de interés tanto para geólogos como para montañistas.

### **Montañas bajas**

Dentro de esta clasificación se encuentran cordones de diferentes formación y antigüedad, unidas por la condición común de ser cerrilladas bajas, normalmente muy erosionadas. En la zona de Tupungato se trata de cerrilladas y huayquerías altamente erosionadas y de poca altura a partir de depósitos terciarios

rejuvenecidos. La erosión de las lluvias torrenciales sobre superficies con poca cobertura vegetal determinó una compleja red de surcos y cárcavas que explican el paisaje de bad-lands o tierras malas (denominadas localmente como huayquerías). Las cerrilladas de Tupungato, por ejemplo, con una altura de 2000 metros, crean un marco que envuelve los valles sedimentarios que hoy concentran la población y la actividad agrícola.

Los asentamientos aquí son dispersos, actividad ganadera extensiva, petrolera y minera.

## **Piedemonte**

Conceptualmente todo piedemonte se entiende como una unidad de transición entre zonas de montaña y las llanuras. Se caracterizan por una pendiente suave o intermedia que nace a partir de las bases de las laderas montañosas y mantiene una inclinación general hacia las llanuras vecinas.

En el caso de Tupungato, hablamos de un piedemonte de la Cordillera Frontal, lo que explica una longitud y potencia importante comparada con otras zonas. Otra característica particular de Tupungato es que tenemos piedemontes contrapuestos, donde unos piedemontes de la Cordillera Frontal, que bajan de oeste a este, frente a piedemontes de las cerrilladas bajas, que descienden de noreste, a suroeste.

Desde el punto de vista de la ocupación, cuentan con asentamientos dispersos, ganadería extensiva, emprendimientos agrícolas con aprovechamiento de agua subterránea o superficial, actividades petroleras y mineras.

## **Valles intermontanos y Lecho de ríos**

Son áreas de transición entre los piedemontes y las llanuras, formando depresiones o bolsones, haciendo posible el desarrollo de oasis irrigados.

En Tupungato se asienta parte de la Depresión de los Huarpes o Valle de Uco, en su sector noroeste.

Respecto de los lechos de ríos, contamos con una importante red de cauces que alimentan la Cuenca del Tunuyán citados en el punto 5.2.4 de este capítulo.

## **Oasis o llanuras modificadas**

Tupungato cuenta con parte importante del Oasis del Valle de Uco, uno de los más importantes de la Región de Cuyo. Se asienta en la Cuenca del Río Tunuyán de forma excluyente.

En cuanto al sector vitivinícola, la región del Valle de Uco ha ganado importancia para inversiones orientadas al mercado externo, superando a las áreas tradicionales de Luján y Maipú en Mendoza. Factores como la calidad del suelo y agua, la altitud y la introducción de tecnologías de riego avanzadas, junto con un marco normativo favorable a la inversión extranjera, han sido claves en este cambio.

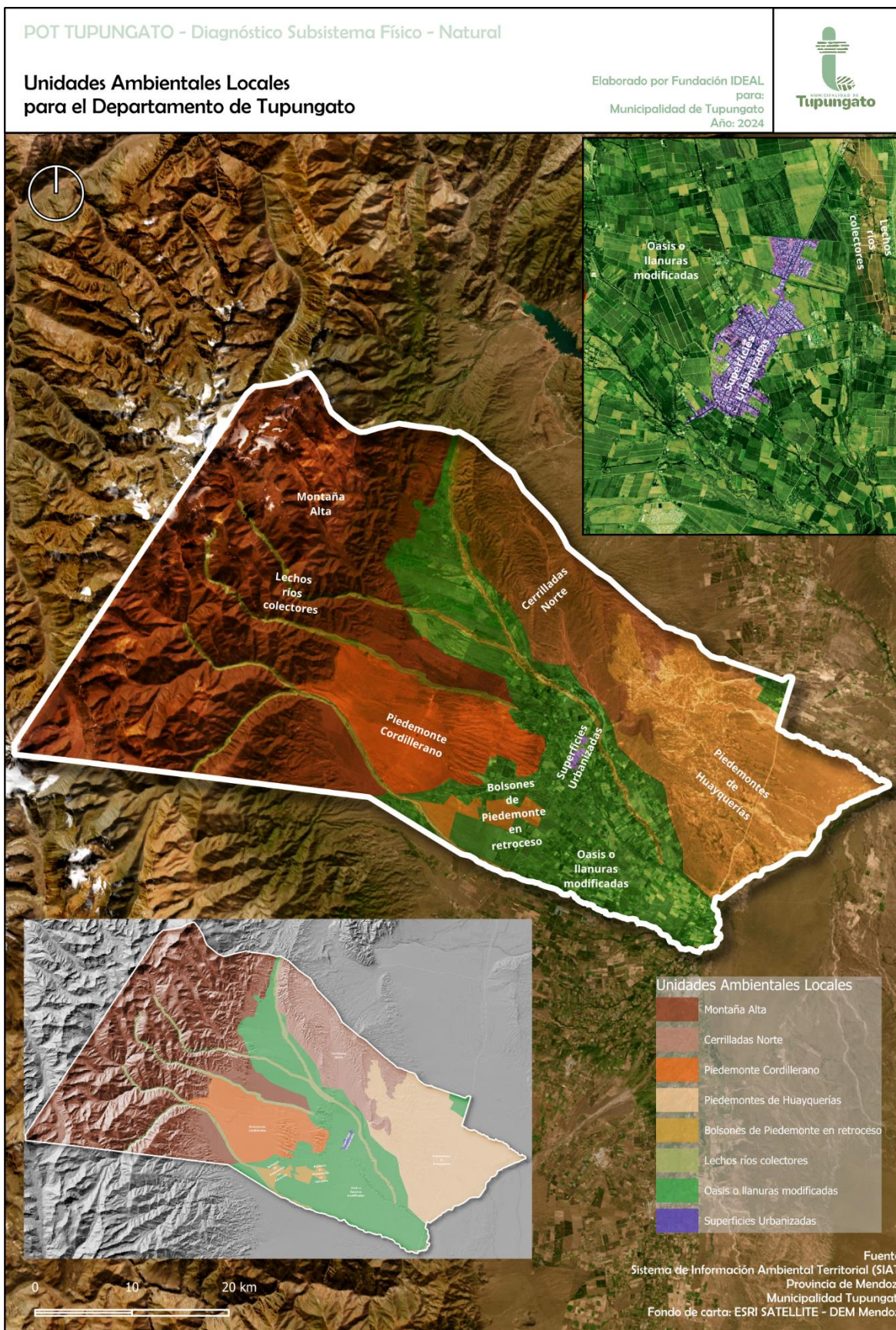
### **6.3 Unidades ambientales locales**

Mientras las Unidades Ambientales de Referencia permiten analizar el ambiente a escala provincial, para poder ver las características ambientales en Tupungato debemos reclasificar el mismo en mayor detalle.

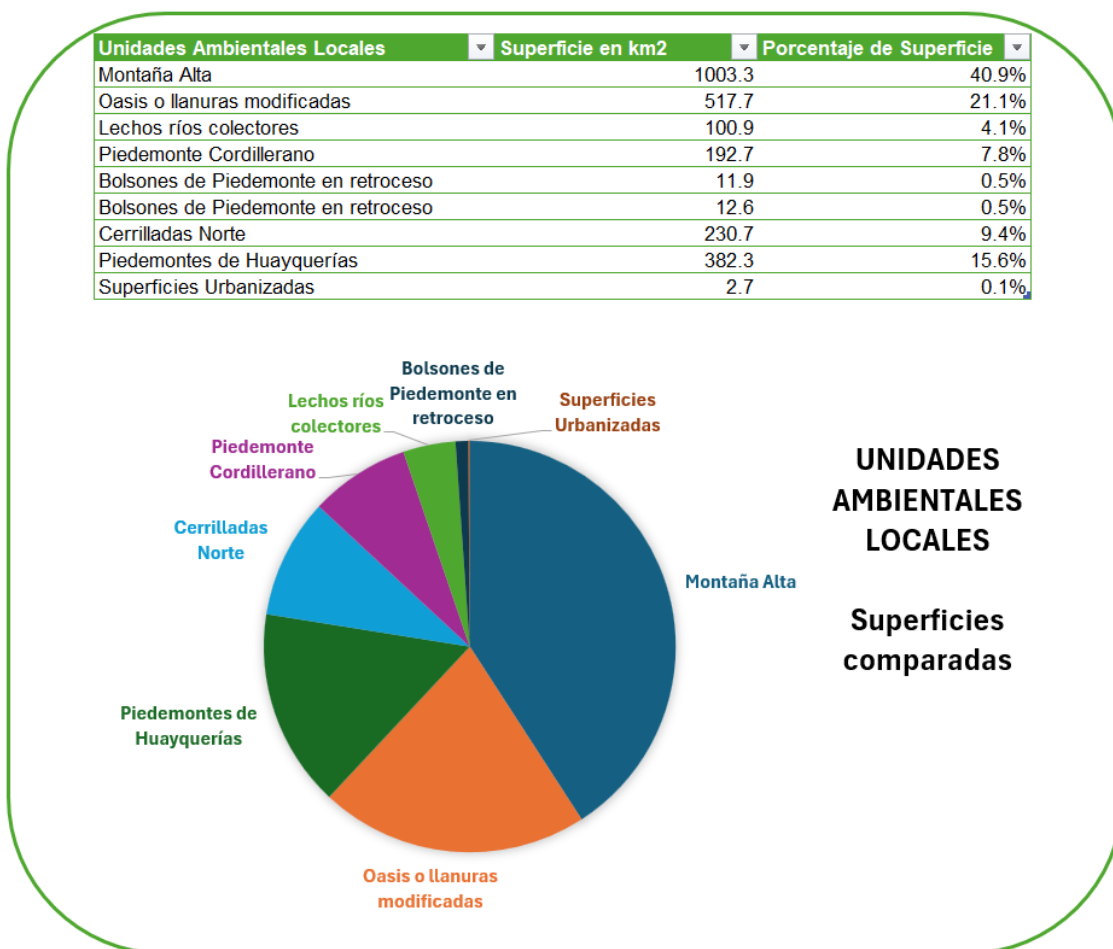
Como se puede ver en el mapa respectivo, tenemos con ocho tipos de ambientes en el territorio de Tupungato:

- Montaña Alta
- Cerrilladas Norte
- Piedemonte Cordillerano
- Piedemontes de Huayquerías
- Bolsones de Piedemonte en retroceso
- Lechos ríos colectores
- Oasis o llanuras modificadas
- Superficies Urbanizadas

## Mapa N°16 Unidades Ambientales Locales, Tupungato



Fuente: Elaboración Arturo Elissonde Fundación Ideal



## Montaña Alta

La zona de alta montaña en Tupungato es muy importante, representando aproximadamente el 41% de la superficie total del departamento. Gran parte de este ambiente está cubierto por Áreas Protegidas y es por razones topográficas y climáticas de muy difícil acceso y transformación.

## Cerrilladas Norte

Como parte de lo que a escala provincial se consideran Montañas Bajas (ver apartado anterior) esta zona ocupa un 9,4% de la superficie departamental. Sin embargo, su importancia crece por la posición y distribución de las cerrilladas. Estas forman un arco o barrera en el norte del departamento, separando el valle que concentra el oasis y la ciudad de Tupungato del Oasis Norte. Esto complica la comunicación natural directa con Mendoza.

## **Piedemonte Cordillerano**

En parte ya impactado por el crecimiento del oasis, el actual piedemonte que baja de la Cordillera de los Andes es una superficie que alcanza casi un 8% del total departamental. Es un ambiente de gran importancia por ser transición entre el valle irrigado actual y la zona de alta montaña.

## **Piedemontes de Huayquerías**

Al igual que las cerrilladas, las huayquerías que forman el largo y accidentado piedemonte del este departamental separan el oasis actual con el oasis norte, enmarcando el territorio.

Se destaca su completa topografía, que requiere de grandes esfuerzos para cualquier tipo de obra o aprovechamiento.

Más allá de las características naturales complejas, lo que resalta es el importante peso relativo en el departamento, ocupando más de 15% de la superficie total de Tupungato.

## **Bolsones de Piedemonte en retroceso**

Parte del piedemonte original fue progresivamente ocupado por el oasis agroindustrial del Valle de Uco. A medida que las técnicas van evolucionando y el esfuerzo empresario lo hizo posible se fueron ocupando espacios que naturalmente son adversos a las actividades. Es el caso del centro-sur departamental, que cuenta con espacios que todavía no se ocuparon y mantienen un ambiente natural de piedemonte, aunque con un impacto mayor que otras zonas cercanas.

Es probable que estas zonas se vayan ocupando y transformándose en las próximas décadas, ya que han quedado aisladas y están próximas a áreas explotadas actuales.

## **Lechos ríos colectores**

Se trata de los ambientes que corresponden a los lechos de los Ríos Anchayuyo, Río Chupasangral y Río de las Tunas. Estos tres ríos son afluentes del Río Tunuyán, por lo que forman parte de su cuenca hídrica.

## **Oasis o llanuras modificadas**

Los oasis ocupan el 21,1% del departamento, con una forma de lengua desde el sureste hacia el noroeste departamental. Forma parte del Oasis de Valle de Uco, uno de los más importantes de Mendoza y de todo el oeste argentino.

## **Superficies Urbanizadas**

Representan apenas el 0,1% de la superficie departamental, pero ocupan una posición estratégica respecto de los ambientes transformados de la región. Lo más importante para resaltar es la disponibilidad de espacio para crecer de este ambiente transformado, ya que está rodeado de zonas agrícolas ya transformadas y con buenas características físicas y naturales para su urbanización.

## 5. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

Desde el punto de vista ambiental, una de las variables fundamentales del ordenamiento territorial es el riesgo. Este término implica no solamente un concepto sino también una metodología integral para analizar los efectos potenciales de eventos de raíz natural o antrópica en la gente, sus actividades y su infraestructura.

Desde fines del siglo XX hay un consenso en ámbitos académicos y técnicos del desarrollo, urbanismo y ordenamiento territorial en cuanto a la terminología común sobre riesgos de desastre. Esto incluye organismos de cooperación internacional (por ejemplo: la Organización de las Naciones Unidas para la Ayuda en Desastres).

Según este acuerdo el riesgo está formado por dos dimensiones: la amenaza (o peligro) y la vulnerabilidad. Ello es expresado bajo la conocida fórmula  $R = A \times V$  (donde R = Riesgo, A = Amenaza y V = Vulnerabilidad).

El concepto requiere la existencia de dos condiciones necesarias, tal cual se ve en el esquema respectivo.

Primero está la amenaza



(también llamada peligro), que significa la posibilidad o potencialidad de ocurrencia de un fenómeno natural o antrópico con la fuerza suficiente para causar daños o que afecten a las personas y sus bienes o intereses. Es por ello que un fenómeno natural que ocurre aislado en un lugar deshabitado puede ser una amenaza, pero no llegará a convertirse en riesgo. Para que exista riesgo es porque ese fenómeno natural potencial tiene que alcanzar potencialmente a personas o bienes. Es por ello por lo que el riesgo implica una segunda variable, la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es la segunda parte de la ecuación, e implica el grado de preparación de la población, sus actividades y sus bienes, para recibir el evento que implica la amenaza o peligro. Así, por ejemplo, cómo una localidad está preparada para la erupción de un volcán cercano, o una ruta puede resistir los embates de un aluvión en zonas de piedemonte.

La teoría del riesgo, a través de su metodología de análisis, trata de aportar herramientas de decisión para evitar o disminuir los daños que provocan eventos desastrosos o dañinos. Esto es tanto para construcciones o desarrollos nuevos como en la gestión y corrección de territorios ya conformados.



## 7.1. Las amenazas identificadas para Tupungato

Si bien este es un tema que se puede abordar en diferentes escalas y con diferentes grados de detalle, a una escala provincial ya fue estudiada en el marco del PPOT. En el informe referido al Diagnóstico del Subsistema Físico Biológico (Abraham, Elena, y otros, 2014) se detallan las amenazas ambientales y antrópicas que afectan a la provincia de Mendoza.

Algunos de estos peligros están presentes en el Departamento de Tupungato, pero para abordarlos se requiere un paso previo, que parte del capítulo anterior de Unidades Ambientales Locales.

### **Clasificación de Unidades Ambientales Locales según las amenazas**

Para el análisis de las amenazas naturales y antrópicas en Tupungato tenemos que considerar primero que la diversidad de ambiente y las enormes diferencias de estos hace imposible un enfoque único en todo el territorio. Debemos diferenciar las grandes zonas ambientales, principalmente la alta montaña de los valles y estos a su vez de las cerrilladas y huayquerías. Cada una de estas grandes unidades de paisaje se comportan diferente, sobre todo respecto de las amenazas naturales. Incluso ambientes como los lechos de los ríos deben diferenciarse si se trata de los tramos de alta montaña o de las zonas de valles o planicies.

Además, estas grandes zonas ambientales también tienen patrones de asentamiento muy dispares entre sí, lo que afecta no solo el riesgo a nivel de amenazas, sino a nivel de vulnerabilidad, acentuando aún más las diferencias.

Por ello se toman a partir de ahora tres zonas ambientales de riesgo:

- Unidades Ambientales de Riesgo de Montaña
- Unidades Ambientales de Riesgo de Valles
- Unidades Ambientales de Riesgo de Cerrilladas y Huayquerías

Las amenazas que se indican para Mendoza en el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial se distribuyen de la siguiente forma en las tres Unidades Ambientales de Riesgo identificadas:

<b>AMENAZAS NATURALES PRESENTES EN MENDOZA SEGÚN PPOT</b>	<b>UNIDADES AMBIENTALES DE MONTAÑA</b>	<b>UNIDADES AMBIENTALES DE VALLE</b>	<b>UNIDADES AMBIENTALES CERRILLADAS/HUAYQUERÍAS</b>
<b>Origen natural</b>			
Factores geomorfológicos y geológicos			
Sismos	✓	✓	✓
Erupciones volcánicas	✓	✓	✓
Lahares	✓		
Cenizas volcánicas	✓	✓	✓
Remoción en masa	✓		
Aludes	✓		
Avalanchas de nieve	✓		
Desprendimientos de rocas	✓		
Factores meteorológicos			
Aluviones	✓	✓	✓
Granizo		✓	✓
Nevadas	✓	✓	✓
Heladas	✓	✓	✓
Sequía	✓	✓	✓
Inundaciones		✓	
Viento Zonda	✓	✓	✓
Factores ecológicos			
Plagas		✓	
Incendios	✓	✓	✓
<b>Origen natural y antrópico</b>			
Factores del medio ambiente			
Incendios	✓	✓	✓
Contaminación		✓	✓
Desertificación		✓	✓
Erosión retrocedente	✓		

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Como se puede ver, potencialmente tenemos, en nuestro territorio a ordenar, la gran mayoría de las potenciales amenazas identificadas para toda la provincia. Incluso algunas marcadas (X) como no presentes, podrían darse de manera muy especial o en casos muy puntuales o localizados.

Cabe aclarar que, especialmente para las amenazas de origen antrópico, se considera como necesaria la presencia de asentamientos o actividades de importancia como foco inicial del evento que desata la amenaza. Hoy la escasa densidad de población y de actividades en alta montaña, por ejemplo, implican una muy baja amenaza en estos tipos de riesgo. Esto no significa que no pueda darse esa amenaza en un contexto de mayor presencia humana o de actividades puntuales que cambien las condiciones de partida.

## 7.2. Factores geológicos-geomorfológicos

### 7.2.1. Sismos

Según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), un Sismo o Terremoto: Representa el proceso físico de liberación súbita de energía de deformación acumulada en las rocas del interior de la Tierra, que se manifiesta por desplazamientos de bloques anteriormente fracturados. Una parte importante de la energía liberada en este proceso se propaga en forma de ondas sísmicas, las cuales son percibidas en la superficie de la Tierra como una vibración. Es común utilizar el término Temblor para calificar los sismos de regular intensidad que no causan grandes daños y la palabra Terremoto para los sismos de gran intensidad. Sin embargo, el término Terremoto puede ser empleado para calificar cualquier sismo, ya que significa movimiento de tierra (WEB INPRES: <https://www.inpres.gob.ar/>).

En este punto nos centraremos en este fenómeno natural y su peligrosidad para el Departamento de Tupungato. Según el mismo INPRES, “la peligrosidad o amenaza sísmica de una región, queda definida como la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado.

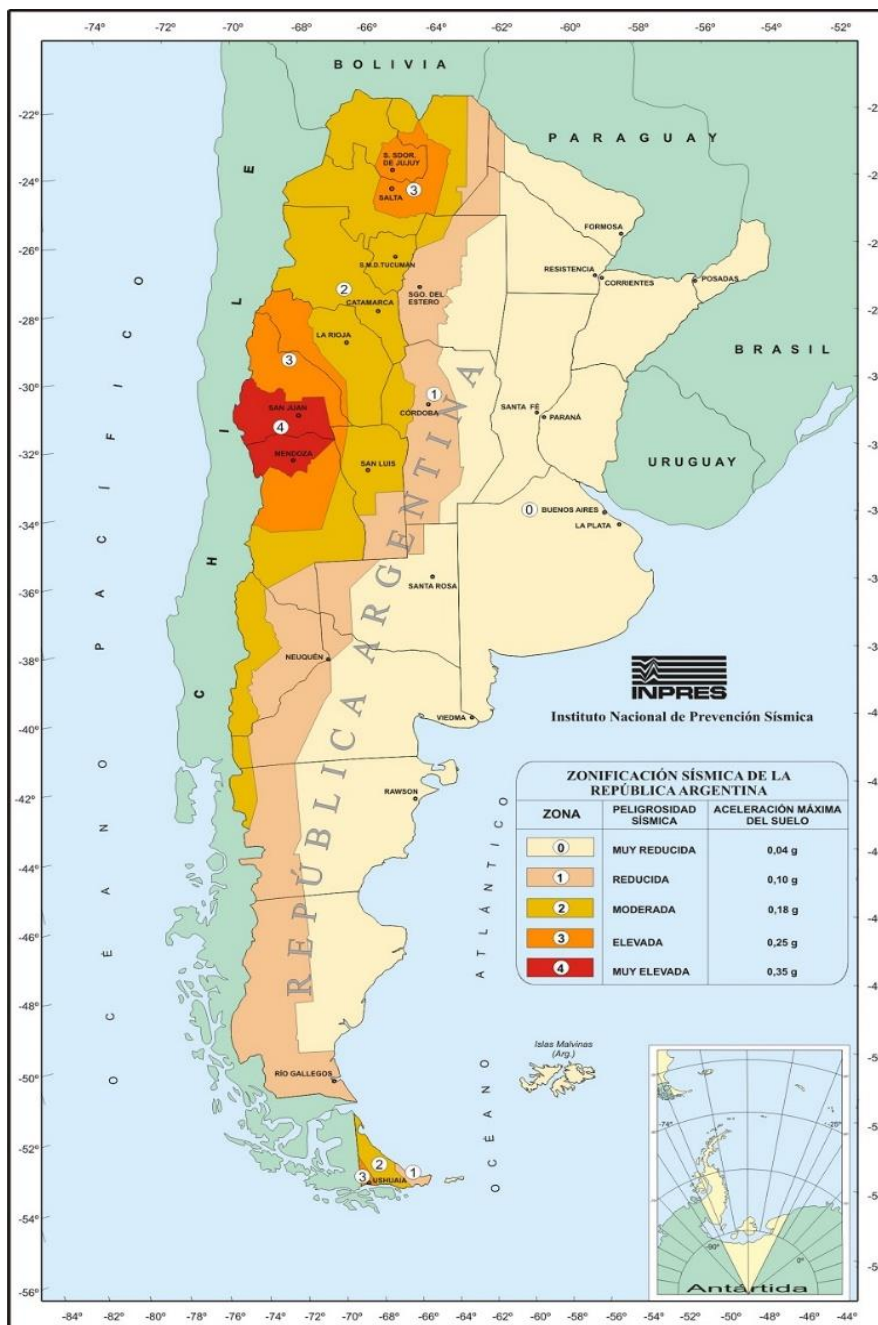
Su estudio se basa en la sismología histórica, los registros sismográficos y las evidencias geológicas de la zona. En el Reglamento Argentino (INPRES-CIRSOC 103) se distinguen cinco zonas sísmicas (de la 0 a la 4), con nivel creciente de peligrosidad sísmica” (WEB INPRES: <https://www.inpres.gob.ar/>).

El peligro sísmico se define como la probabilidad de que ocurra una determinada amplitud de movimiento del suelo en un intervalo de tiempo fijado, dependiendo del nivel de sismicidad de cada zona. Los Mapas de Zonificación Sísmica individualizan zonas con diferentes niveles de Peligro Sísmico.

En el Mapa de Zonificación Sísmica del Reglamento INPRES-CIRSOC 103 de la próxima página, se encuentran las 5 zonas nombradas. En él se puede apreciar la zonificación,

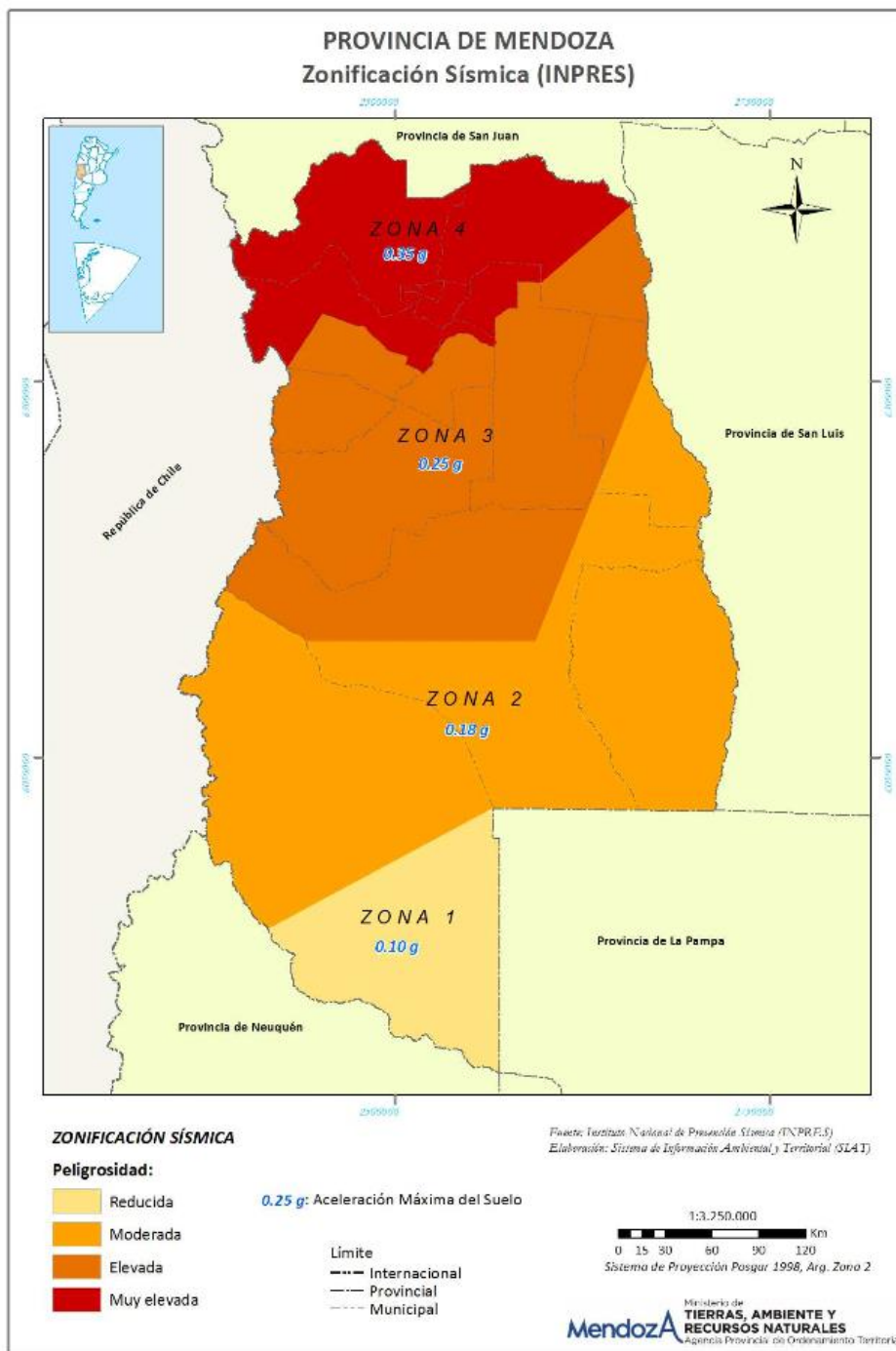
en la que el norte de Mendoza está categorizado como de muy elevada peligrosidad sísmica (Zona 4), mientras que Tupungato está en zona 3, pero prácticamente vecino a la Zona 4.

### Mapa N° 17 zonificación de riesgo sísmico Argentina



Si siguiendo este criterio oficial, el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial detalla esta misma zonificación con un nivel mayor de detalle. Como se puede apreciar en el mapa siguiente, tomado desde la página web oficial del INPRES, el Departamento de Tupungato completo está en una zonificación sísmica como un territorio de moderada peligrosidad sísmica.

## Mapa N° 18 Zonificación riesgo sísmico, Mendoza



FUENTE: PLAN PROVINCIAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PPOT).

Complementariamente, usando un sistema de consulta web por coordenadas del INPRES (<https://www.inpres.gob.ar/>), desde el centro de la Ciudad de Tupungato, se obtuvo su clasificación como Zona Sísmica 3 (ver cuadro a la derecha).

Coordenadas Geográficas		
Latitud (sur): -33° 21' 53"		
Longitud (oeste): -69° 08' 39"		
Parámetros Espectrales		
Tipo Espectral (Sitio)	Zona Sísmica 3	
	$a_s = 0,25$	
	$C_a$	$C_v$
1 ( $S_A, S_B, S_C$ )	0,29 $N_a$	0,39 $N_v$
2 ( $S_D$ )	0,32 $N_a$	0,47 $N_v$
3 ( $S_E$ )	0,35 $N_a$	0,74 $N_v$

### 7.2.2. Vulcanismo

Si bien se trata de un riesgo con una frecuencia de ocurrencia muy baja, su potencialidad de daño y destrucción es muy importante.

En la zona cordillerana del norte de Mendoza encontramos pocos volcanes activos, pero estos empiezan a aparecer hacia el sur, lo que implica que el riesgo está presente y no podemos desestimarlos. De hecho, Tupungato es uno de los departamentos que más cerca se encuentra de alguno de los volcanes más activos de la región.

En el siguiente cuadro se puede ver el detalle de los volcanes activos de la Provincia de Mendoza según el SEGEMAR (Servicio Geológico y Minero de Argentina). En el mismo se expresan los índices de peligrosidad, exposición y riesgo relativo.

NOMBRE	ELEVACION en msnm	PELIGROSIDA D	EXPOSICIÓN N	RIESGO RELATIVO
Planchón- Peteroa	4107	15	10,329889	154,948336
Laguna del Maule	3092	14	9,554943	133,769201
Tupungatito	6000 / 5660	12	9,932302	119,187623
San José	5856 / 6070	10	8,553802	85,538023
Maipo	5264/ 5323	10	11,59956	115,995597
Overo	4804	5	9,631744	48,158722
Infiernillo		2	5,697229	11,394459
Payún Matrú	3715	2	4,255273	8,510545

Fuente: SEGEMAR.

De estos volcanes en actividad, los que se encuentran más próximos y con mayor posibilidad de afectar Tupungato son los dos siguientes:

### 1. TUPUNGATITO o BRAVARD

- Coordenadas: 33° 24' Latitud S; 69° 49' Longitud O
- Carta: 3369-III TUNUYÁN
- Altura: 5660 msnm. Presenta una docena de cráteres, coladas de lava y un cono al NO de una amplia caldera de 4 km de diámetro.
- Frecuentes erupciones durante los últimos 200 años.

### 2. Vn. SAN JOSÉ

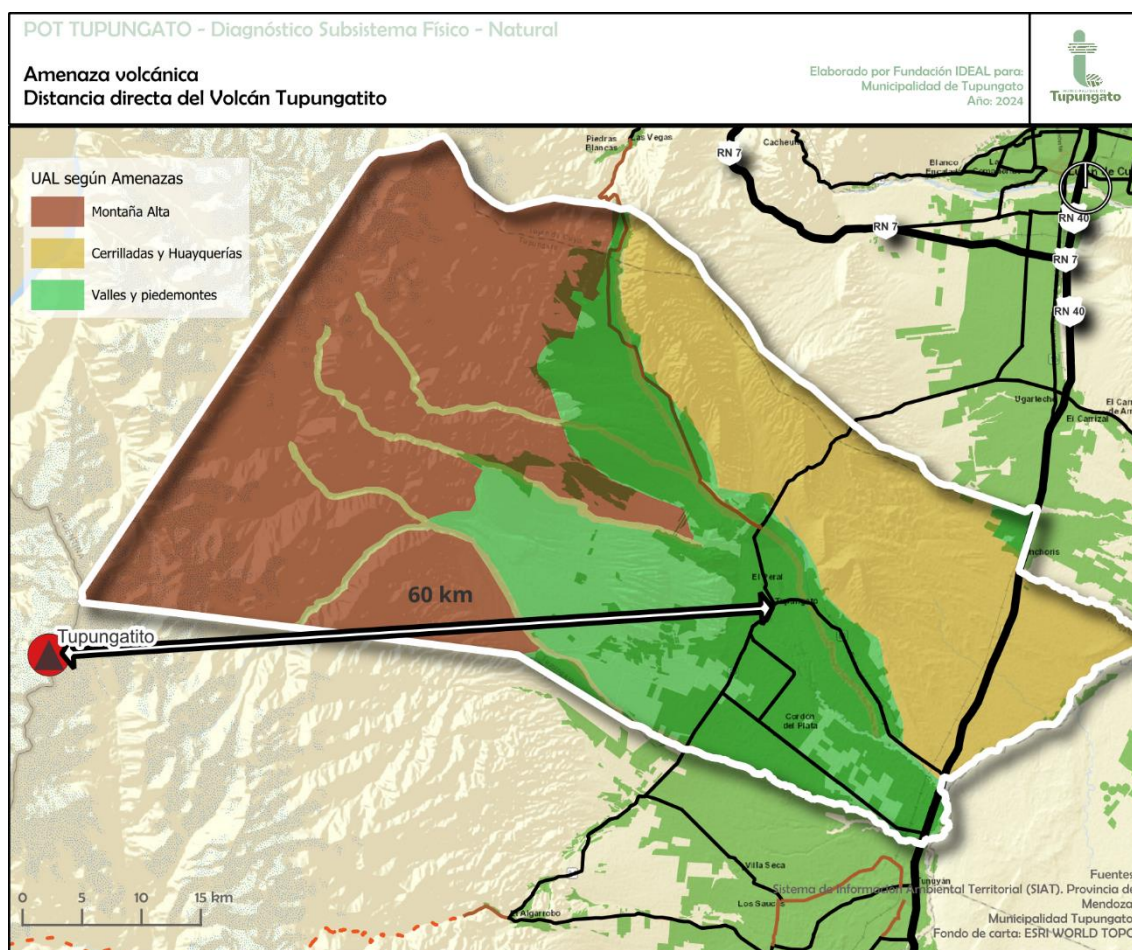
- Coordenadas: 33° 47' Latitud S; 69° 52' Longitud O
- Carta 3369-III TUNUYÁN
- Altura: 6070 msnm. Presenta una amplia caldera de 2 por 0.5 km, que contiene cráteres, conos y flujos de lavas superpuestas. Fueron registradas erupciones en los siglos XIX y XX.

Aquí vamos a hacer una aclaración: para este riesgo, vamos a centrarnos en el análisis de las amenazas respecto de las zonas más densamente pobladas del departamento, específicamente la Ciudad de Tupungato y alrededores. En las zonas de alta montaña los fenómenos geológicos, como se dijo al comienzo de este

capítulo, son mucho más intensos y recurrentes. Pero por la baja densidad y poca actividad en esas zonas no se tendrá en cuenta para el análisis de riesgo, en este caso volcánico.

Entonces, estrictamente en relación a las zonas más pobladas del oasis agrícola, y como se puede ver en el siguiente mapa, la distancia respectiva del Volcán Tupungatito, el más cercano, es de solo 60 km de la ciudad de Tupungato. Esto hace posible un efecto directo de la caída de cenizas en caso de una erupción explosiva como las que caracterizan el vulcanismo de nuestra región.

### Mapa 19: Peligro Volcánico



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

Este fenómeno tiene la característica particular de afectar zonas muy alejadas de los conos volcánicos en erupción. A diferencia de otros productos volcánicos peligrosos, como las coladas de lava, los flujos piroclásticos, lahares, deslizamientos o gases emanados, las columnas de cenizas se elevan a gran altura durante la erupción y son transportadas por las masas de aire a distancias que muchas veces llegan a miles de kilómetros. Dependiendo de la magnitud del fenómeno, pueden alcanzar escalas continentales y hasta globales.



En nuestra zona nos interesa saber que los vientos predominantes son del cuadrante oeste (oeste, noroeste y suroeste) y a las distancias nombradas es altamente probable la caída de cenizas con potencial destructivo.

Como bien señala Amalia Ramirez en su tesis de maestría, “por las características y composición físico-química de las cenizas volcánicas producen efectos en la salud de la población, convirtiéndose la misma un factor de vulnerabilidad. Los principales efectos son respiratorios, síntomas oculares e irritación cutánea.

Los mismos se pueden agravar por la presencia de gases y aerosoles volcánicos en las inmediaciones de los centros eruptivos.

Los efectos de la exposición a las cenizas volcánicas dependerán del estado de salud de cada individuo; las medidas de protección que se tomen al exponerse a las mismas, de la concentración de partículas en suspensión y proporción de partículas respirables (menores a 10 micrones), frecuencia y duración de la exposición, presencia de sílice cristalino y gases volcánicos o aerosoles en la ceniza y condiciones meteorológicas” (Ramirez, 2013).

Otro efecto negativo importante está relacionado a la actividad ganadera, ya que, como se puede ver en el cuadro siguiente (Ramírez, 2013), en caso de animales hay tanto un efecto directo en su salud, como en las pasturas que estos comen.

Cuadro N° 2: Efectos generales de las cenizas en seres humanos y animales		
Personas sanas	Personas con enfermedades respiratorias y grupos vulnerables	Animales
Las personas sanas pueden presentar irritación en la garganta y vías respiratorias. En caso de entrada de un cuerpo extraño en los ojos, se puede presentar desde conjuntivitis hasta abrasiones severas en la córnea. La caída de la lluvia ácida provoca daños en la piel y ojos.	Las personas que padecen enfermedades respiratorias crónicas, en caso de moderada o abundante caída de ceniza, pueden tener síntomas exacerbados.  Niños y adultos mayores con asma bronquial u otras enfermedades respiratorias crónicas son considerados como grupos de alto riesgo.	En cuanto a los animales, la precipitación severa de ceniza puede ocasionar ceguera en animales de granja o domésticos. Se recomienda mantenerlos dentro de refugios, lejos de la intemperie. Los animales que ingieren agua o alimentos contaminados pueden morir por intoxicación. La lluvia ácida también les afecta la piel.
Fuente: Elaboración propia a base de datos de la Organización Panamericana de la Salud. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias México. Unidad de Preparación para Desastres Químicos, Ministerio de Salud Pública, Ecuador. 2004		

Cuando el manto de cenizas es muy potente, la imposibilidad de alimentarse puede extenderse días o meses, afectando a poblaciones enteras de ganado.

Teniendo en cuenta que el territorio que estamos ordenando está muy cerca, en términos de este tipo

de amenazas, es esperable que una erupción como la de 1932 sea catastrófica para la vida diaria de las personas y para actividades económicas como la agricultura intensiva del oasis o la ganadería extensiva.

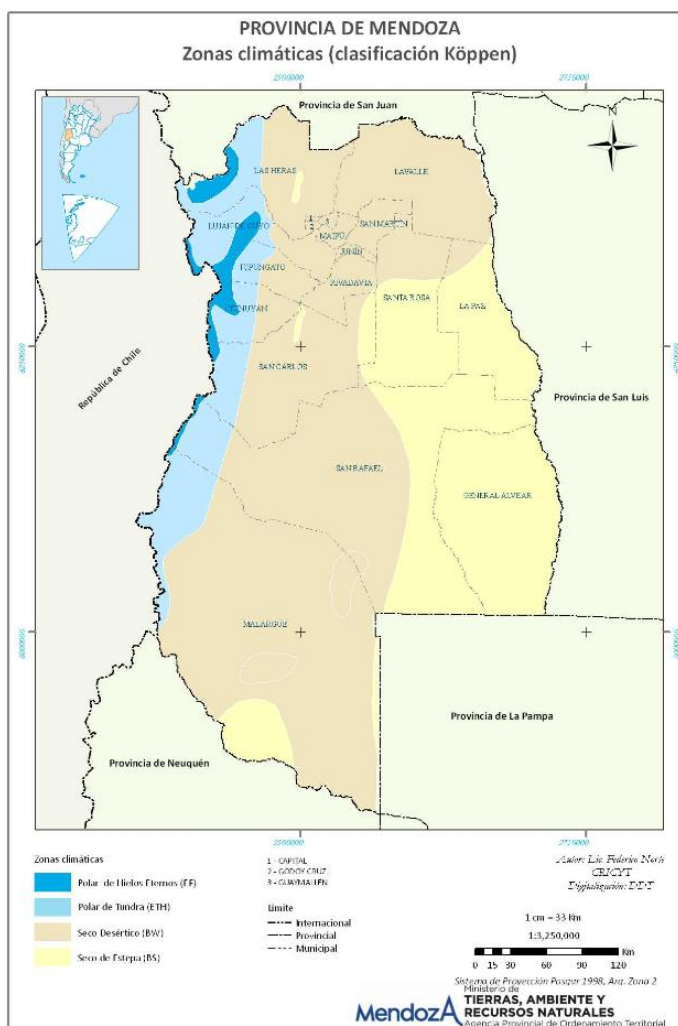
### 7.3. Factores climáticos

La distribución espacial de Tupungato hace que los ambientes sean diversos y ricos, lo que influye en diversos aspectos, como el clima. Contamos con zonas de alta montaña, piedemontes, quebradas profundas, valles intermontanos, valles bajos (actualmente irrigados), cerrilladas, zonas de tierras malas (localmente conocidas como huayquerías). Y todos estos ambientes con sus zonas de transición.

El clima, por lo tanto, incluye al menos las siguientes zonas climáticas (ver mapa siguiente):

- Polar de Hielos Eternos
- Polar de Tundra
- Seco Desértico

#### Mapa N°20 Climáticas, Mendoza



Los riesgos asociados a los factores climáticos en Tupungato son particularmente diversos, ya que están relacionados a los efectos variables de los climas presentes en ambientes tan diferentes. Tenemos amenazas de diversos grados de aluviones, granizo, nevadas, heladas, sequía, inundaciones y viento zonda.

Sin embargo, no todas estas amenazas están presentes de la misma manera ni en la misma extensión en todo el territorio. Por otra parte, como dijimos al comienzo de este capítulo, la concentración de la población en una parte del departamento hace que algunas amenazas naturales sean menos importantes que otras.

### **7.3.1. Heladas**

Las heladas pueden tener un impacto significativo en Tupungato, especialmente en la agricultura, que es una parte vital de la economía local. En eventos recientes, las heladas han causado daños considerables a los cultivos, lo que ha llevado al gobierno provincial de Mendoza a declarar el estado de emergencia o desastre agropecuario en varias localidades, incluyendo Tupungato.

Los productores afectados por heladas tardías y granizo han recibido asistencia y beneficios como la exención del pago del impuesto inmobiliario, cánones de riego reducidos y prórrogas en los vencimientos de créditos otorgados por organismos financieros. Estas medidas buscan mitigar el impacto económico negativo en las economías familiares de los productores damnificados.

En términos específicos, las heladas pueden dañar las plantas al congelar el agua dentro de sus tejidos, lo que puede causar la muerte de las células vegetales y, en consecuencia, afectar el desarrollo y la productividad de los cultivos. Esto es particularmente crítico en Tupungato, que es conocido por su producción de uvas y otros frutos, donde las heladas pueden resultar en pérdidas significativas de producción y calidad.

Como ejemplo podemos apreciar la siguiente tabla, con los datos de la campaña agrícola 2021 – 2022, que demuestra la importancia de las pérdidas por efecto de las heladas.

## ESTADISTICA POR DAÑO DE CULTIVOS

### HELADA - CAMPAÑA AGRICOLA 2021-2022

Departamento	VID		Frutales		Hortalizas		Otros		Total	
	Superf Afect	Sup.Afect. 100%	Superf Afect	Sup.Afect. 100%	Superf Afect	Sup.Afect. 100%	Superf Afect	Sup.Afect. 100%	Superf Afect	Sup.Afect. 100%
GRAL. ALVEAR	2,014.6	1,300.3	3,726.1	3,397.7	47.8	3.9	11.2	0.2	5,799.7	4,702.1
GUAYMALLEN	7.6	1.3	7.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	4.2
JUNIN	881.9	427.1	100.5	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	982.4	484.8
LA PAZ	1.0	0.4	11.4	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	11.2
LAS HERAS	5.6	2.3	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	7.0	2.3
LAVALLE	70.1	43.0	104.2	75.7	0.0	0.0	0.0	0.0	174.3	118.7
LUJAN DE CUYO	119.2	47.3	20.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	139.2	65.1
MAIPU	150.4	50.3	24.2	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	174.6	69.8
RIVADAVIA	1,110.9	506.9	206.5	89.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1,317.4	596.2
SAN CARLOS	240.1	136.9	373.9	305.0	35.9	0.0	6.4	0.0	656.3	441.9
SAN MARTIN	622.0	306.4	171.0	86.7	0.0	0.0	1.0	0.0	794.0	393.1
SAN RAFAEL	4,381.2	2,603.6	10,307.2	8,459.9	31.8	0.0	114.7	4.1	14,834.9	11,067.6
SANTA ROSA	221.3	133.1	167.3	127.8	0.0	0.0	2.2	0.3	390.8	261.2
TUNUYAN	130.1	61.1	1,044.6	838.6	21.1	0.3	0.0	0.0	1,195.8	900.0
<b>TUPUNGATO</b>	<b>141.2</b>	<b>71.2</b>	<b>240.0</b>	<b>170.8</b>	<b>18.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>399.2</b>	<b>242.0</b>
<b>TOTAL PROVINCIAL</b>	<b>10,097.2</b>	<b>5,691.2</b>	<b>16,503.9</b>	<b>13,660.2</b>	<b>156.0</b>	<b>4.2</b>	<b>135.5</b>	<b>4.6</b>	<b>26,892.6</b>	<b>19,360.2</b>

Fuente: Dirección de Contingencias Climáticas - Subdirección Emergencias Agropecuarias - Tecnol. Inform. y Telecomunic. Mendoza - Mayo/2022

### 7.3.2. Aluviones

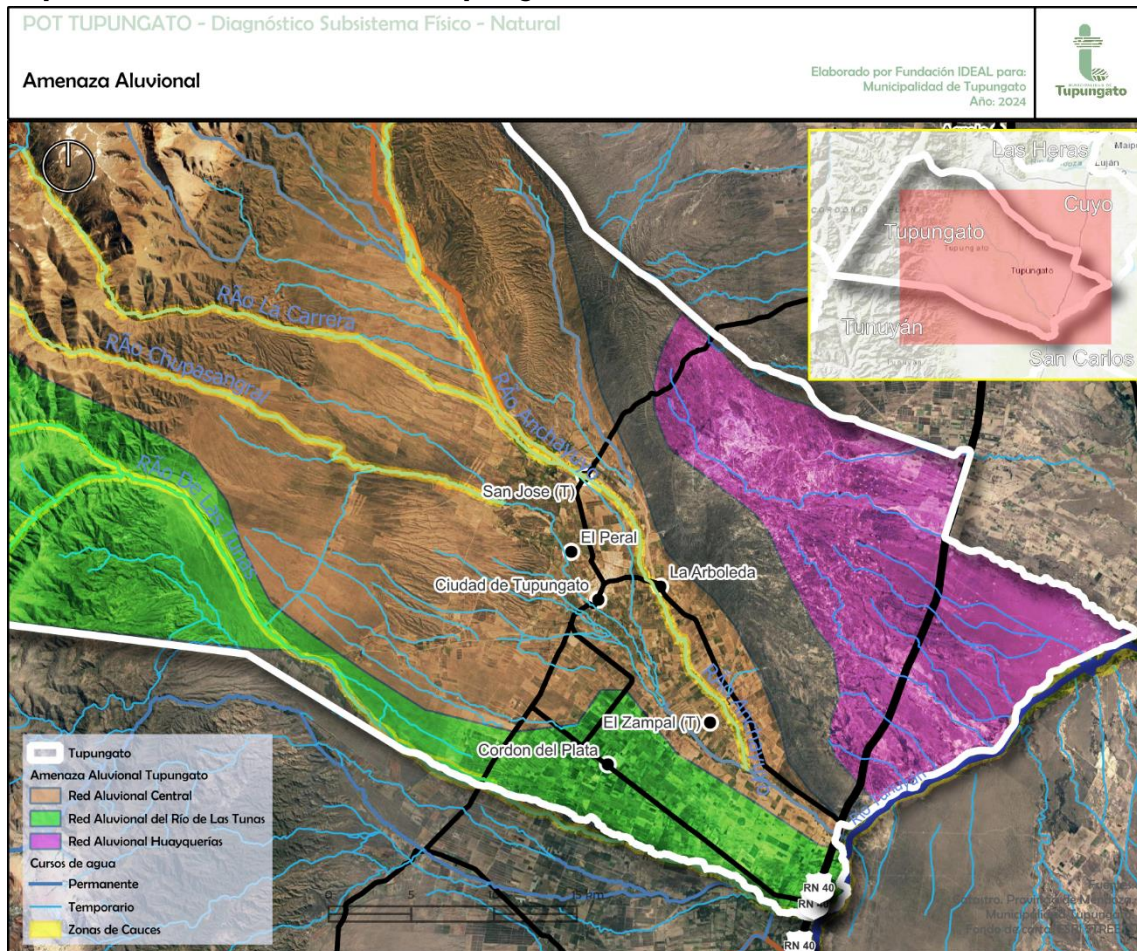
En Tupungato, se han identificado zonas susceptibles a procesos de remoción en masa y aluviones, especialmente en las áreas montañosas y de piedemonte.

Esta información es relevante dado que Tupungato se encuentra en una zona de alta actividad geomorfológica debido a su cercanía con la Cordillera de los Andes, lo que incrementa el riesgo de aluviones y otros fenómenos similares. Además, se reconocen riesgos hidrológicos en la región, asociados a las dinámicas de las cuencas hidrográficas que atraviesan el área.

Estos factores, combinados con las características geológicas y climáticas de la región, subrayan la necesidad de integrar medidas de gestión de riesgo adecuadas para mitigar los impactos de estos fenómenos naturales en Tupungato.

Como se puede ver en el mapa siguiente, la diversa topografía de Tupungato y una serie de complejas redes hídricas resultantes generan diferentes zonas de potencial amenaza aluvional.

## Mapa N°21 Amenaza Aluvional, Tupungato



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

Hay tres zonas diferentes: la zona de huayquerías se destaca por ser una red intrincada de cauces intermitentes, que se desprenden de las cerrilladas norte, y que forman parte del complejo sistema de huayquerías (badlands).

Las otras dos zonas responden a sistemas de drenaje típico cordillerano, provenientes de los faldeos andinos del oeste departamental. Estos se comportan de manera más estable, con algunos cursos permanentes, pero con alto peligro potencial de aluvión, sobre todo en casos de tormentas estivales importantes en zonas de piedemonte o en los valles transversales.

Una posible cuarta zona de análisis es el de los cauces mismos de la red hídrica, que destacamos de manera separada por su condición de cauces permanentes.

### 7.3.3. Granizo

Este fenómeno meteorológico es uno de los más dañinos en la región cuyana. A partir de las tormentas convectivas que predominan en las temporadas de verano, las precipitaciones de granizo son esporádicas y muy concentradas en tiempo y espacio.

Como se puede ver en las fotos adjuntas, tomadas de fuentes varias de internet, el tamaño puede ser muy importante y la potencialidad de daño para las personas, los cultivos, las instalaciones y objetos diversos es muy alta.



En cuanto a la distribución espacial es muy aleatoria y no podemos encontrar un patrón específico que sigan las tormentas o la caída propia del granizo. A pesar de algunos estudios que observan cierta correlación con los valles de ríos (principalmente Tunuyán y Mendoza), la



peligrosidad puede considerarse bastante regular en todo el territorio. Las diferencias aquí estarán dadas por la vulnerabilidad de los oasis y zonas urbanas.

En la siguiente tabla se puede ver, por ejemplo, el nivel de daño de algunos de los últimos registros brindados por la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza. Si bien esto es muy variable de año a año y en términos absolutos los daños son menores que en otros departamentos, Tupungato es claramente uno de los departamentos afectados.

## ESTADÍSTICA POR DAÑO DE CULTIVOS

### GRANIZO - CAMPAÑA AGRÍCOLA 2021-2022

Departamento	VID		Frutales		Hortalizas		Otros		Total	
	Superf. Afect	Sup. Afect. 100%	Superf. Afect	Sup. Afect. 100%	Superf. Afect	Sup. Afect. 100%	Superf. Afect	Sup. Afect. 100%	Superf. Afect	Sup. Afect. 100%
GRAL. ALVEAR	199.3	135.5	334.7	272.8	15.8	2.1	0.0	0.0	549.8	410.4
GUAYMALLEN	19.7	10.8	14.4	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1	21.1
JUNIN	1,747.0	851.8	325.1	162.9	1.5	0.0	5.2	0.4	2,078.8	1,015.1
LA PAZ	46.5	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.5	19.8
LAS HERAS	17.5	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.9	19.0	13.2
LAVALLE	2,143.2	1,490.7	300.2	135.1	245.0	210.9	9.0	2.2	2,697.4	1,838.9
LUJAN DE CUYO	354.2	138.0	9.7	6.7	18.0	12.5	0.5	0.5	382.4	157.7
MAIPU	82.3	18.9	261.4	132.2	10.0	7.8	0.0	0.0	353.7	158.9
RIVADAVIA	3,007.4	1,653.3	154.9	104.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3,162.3	1,757.5
SAN CARLOS	94.8	30.6	11.2	3.5	14.1	7.2	0.0	0.0	120.1	41.3
SAN MARTIN	7,453.0	4,574.3	999.6	520.8	140.3	107.8	10.2	3.5	8,603.1	5,206.4
SAN RAFAEL	472.9	336.9	374.7	312.6	1.6	0.9	4.0	2.3	853.2	652.7
SANTA ROSA	3,665.1	2,349.2	505.9	251.7	19.7	12.4	272.4	192.8	4,463.1	2,806.1
TUNUYAN	178.0	61.7	129.5	73.4	15.0	0.5	1.9	0.0	324.4	135.6
<b>TUPUNGATO</b>	<b>333.9</b>	<b>87.0</b>	<b>358.8</b>	<b>203.0</b>	<b>24.6</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>717.3</b>	<b>290.0</b>
<b>TOTAL PROVINCIAL</b>	<b>19,814.8</b>	<b>11,770.8</b>	<b>3,780.1</b>	<b>2,189.2</b>	<b>505.6</b>	<b>362.1</b>	<b>304.7</b>	<b>202.6</b>	<b>24,405.2</b>	<b>14,524.7</b>

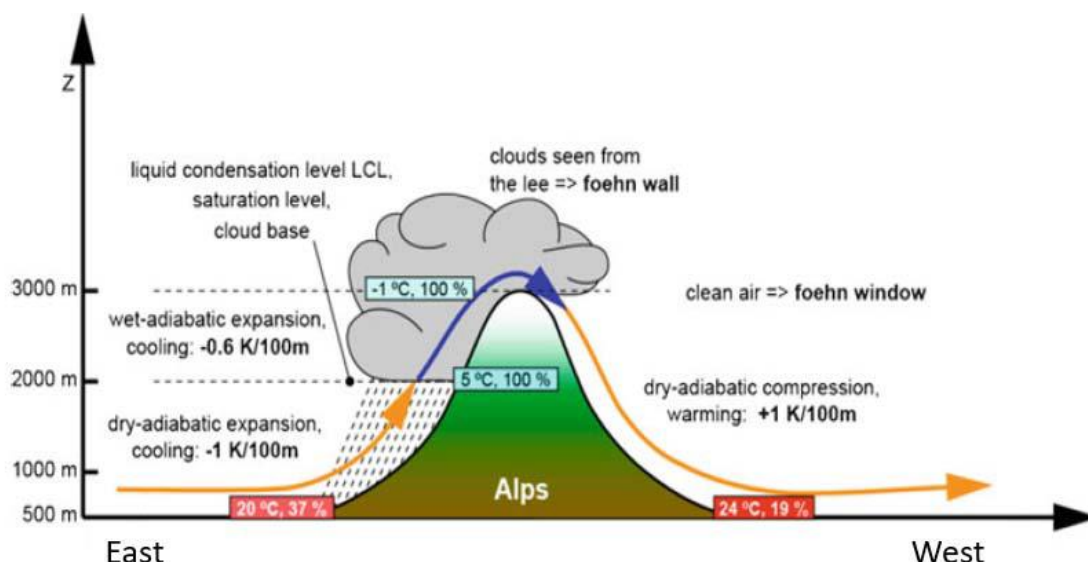
Fuente: Dirección de Contingencias Climáticas - Subdirección Emergencias Agropecuarias - Tecnolog. Inform. y Telecomunic.

Mendoza - Mayo/2022

### 7.3.4 Viento Zonda

Dentro de los fenómenos naturales de tipo climático, uno que es muy característico de la región andina central es el viento zonda. Con esta denominación local (particularmente empleada en Mendoza y San Juan) se hace referencia a un tipo de vientos conocidos como vientos foehn.

Según Federico Otero (Otero, 2018), "las tormentas de viento acontecen a sotavento de las barreras montañosas. Esto ocurre cuando una masa de aire estable es transportada por vientos intensos perpendiculares a la barrera que se incrementan con la altura. Esto ocurre cuando una masa de aire estable es transportada por vientos intensos perpendiculares a la barrera montañosa. Los vientos fuertes son causados por un intenso gradiente de presión, generado por un centro de alta presión a barlovento de la barrera y una vaguada o baja presión sobre el llano a sotavento. El gradiente de presión perpendicular a la barrera se intensifica a medida que el aire descendente a sotavento produce un calentamiento local y, por lo tanto, una disminución de la presión en superficie".



*Descripción esquemática del fenómeno general de Föhn estudiado inicialmente en los Alpes (Chow et al, 2013).*

Según el mismo autor, “Las tormentas de viento pueden iniciar y detenerse repentinamente en un lugar determinado cuando los cambios en la componente de flujo perpendicular a la barrera o en la estabilidad del flujo que se aproxima hacen que cambie la longitud de onda de las ondas orográficas. Sin embargo, el inicio repentino o el cese de los vientos, se debe generalmente a cambios en la posición de una capa de aire frío y poco profundo en el lado de sotavento de las montañas que protege la superficie de los fuertes vientos. (Si la capa de aire frío es muy poco profunda, se pueden alcanzar fuertes vientos en superficie). Los vientos descendentes también pueden alcanzar el suelo si los vientos predominantes arrastran el aire frío lejos de las montañas o si los vientos dentro de la masa de aire frío se debilitan, lo que permite que se deslice por la topografía lejos de las montañas. La tormenta de viento termina abruptamente si la masa de aire frío vuelve a su lugar. Un cese abrupto de los vientos descendentes en un sitio determinado se denomina pausa föhn o pausa Chinook” (Otero, 2018).

En la región central de los Andes las condiciones son perfectas para la ocurrencia de este tipo de tormenta de viento, lo que suele ocurrir durante las temporadas de otoño hasta primavera, con los picos en invierno.

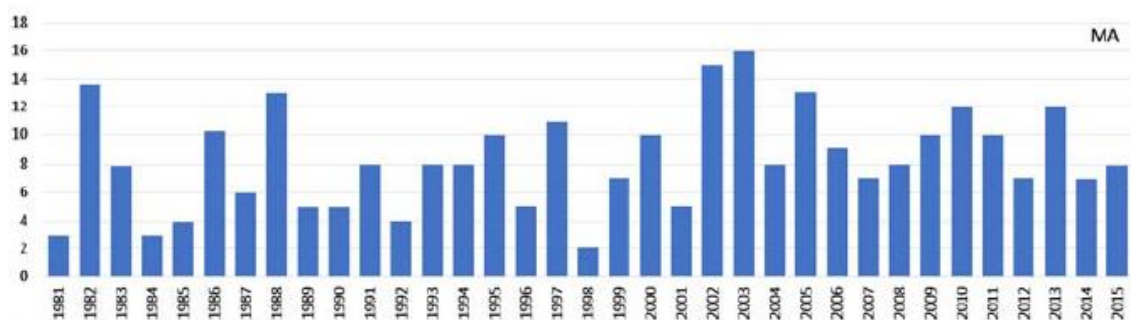
Respecto de la frecuencia y duración de los eventos de zonda, estos son irregulares, con grandes variaciones de un año a otro. Según el texto citado (Otero, 2018), del cual extrajimos los siguientes gráficos, en la estación meteorológica del aeropuerto de Mendoza, en una serie que va desde 1981 a 2015, el promedio de días con zonda por año es de 8,37, con una variación importante según el año. Así encontramos, para la



serie de años analizados, que el año 2003 fue el de mayor cantidad de eventos, con 16, mientras en el otro extremo está 1998 con solamente 2 eventos.

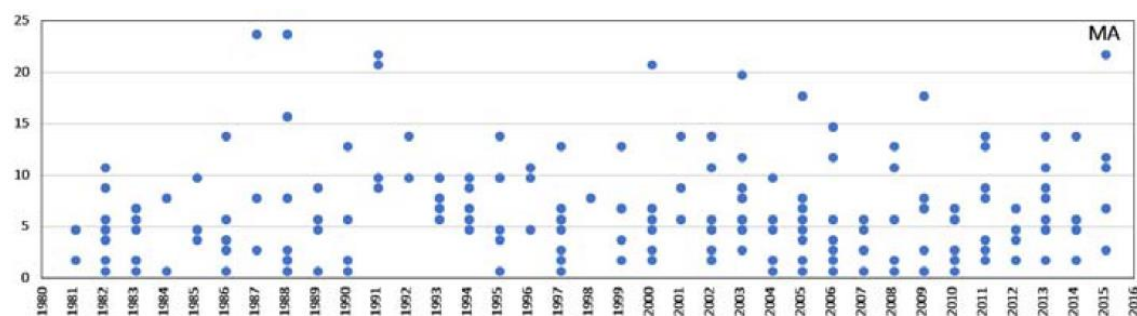
Es interesante notar que en ningún año estuvo ausente este fenómeno, lo que muestra una gran regularidad anual.

En los siguientes



*Cantidad de días con Zonda por año en la estación Aeropuerto de Mendoza.*

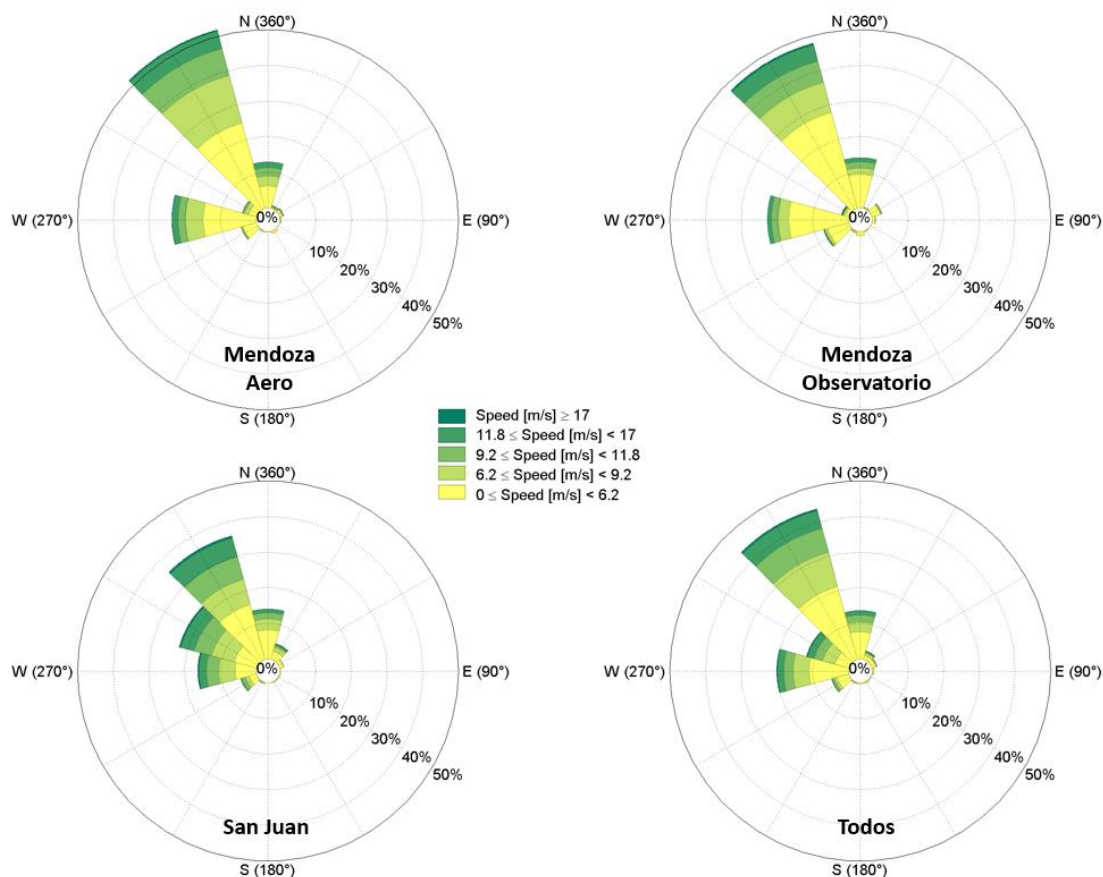
Complementariamente, en el siguiente gráfico se ve la duración de cada evento, mostrando que la gran mayoría se mantiene por debajo de las 10 horas, aunque con notables excepciones que alcanzan a rozar las 25 horas.



*Duración de los eventos en horas para la estación Aeropuerto de Mendoza.*

Respecto de la dirección de los vientos, según el mismo trabajo citado, las estaciones de Mendoza (Aeropuerto y Observatorio) coinciden con un predominio del cuadrante noroeste, con alrededor del 50% de los casos.

En el próximo gráfico se puede ver claramente este comportamiento, que se expresa perfectamente con las características del zonda como fenómeno. Es importante recordar que no todos los días ventosos se relacionan con el zonda, pero que, al revés, el zonda suele provenir, en el norte de Mendoza, de dos cuadrantes diferentes, noroeste y oeste.



Estos vientos, pueden causar daños considerables a lo largo de la interfase montaña-llano. Los vientos dañinos rara vez se extienden más de 25-50 km hacia la llanura adyacente, aunque aún pueden ser fuertes a estas distancias y presentan una serie de riesgos. Los incendios pueden propagarse rápidamente por los vientos, así como inundaciones locales pueden resultar de la fusión rápida de la capa de nieve. El humo, el polvo arrastrado por el viento y las ráfagas fuertes pueden causar malas condiciones de manejo. En las áreas urbanizadas, los daños a los techos, y las ventanas rotas por objetos lanzados por el viento son comunes. Los edificios en construcción y las casas móviles son particularmente susceptibles al daño del viento” (Otero, 2018).

Los efectos biológicos y físicos pueden ser variados y muy profundos. En lo que concierne de la actividad fundamental de la provincia de Mendoza, la agricultura, aparte de la destrucción mecánica y otros efectos indirectos, puede producir la muerte de elementos vegetales a causa de la absorción de la humedad dejando las hojas quemadas. También adelanta la floración y maduración de los frutos exponiéndolos al peligro de las heladas no tardías como tardías. En cuanto a los efectos sobre la salud, son muy contradictorios, y en general produce pereza, desgano, abatimiento espiritual y depresión en la consiguiente disminución en el

rendimiento del trabajo. Y en gente con problemas asmáticos trae graves consecuencias cardiovasculares, como así respiratorias.

Tupungato, por encontrarse recostado sobre la cordillera y en la zona de transición con la llanura, sufre con intensidad este fenómeno. El diagnóstico y las recomendaciones, de todos modos, son similares a toda la región norte de Mendoza.

## 7.4. Factores antrópicos

### 7.4.1. Desertificación

El término desertificación (o el más apropiado término desertización) se refiere a la formación de desiertos por alguna causa, sean natural o antrópica.

Según la Convención Internacional de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (UN CCD) la desertificación es ***“la degradación de las tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”***.

Aclarando los términos según la misma institución (CCD/PNUMA, 1995) tenemos los siguientes:

- **“Tierra”**: constituye el sistema bio-productivo terrestre que comprende el relieve y el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema.
- **“Zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas”**: aquellas zonas en que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares.
- **“Sequía”**: el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción.

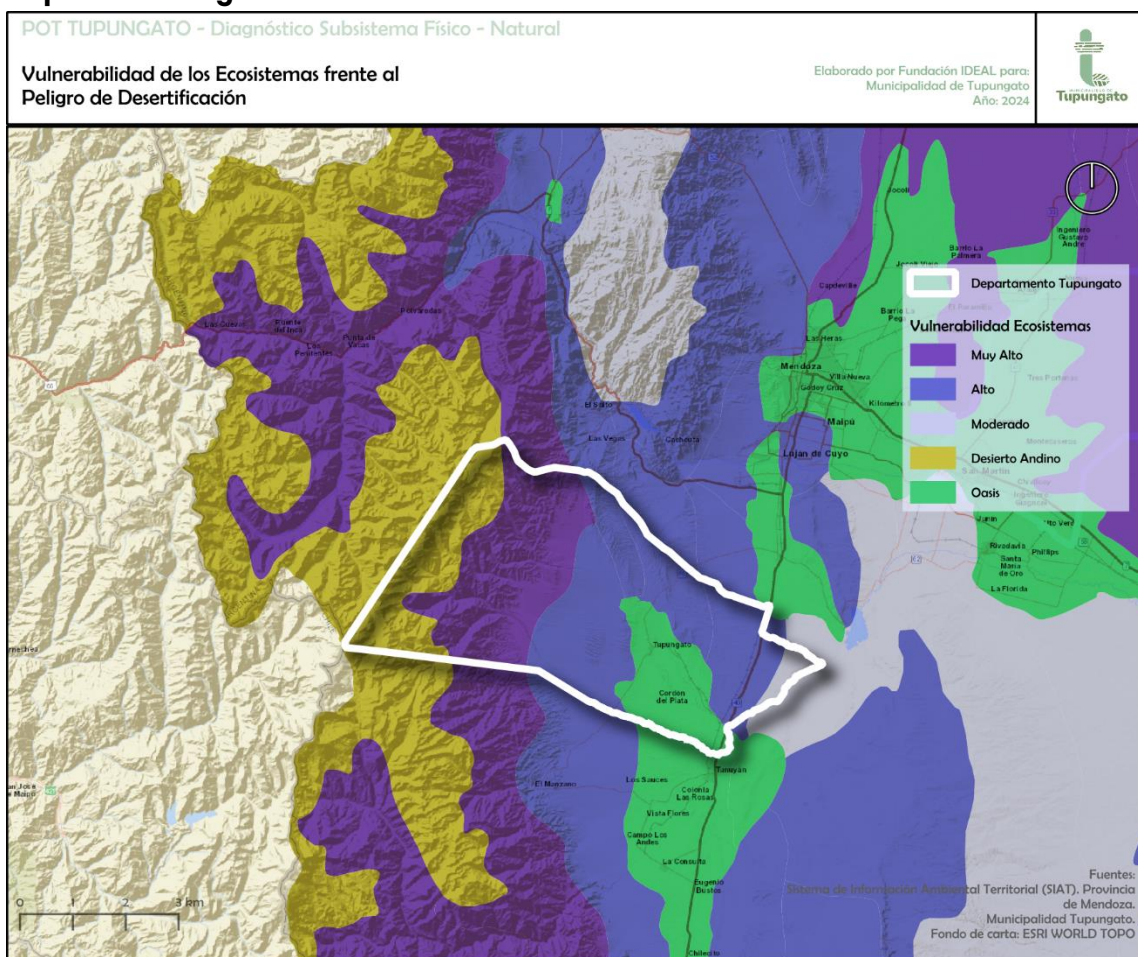
**“Degradación de las tierras”** implica la reducción o la pérdida de la productividad y complejidad biológica o económica de las tierras agrícolas, los pastizales, y las regiones forestadas, y se debe principalmente a la variabilidad climática y a las actividades antrópicas no sustentables. Se produce por una combinación de procesos que actúan sobre el ambiente.

Estos incluyen la erosión hídrica, la erosión eólica y la sedimentación provocada por estos agentes; la reducción a largo plazo de la cantidad o la diversidad de la vegetación natural y la salinización o sodificación de los suelos.

En el siguiente mapa se puede ver la vulnerabilidad del ambiente ante la desertificación, tal cual se encuentra en el Sistema de Información Territorial de la Provincia de Mendoza (SIAT).

En él se puede ver que, sacando los ambientes del Desierto Andino (alta montaña) y las superficies irrigadas del Oasis del Valle de Uco, en el resto del territorio contamos con ambientes de vulnerabilidad muy alta y alta en términos de desertificación.

### Mapa N° 22: Peligro de desertificación



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

Ante esto, es importante centrarse en las causas y consecuencias de la desertificación en Mendoza, que detallamos a continuación adaptando lo expresado oportunamente por Elena Abraham (Elena María Abraham\*. 2002):

- **Causas según la raíz:**
  - Naturales
    - Sequía
    - Sismos
    - Aluviones
    - Vulcanismo.
  - Antrópicas
    - Falta de una propuesta integral de desarrollo sustentable.
    - Debilidad de políticas de desarrollo del árido.
    - Deficientes políticas de relación - complementación oasis/secano.
    - Problemas en la tenencia de la tierra en el secano.
    - Degradación de recursos naturales.
- **Consecuencias**
  - Desequilibrio territorial y falta de equidad social
  - Fuertes procesos de concentración en los "oasis".
  - Pobreza, éxodo y migración rural y suburbana
  - Abandono de las tierras productivas
  - Pérdida de biodiversidad
  - Crecimiento urbano acelerado y no controlado sobre áreas frágiles.
  - Deforestación y sobrepastoreo
  - Inadecuadas prácticas de cultivo
  - Crecimiento urbano sobre áreas frágiles
  - Migración y abandono de tierras

- Deficiente utilización y gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos
- Actividades extractivas (Minería/Petróleo)
- Incendios en ecosistemas de montaña, piedemonte y llanura.
- Pérdida de áreas agrícolas de alto valor económico
- Competencia por el uso del suelo
- Efecto "aguas claras"
- Déficit en la gestión de recursos hídricos
- Contaminación hídrica superficial y subterránea
- Contaminación atmosférica
- Déficit en la gestión de residuos sólidos, urbanos y de espacios verdes

Para la zona de estudio no se encontraron trabajos o estudios detallados, lo que debería ser promovido a partir de las propuestas finales de este trabajo. Sin embargo, se puede inferir que en nuestro territorio la mayor presión sobre los ambientes naturales viene por el lado del avance del oasis, progresivamente, sobre las tierras secas.

También existe una actividad hidrocarburífera histórica en la zona de Huayquerías, en el sector noreste, que puede haber afectado parcialmente desertificando un porcentaje de la superficie, sobre todo aquella ocupada por las locaciones de pozos.

#### **7.4.2. Contaminación**

La contaminación se define como la presencia o introducción en el medio ambiente de sustancias o elementos que causan efectos adversos en los seres vivos y el entorno. Esta alteración negativa puede afectar el aire, el agua, el suelo y el subsuelo, comprometiendo la salud humana, la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

#### **Impacto de la Contaminación en el Territorio**

El impacto de la contaminación en el territorio se manifiesta de varias maneras:

- Salud Pública: Aumenta la incidencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otras afecciones.

- Ecosistemas: Daño a la flora y fauna, alteración de hábitats y pérdida de biodiversidad.
- Suelo: Degradación de la calidad del suelo, pérdida de fertilidad y afectación de la producción agrícola.
- Aguas: Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, afectando el abastecimiento de agua potable y los ecosistemas acuáticos.
- Economía: Costos elevados en salud pública, disminución de la productividad agrícola y pérdida de recursos naturales.

## Clasificación de la Contaminación según su Fuente

La contaminación puede clasificarse en dos categorías principales según su fuente: natural y antrópica.

- Contaminación Natural: Resulta de procesos naturales que ocurren sin intervención humana. Ejemplos incluyen:
  - Erupciones volcánicas: Liberan cenizas, gases y partículas en la atmósfera.
  - Incendios forestales: Producen humo y partículas en suspensión.
  - Tormentas de polvo: Desplazan grandes cantidades de partículas finas a través del aire.
  - Descomposición orgánica: Libera gases como metano y dióxido de carbono.
- Contaminación Antrópica: Proviene de actividades humanas y es la principal preocupación debido a su magnitud y persistencia. Ejemplos incluyen:
  - Industria: Emisiones de gases y vertidos de residuos tóxicos.
  - Transporte: Emisión de gases de escape y partículas.
  - Agricultura: Uso de pesticidas, herbicidas y fertilizantes que contaminan el suelo y el agua.
  - Residuos sólidos urbanos: Generación de basura y su disposición inadecuada.
  - Actividades mineras: Liberación de metales pesados y productos químicos en el suelo y el agua.

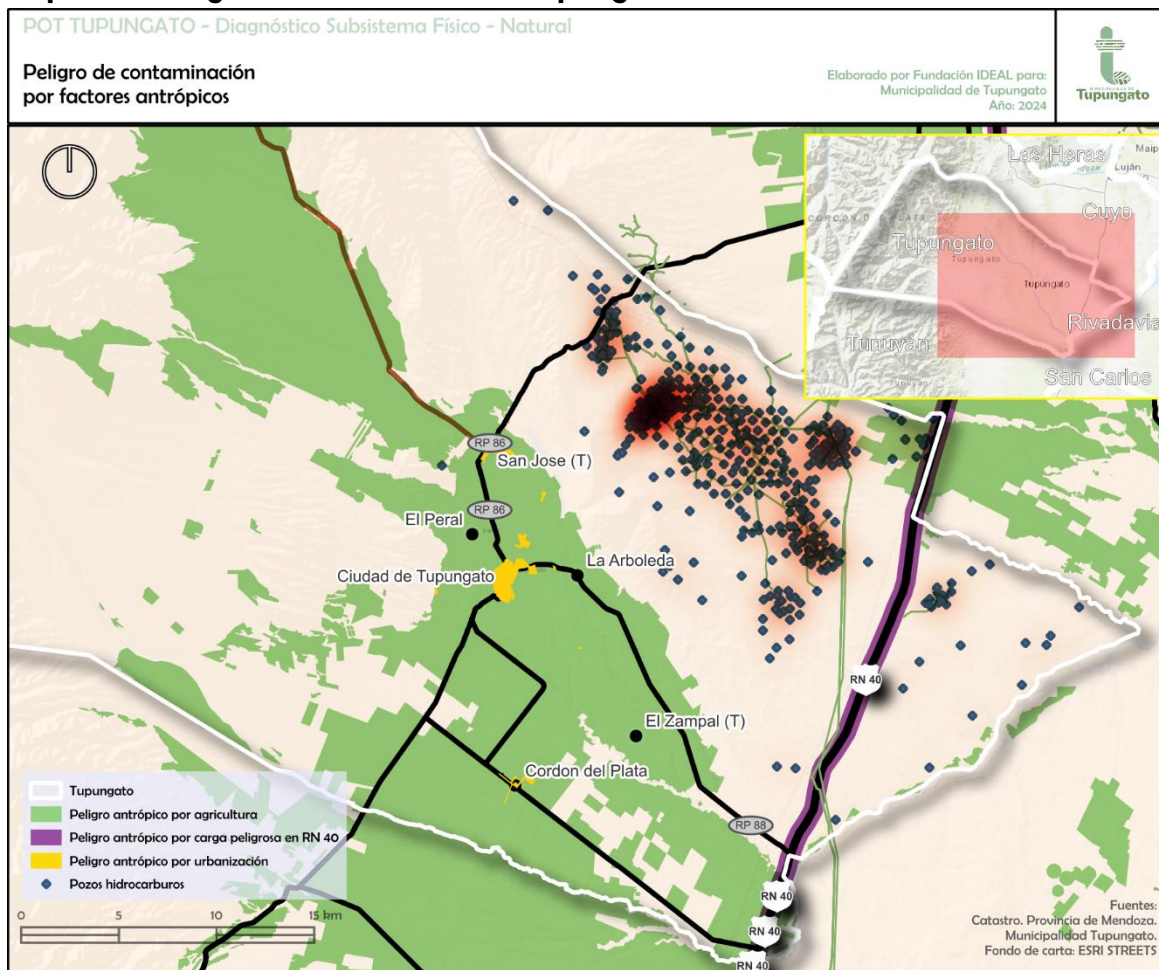
En Tupungato podemos encontrar actividades con potencialidad contaminante, como la agricultura, la actividad hidrocarburífera y el transporte pesado a lo largo de la Ruta Nacional 40.

En áreas urbanas también podemos encontrar actividades potencialmente contaminantes, pero requieren un análisis a escala diferente que no abordaremos en este trabajo.

Respecto de las actividades más peligrosas respecto de la potencial contaminación, en el siguiente mapa se puede apreciar la distribución espacial y las áreas relativas de afectación.

En este mapa se puede ver que la actividad petrolera está concentrada en la zona de Huayquerías del este departamental, mientras que el peligro de contaminación por actividad agrícola responde al oasis irrigado y la zona de peligro de cargas peligrosas acompaña la trayectoria de la Ruta Nacional 40.

### Mapa N°23 Peligro de contaminación, Tupungato



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal base SIAT

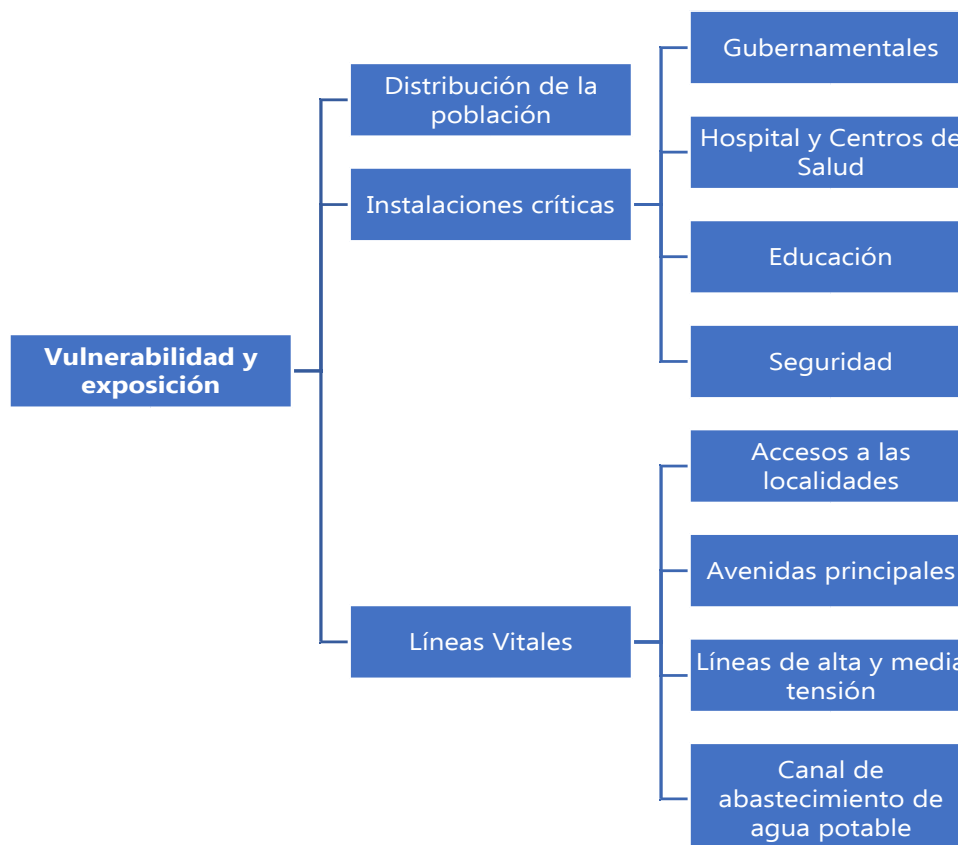
## 7.5. Vulnerabilidad y exposición

Como se dijo al comienzo de este apartado, no hay riesgo si no hay población o activos asociados a un evento natural o antrópico. A un evento natural de magnitud, solamente la presencia de personas, actividades, objetos o instalaciones le imprimen la categoría de riesgo.



Es por ello que conocer los eventos naturales o antrópicos no alcanzan para determinar el riesgo. Para poder conocerlo hace falta estudiar la vulnerabilidad de las personas, actividades o activos presentes en el lugar de estudio.

En el caso del Departamento de Tupungato, abordaremos el concepto de vulnerabilidad y exposición a través de la distribución de la población, las instalaciones críticas y las líneas vitales.



Luego, se concluirá en una clasificación territorial de la vulnerabilidad, determinando zonas de diferente nivel de exposición.

En el siguiente mapa se puede ver un avance de los temas analizados para la vulnerabilidad, sobre todo la distribución de la población, las instalaciones críticas y las líneas vitales.

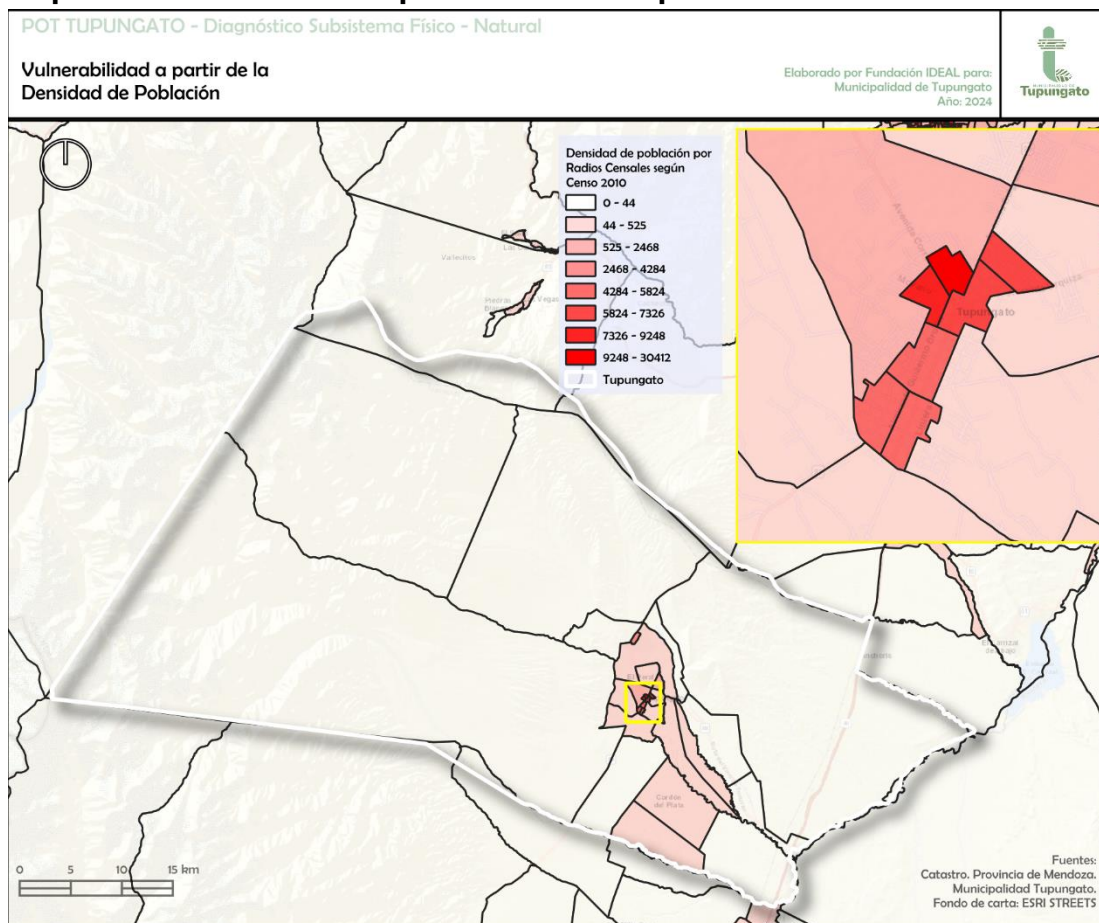
### 7.5.1. Distribución de la población

La distribución y densidad de la población es un factor importante de la vulnerabilidad ante todo tipo de peligro natural o antrópico. Cuanta más población tenemos es mayor el riesgo, y en las zonas urbanas este se suele disparar.

Como se puede ver en los dos mapas siguientes, las zonas urbanizadas, donde se concentra la población, se ubican en el centro-este y sureste del departamento, coincidiendo con la lengua de oasis agrícola que forma parte del Valle de Uco.

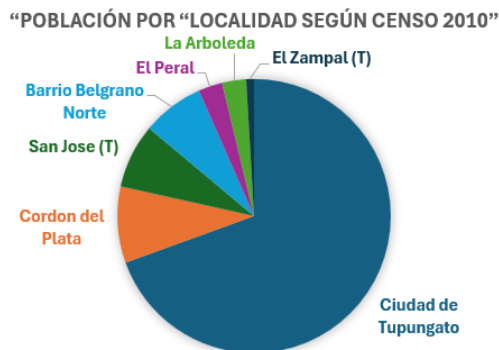
De los dos mapas, el primero, utilizando datos de densidad según radios censales del censo 2010 muestra una distribución marcada por un centro sub-regional, coincidente con la cabecera departamental, y una población rural dispersa, con baja densidad, pero de presencia continua, a lo largo del oasis que se extiende desde el sureste hacia el centro del departamento.

#### Mapa N°24 Vulnerabilidad a partir de densidad poblacional

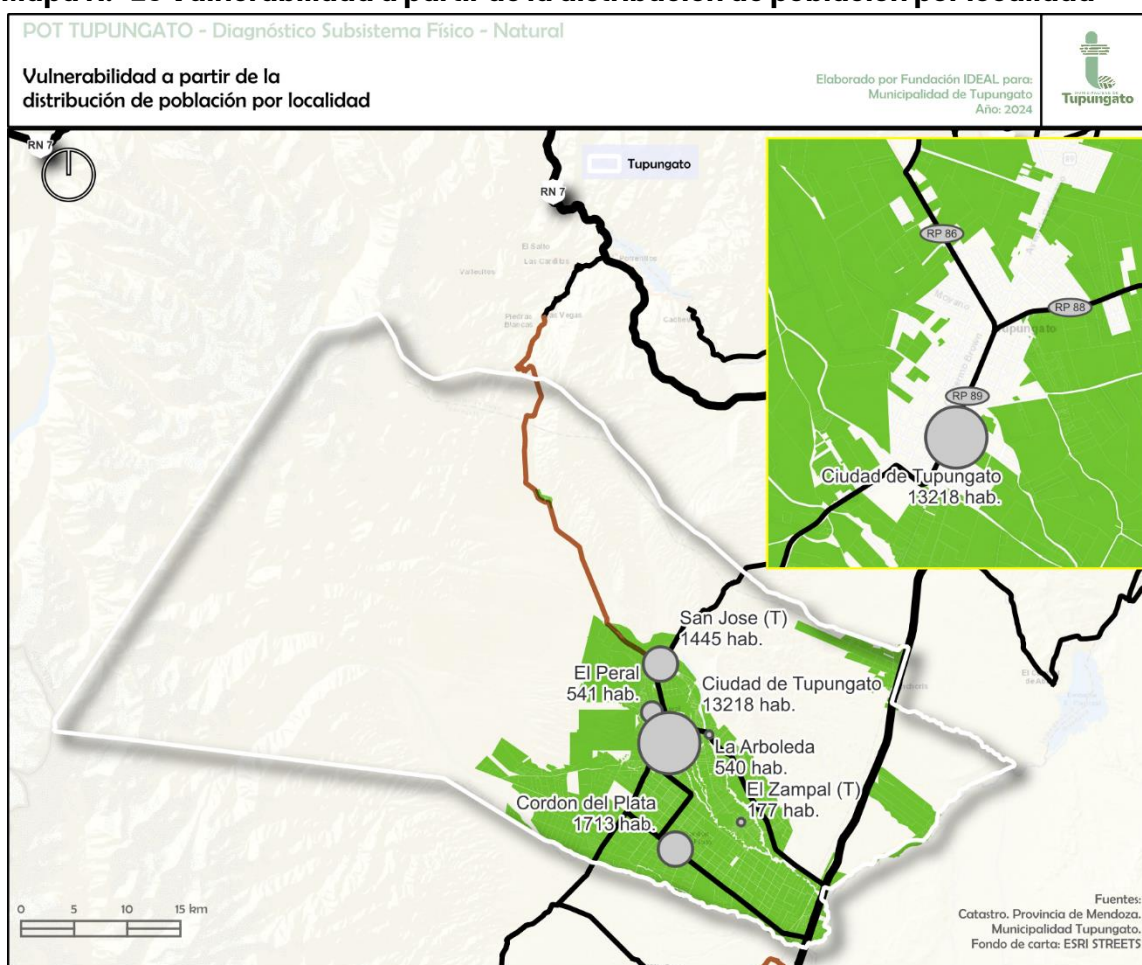


Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal base Área de Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial Tupungato

Utilizando el segundo mapa, con datos de población por localidad según estimaciones que surgen del censo 2010, notamos claramente como la ciudad de Tupungato concentra gran parte de la población del departamento. Esta concentración también se puede ver en el gráfico adjunto, que marca la alta asimetría en las jerarquías urbanas de las localidades de Tupungato.



### Mapa N.º 25 Vulnerabilidad a partir de la distribución de población por localidad



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

Desde el punto de vista estricto de vulnerabilidad, la distribución de la población tiene en Tupungato la característica de contar con dos entornos diferentes, pero con una coincidencia.

Por un lado, tenemos población urbana concentrada en la cabecera departamental y en localidades rurales como Cordon del Plata, El Peral, El Zampal, San José, La Arboleda y Barrio Belgrano Norte. La vulnerabilidad para esta población es muy alta

frente a sismos, erupciones volcánicas (principalmente cenizas en las ubicaciones consideradas), viento zonda, contaminación y, según cada caso en particular, posibles aluviones en cauces cercanos a ciertas localidades

Por otro lado, tenemos población dispersa en ambientes rurales irrigados, a todo lo largo y ancho del oasis agrícola. Esta población, y sus actividades, es vulnerable a sismos (en menor grado que la población urbana), erupciones volcánicas (cenizas), granizo, nevadas, heladas, sequía, viento zonda, incendios y desertificación.

Como se puede apreciar, cada uno de estos dos tipos de distribución implica vulnerabilidades diferentes ante las distintas amenazas. Y las soluciones a sus necesidades son también diferentes.

Pero también dijimos que hay una coincidencia entre ambas, y es la ubicación relativa a las grandes Unidades Ambientales Locales, vistas previamente en este mismo capítulo. Ambas poblaciones se encuentran en ambientes de valles, que además se encuentran irrigados y conforman el actual oasis del Valle de Uco. Esto permite entender a la población y sus actividades como un complejo sistema de vulnerabilidades asociadas, que deben ser atendidas integralmente para bajar los niveles de riesgo directo e indirecto.

## **7.5.2. Instalaciones críticas y líneas vitales**

Otros dos factores de la vulnerabilidad que son imprescindibles analizar son las instalaciones críticas y las líneas vitales, que complementan el análisis con la distribución de la población.

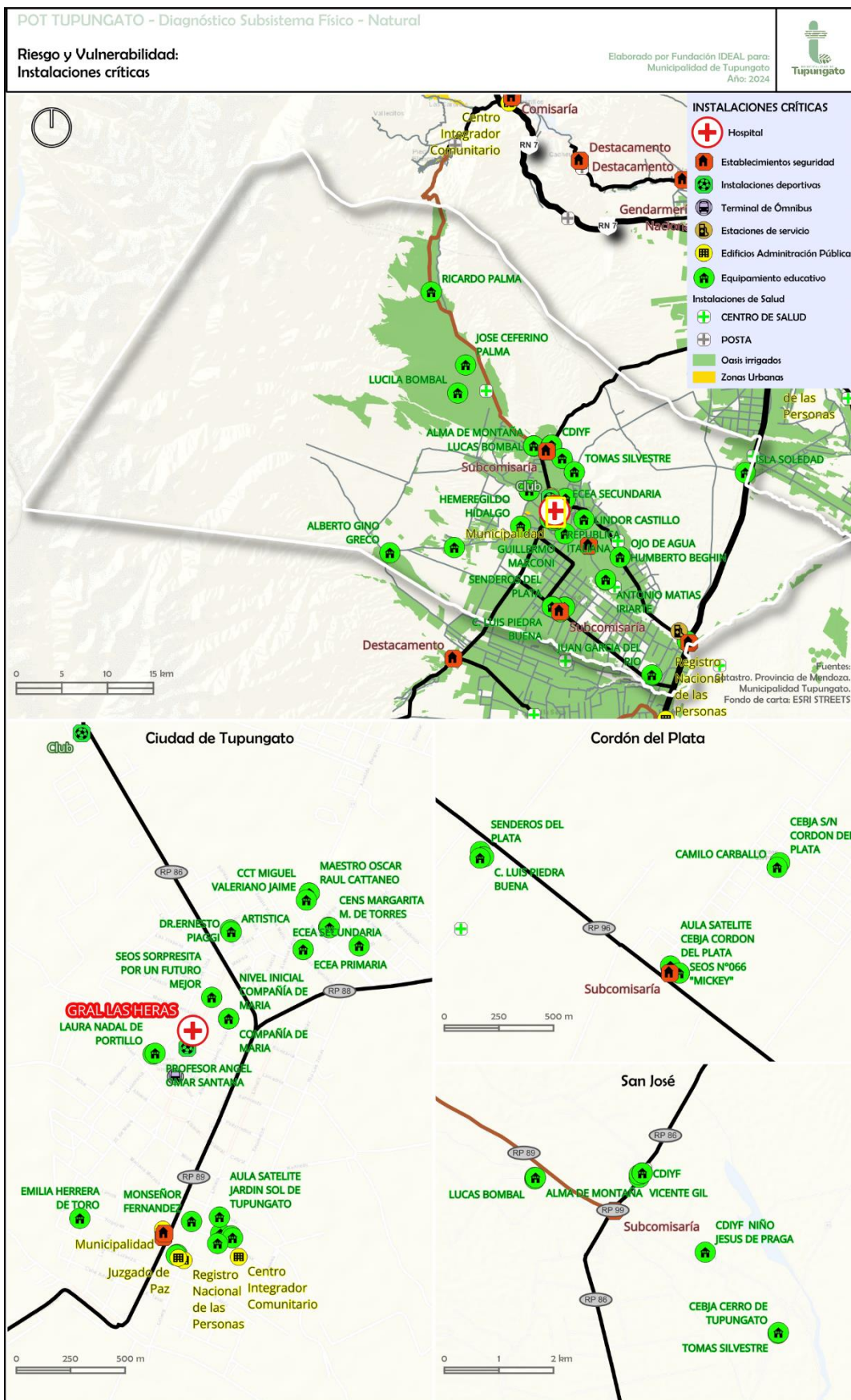
### **Instalaciones críticas**

Respecto de las instalaciones críticas, se trata de todas aquellas instalaciones que ante un evento peligroso (como terremotos, inundaciones, etc.) son requeridos inmediatamente para la atención primaria o que no deben fallar o faltar. Así es como cualquier instalación de salud es fundamental para la contingencia, pero también son las escuelas, los comedores o merenderos, las reparticiones municipales y provinciales, las instalaciones deportivas y la seguridad pública. Adicionalmente, las instalaciones logísticas, sobre todo terminales de ómnibus y similares son fundamentales ante muchos de los eventos desastrosos potenciales.

Como se puede apreciar claramente en el siguiente mapa, las instalaciones críticas siguen el patrón tradicional de concentración en zonas urbanas. Así tenemos gran parte de las instalaciones de salud, administración y educativas en la Ciudad de Tupungato, y en segundo lugar en Cordón del Plata y San José.

El caso especial de las escuelas, hay una gran cantidad de ellas repartidas por el territorio, incluso en zonas alejadas de los centros urbanos, lo que resalta su importancia como instalaciones críticas ante eventos peligrosos de diversas índoles. Es fundamental este aspecto de distribución territorial, ya que en muchas zonas del interior departamental son las únicas instalaciones disponibles para uso en contingencias. Por otro lado, representan también concentración de población altamente vulnerable, como son los niños.

## Mapa N.º 26 Riesgo y vulnerabilidad según instalaciones críticas, Tupungato

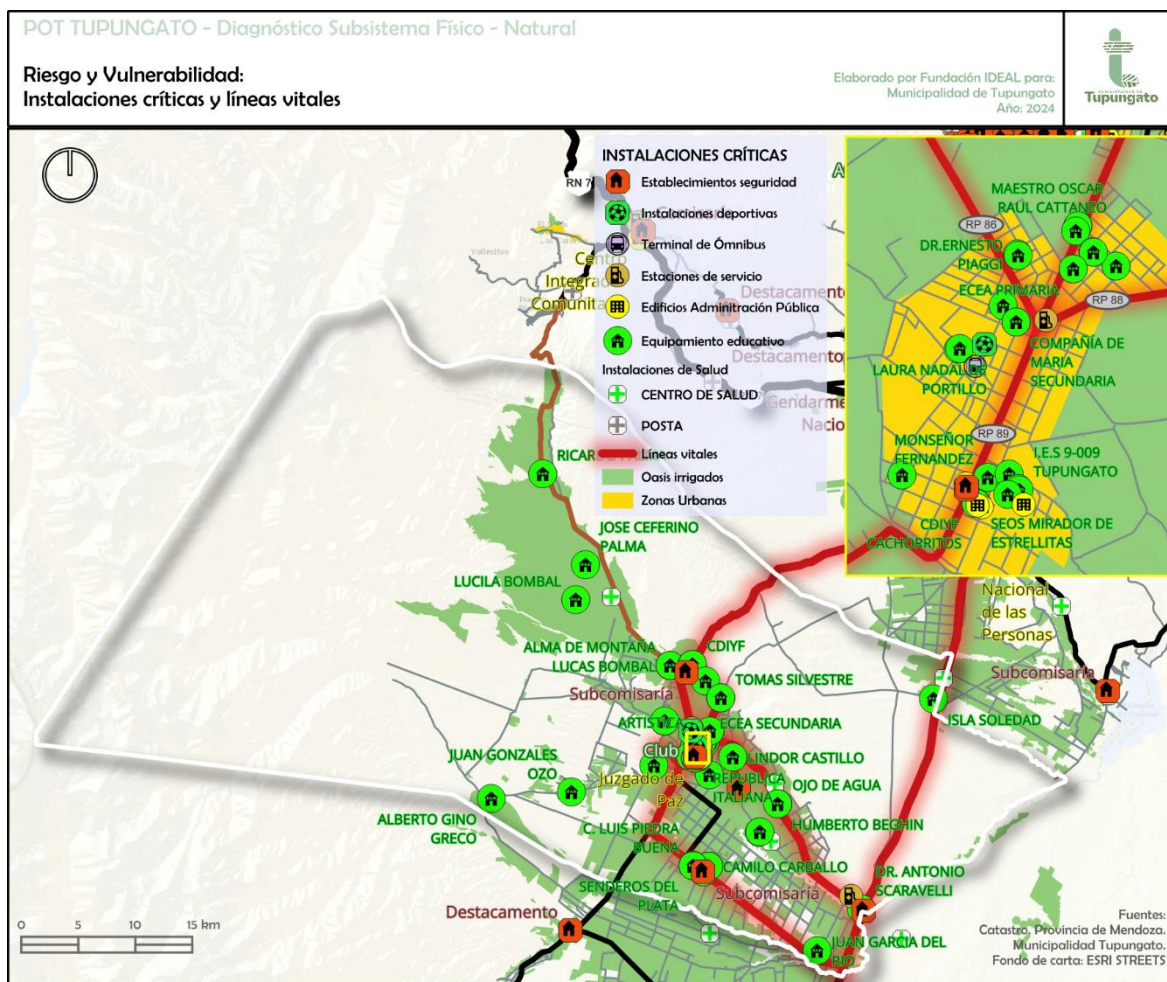


Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

## Líneas vitales

Se consideran líneas vitales a todas aquellas instalaciones lineales, como rutas, calles, vías ferroviarias, acueductos, etc, que cumplen una función crítica para el funcionamiento de un lugar. Todas son importantes para el normal desarrollo del territorio, pero algunas incluso son fundamentales en caso de un evento catastrófico, como puede ser un terremoto o similar.

### Mapa N.º 27 Riesgo y Vulnerabilidad líneas vitales Tupungato



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

En el caso del territorio de Tupungato, como se puede ver en el mapa correspondiente, se trata, por una parte, de los accesos más importantes desde la Ciudad de Mendoza, necesarios para cualquier atención urgente frente a un evento catastrófico o riesgoso. Internamente, en cambio, representan los ejes que comunican las localidades más importantes del departamento, vitales para acceder con la ayuda a la mayor cantidad de población posible.

## 7.6. Clasificación del Riesgo Ambiental

Como se dijo al principio de este capítulo, el riesgo está definido como el producto entre las amenazas o peligros naturales y antrópicos y la vulnerabilidad de la población, sus instalaciones y actividades. En la práctica, esto implica por ejemplo que donde no hay población ni sus actividades o infraestructura, no hay riesgo. Y, en el otro extremo, donde la población es más densa, las mismas amenazas se superponen con una mayor vulnerabilidad y por lo tanto el riesgo es mucho mayor.

Luego del análisis de los factores naturales y antrópicos presentes en Tupungato y su comparación con la vulnerabilidad de la población local, se estableció la siguiente clasificación general del riesgo:

Clasificación del Riesgo para Tupungato:

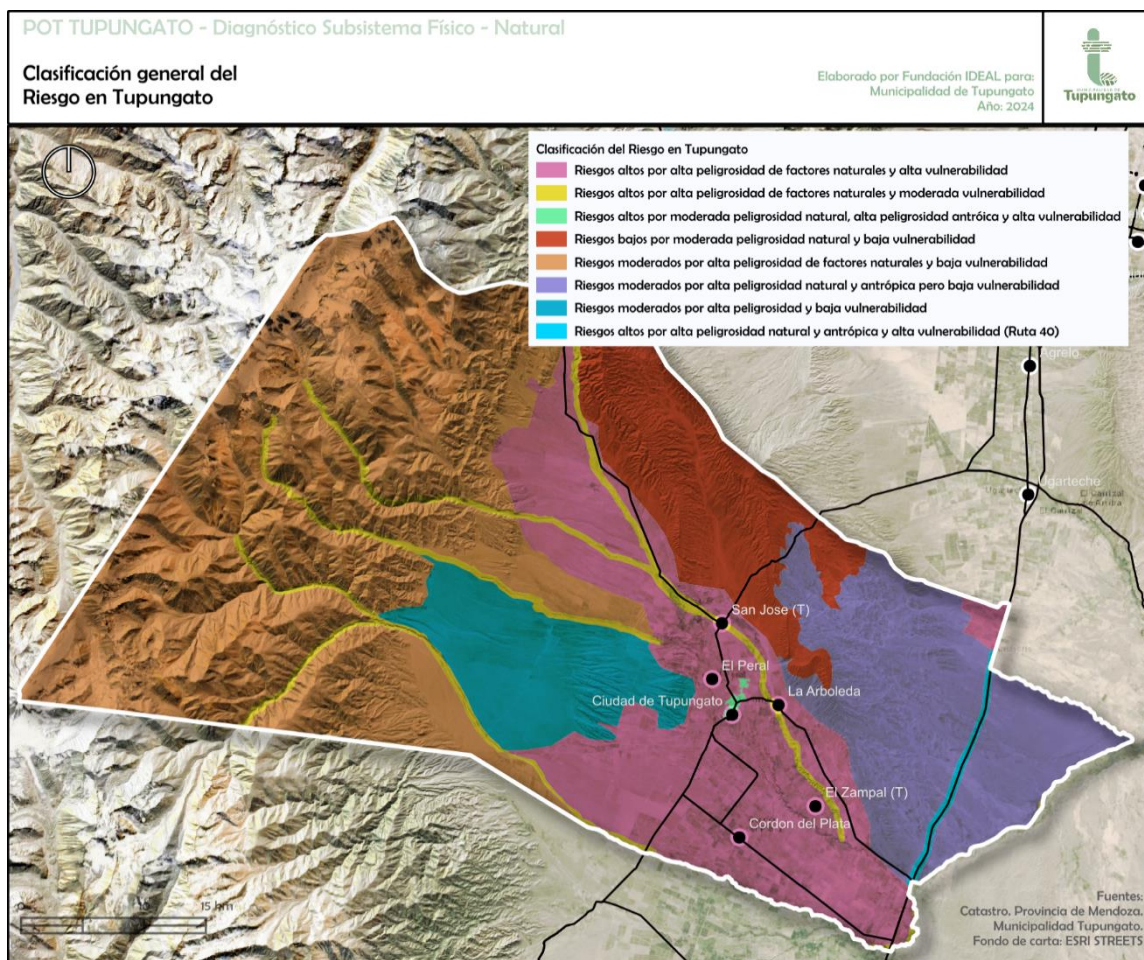
- Riesgos moderados por alta peligrosidad de factores naturales y baja vulnerabilidad
- Riesgos altos por alta peligrosidad de factores naturales y moderada vulnerabilidad
- Riesgos moderados por alta peligrosidad y baja vulnerabilidad
- Riesgos bajos por moderada peligrosidad natural y baja vulnerabilidad
- Riesgos moderados por alta peligrosidad natural y antrópica pero baja vulnerabilidad
- Riesgos altos por moderada peligrosidad natural, alta peligrosidad antrópica y alta vulnerabilidad
- Riesgos altos por alta peligrosidad de factores naturales y alta vulnerabilidad
- Riesgos altos por alta peligrosidad natural y antrópica y alta vulnerabilidad (Ruta 40)

Como se puede ver en el mapa siguiente, el riesgo en Tupungato está muy vinculado a fuertes factores naturales, entre los que encontramos sismos, erupciones volcánicas, remoción en masa, potenciales aluviones, granizos, nevadas, heladas, viento zonda, etc. Algunos de estos factores están vinculados a las diferentes unidades ambientales identificadas en las Unidades Ambientales Locales (UAL) en su sección respectiva de este capítulo. Otras puntuales son regulares en todo el territorio, como el riesgo volcánico de caída de cenizas.

Por otro lado, la vulnerabilidad es muy dispar en todo el territorio, siendo casi inexistente en áreas de alta montaña, muy reducido en las Cerrilladas, bajas o concentradas en Huayquerías (alta en la trayectoria de la ruta 40 pero baja en el resto de la zona), alta en el oasis agrícola, y muy alta en las zonas urbanas de la Ciudad de Tupungato.



## Mapa N.º 28 Clasificación General de Riesgo en Tupungato



Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

El resultado es la existencia de zonas de alto riesgo por la combinación potenciada de alta peligrosidad y alta vulnerabilidad, como es el caso del oasis irrigado o de la ciudad de Tupungato. Otras zonas tienen alta peligrosidad natural pero la baja presencia de población estable o actividades marca un riesgo final bajo o moderado. Este es el caso de las zonas de alta montaña o cerrilladas.

Algo particular es el caso de las Huayquerías, al este de las cerrilladas, por la presencia de una combinación de factores de partida de origen natural y antrópico pero una baja presencia de población.

Otro caso especial a destacar es la zona debida a la presencia de la ruta 40 y algunas actividades en sus proximidades. Allí el riesgo es alto por la suma de las amenazas propia de la dinámica hídrica de las huayquerías sumado a los riesgos de origen antrópico propios del uso de la ruta misma. Y aquí la vulnerabilidad es también muy alta por la gran circulación que provoca este eje regional.

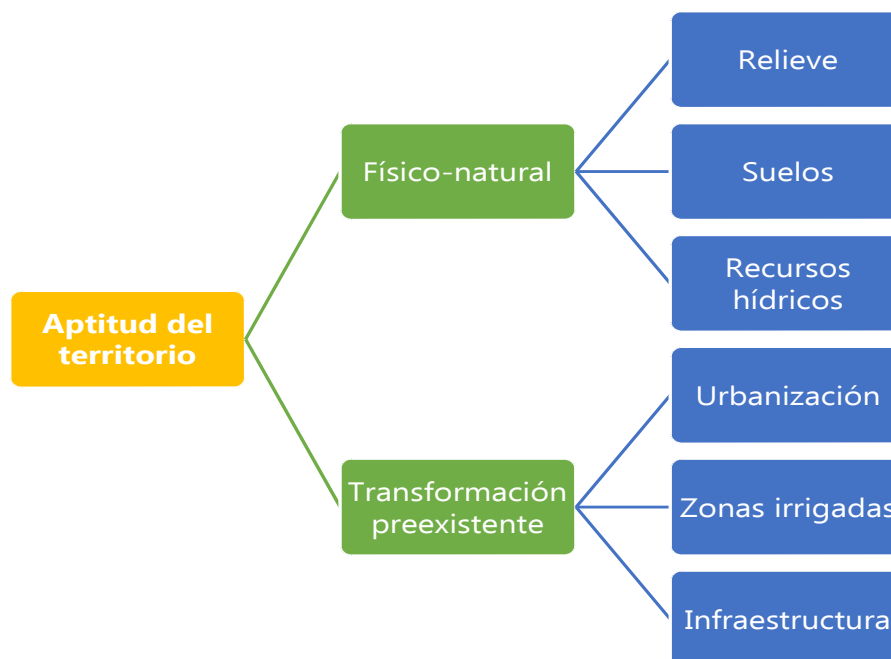
## 6. CLASIFICACIÓN DE LA APTITUD TERRITORIAL

La aptitud territorial es la combinación de potencialidades y limitantes del medio físico y el ambiente para el desarrollo de un territorio. Dependiendo de las características naturales de cada territorio las aptitudes pueden variar notablemente y, por ejemplo, mientras en algunos la topografía puede ser un condicionante de primer nivel en otros puede no influir en ningún sentido.

Por otra parte, en territorios ya transformados total o parcialmente, la aptitud dependerá de la ocupación actual real, en donde es muy diferente considerar variables físico-naturales en zonas urbanizadas, en zonas agrícolas, o en zonas naturales sin ocupar.

Teniendo en cuenta esto, en Tupungato sobresalen algunos factores como la geomorfología, la geología o el riesgo aluvional. Otros riesgos presentes determinan diferencias notables dentro de los límites departamentales, a partir de la distribución de la población y sus actividades (medidos como vulnerabilidad), como el riesgo volcánico, sísmico y los riesgos climáticos (granizo y heladas).

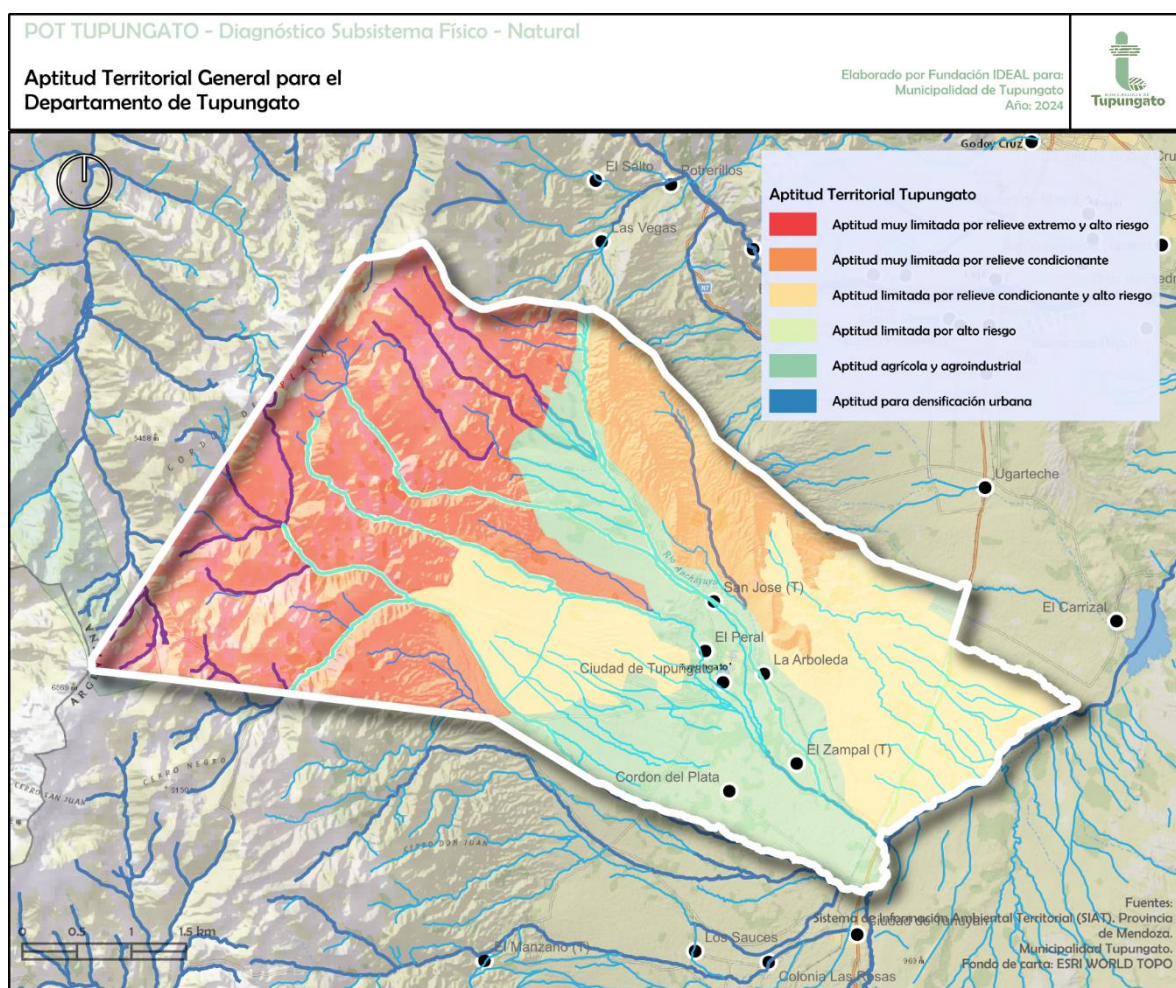
En el siguiente gráfico se puede ver una posible aproximación a la aptitud territorial en Tupungato, con una componente físico-natural y una componente de transformación preexistente.



En base a esta metodología, la conclusión es la de separar la aptitud territorial de los medios con baja ocupación urbana o agrícola de la aptitud en zonas ya transformadas, lo que deriva en un análisis particular de cada uno. Luego, unificando ambas realidades, se propone una clasificación unificada de la aptitud territorial.

En el siguiente mapa se puede ver la clasificación final de la Aptitud Territorial de Tupungato.

### Mapa N.º 29 Aptitud Territorial General. Departamento de Tupungato



\*Fuente elaboración Arturo Elissonde, Fundación Ideal

A continuación, se detalla la situación particular de cada una.

#### **Aptitud muy limitada por relieve extremo y alto riesgo**

Se trata de zonas de alta montaña en donde las condiciones extremas ambientales como relieve general, pendientes, clima frío, riesgos de remoción en masa, etc, determinan un alto nivel de limitante a cualquier actividad o presencia humana.

#### **Aptitud muy limitada por relieve condicionante**

En un nivel un poco más bajo del tipo anterior, estas zonas de cerrilladas también presentan relieves muy limitantes para la mayoría de las actividades y la presencia

humana. Solo por nombrar algunos usos posibles, es imposible la urbanización y los suelos inexistentes hace impracticable la agricultura.

Existen riesgos naturales también importantes que limitan cualquier actividad.

### **Aptitud limitada por relieve condicionante y alto riesgo**

En el caso de dos ambientes diferentes, pero igualmente complejos, las huayquerías del este departamental y el piedemonte de la cordillera reúnen características físicas y ambientales muy limitantes para la mayoría de las actividades. Se suman en estos casos el riesgo asociado a algunos fenómenos naturales o antrópicos, que limitan aún más las condiciones.

### **Aptitud limitada por alto riesgo**

Este es un caso especial, que corresponde a una infraestructura que por su dinámica implica un riesgo siempre potencial. Se trata de la Ruta Nacional 40 y las áreas que la rodean. Si bien existe el riesgo asociado a algunas de las cargas que se trasladan por ella, también se puede gestionar correctamente hasta mejorar sensiblemente la aptitud para numerosas actividades.

### **Aptitud agrícola y agroindustrial**

El oasis actual y algunas zonas no ocupadas pero que están envueltas por zonas irrigadas, permiten por adaptación previa y condiciones naturales aumentar su aptitud para actividades agrícolas y agroindustriales.

### **Aptitud para densificación urbana**

La ciudad de Tupungato, específicamente, es muy apta para la densificación urbana y cierto crecimiento controlado respecto de los límites actuales.

Requiere un tratamiento especial y se recomienda un ordenamiento urbano profundo a partir de este Plan.

## **Conclusiones a la Clasificación de Aptitud Territorial**

Cabe aclarar que esta es una clasificación a escala departamental, general para todo el territorio, lo que no impide que haya situaciones particulares y especiales en lugares puntuales. Esta identificación requiere otro nivel de análisis y debe ser parte de las propuestas de estudios y definiciones posteriores al presente Plan.