

**RECESIÓN GLACIAL Y RECURSOS HIDROLÓGICOS EN LA
CORDILLERA REAL BOLIVIANA: ANÁLISIS DE
PERCEPCIÓN Y COMPORTAMIENTO DE HOGARES
CAMPESESINOS COMO BASE PARA LA ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO**

Dr. Javier Aliaga Lordemann

Msc. Dirk Hoffmann

INTRODUCCIÓN

- Según Hofmann (2010^a,2012), el retroceso de glaciales tropicales ha tenido significativos e importantes impactos sobre el ciclo hídrico, la gestión del agua, la producción agrícola, entre otros.
- El recuso agua proveniente de glaciares:
 - **Rural**: aporta a la irrigación y a los sistemas de agua potable; además nutre bofedales y pequeños ríos.
 - **Urbano**: abastece represas para provisión de agua potable.
- Existe evidencia sobre el impacto negativo del Cambio Climático (C.C.) y retroceso glacial en la producción agrícola (Smit *et al.*, 1996).
 - Helms *et al.* (1996) → efectos del C.C. sobre la actividad agrícola son menores en la medida de que se tomen medidas de adaptación.
 - En Bolivia no existe investigación sobre toma de decisiones y gestión de los **recursos hídricos comunes** frente a escenarios de C.C.

INTRODUCCIÓN

- Por tanto:
 - *¿Cómo cambios en la disponibilidad de los recursos hídricos afecta las decisiones de respeto de uso para la producción agrícola?*
 - *¿Cómo arreglos socio-culturales orientan la asignación de este recurso de uso común, ante una medida de adaptación al C.C.?*
- Boero (2012), determina que el derretimiento glacial podría ser causante de una bonanza hídrica, que en poblaciones rurales agrícolas puede motivar a la extensión desproporcionada de áreas cultivadas.
 - Sin embargo, este fenómeno puede verse disminuido por efectos como la migración rural-urbano y crecimiento demográfico.
- Mediante el desarrollo de juegos de economía experimental, este trabajo busca analizar:
 - “El comportamiento de comunidades agrícolas rurales respecto al uso de agua comunal, en un ambiente de escases generado por el C.C.”

INTRODUCCIÓN

- Zona de estudio: tres comunidades cuya provisión del recurso agua proviene de la **Cordillera Real** en el altiplano de Bolivia.
 - Una comunidad grande o ciudad intermedia, fuertemente vinculadas a centros urbanos pero aún dependiente de la actividad agrícola.
 - Dos comunidades alejadas de centros urbanos grandes e intermedios
- **JUSTIFICACIÓN:** Existen grandes proyectos de infraestructura de riego y agua potable para los principales centros de la zona andina de Bolivia (La Paz y El Alto), que podrían afectar, al margen del C.C., sobre la disponibilidad del recurso agua en comunidades cuya actividad principal es la agricultura.

ANTECEDENTES

- En el país, existe pocos intentos por determinar o aproximarse a los efectos futuros del C.C. sobre diferentes dimensiones como la producción agrícola.
- Urrutia y Vuille (2009), Bradley *et al.* (2006) y Hoffmann y Weggenmann (2013), reconocen que el impacto del cambio climático será probablemente más fuerte en las regiones tropicales de alta montaña.
- En las últimas décadas se ha comprobado que las temperaturas aumentan más a grandes altitudes.
- Efectos del C.C. sobre:
 - Deforestación y cambio a gran escala del uso del suelo.
 - Evapotranspiración → influiría fundamentalmente en la humedad del suelo y en las condiciones de producción.

DERRETIMIENTO GLACIAL

- El C.C. es una realidad en la zona de estudio; donde la temperatura, precipitación y humedad cambiaron notablemente en los últimos 50 años (Vuille *et al.* 2008).
 - El inventario glacial realizado en Bolivia en la década de los ochentas constituye la línea base, con 566 km² de superficie glacial (Jordan 1991).
 - La mayor concentración de ellos, se ubican: Cordillera Real (55%), en la Cordillera de Apolobamba (37%) y en la Cordillera Quimsa Cruz (10%).
 - El país evidencia la desaparición de un gran número de glaciares pequeños y a baja altitud en las últimas décadas.
- De acuerdo a los escenarios de aumento de temperatura para este siglo (Hoffmann & Requena 2012), hacia la mitad de este siglo la mayoría de los glaciares bolivianos habrán desaparecido (Hoffmann 2010b, Painter 2007).

DERRETIMIENTO GLACIAL

- Existe evidencia empírica respecto a otros fenómenos que refuerzan y en algunos casos aminoran el derretimiento de los glaciares:
 - i. Los eventos “El Niño” (Díaz y Graham, 2006; Bradley *et al.*, 2009.), **acentúan** la fusión de los glaciares reduciendo la disponibilidad del recurso hídrico.
 - ii. Cambio de precipitación de nieve por agua líquida, **acelerando los procesos de ablación** del glaciar (Favier *et al.*, 2004b)
 - iii. Durante los ciclos secos y cálidos del ENOS, se observa una elevación de la altitud de la línea de equilibrio del glaciar, mientras que durante los ciclos húmedos y fríos “La Niña”, la línea de equilibrio esta a niveles más bajos, **aliviando el derretimiento** (CAN-SG *et al.*, 2007; PNUD Bolivia, 2011; PNCC 2009).

FUNCIÓN DE LOS GLACIALES

- En el área rural de Bolivia, el agua de los glaciares aporta a:
 - Diferentes sistemas de agua potable (de las poblaciones más grandes)
 - Sistemas de irrigación existentes, como también nutren a los bofedales y pequeños ríos y quebradas, que tienen importancia para la biodiversidad, para la labor agrícola y como fuente de agua potable para los comunarios.
 - Los glaciares tropicales, en un escenario de cambio climático se ven sobre abastecidos de recursos hídricos a corto plazo y es a largo plazo cuando se ven afectados por sequias.

ADAPTACIÓN AL C.C.

- En Bolivia, se evidencia cambios en la duración del ciclo de crecimiento de los cultivos y aumento en la vulnerabilidad a los periodos de sequía de cultivos andinos como la papa.
- Según Aliaga (2010), los eventos extremos climáticos en los últimos diez años han afectado el rendimiento y la producción de alimentos, generando presiones inflacionarias y la necesidad de adaptarse al C.C.
- A nivel global, las medidas de adaptación al C.C. han sido:
 - Cambios en las variedades cultivadas.
 - Cambios en las fechas de cultivo.
 - Mejoras en los sistemas de irrigación.
- Bradshaw *et al.* (2004), sostiene que en el sector agrícola la adaptación es una respuesta a la variabilidad y al C.C., sin embargo se desconoce la forma en la cual cada agricultor decide adoptarlas.

ADAPTACIÓN AL C.C.

- Según Mount (1994), el comportamiento social determina cuales son las opciones adoptadas frente al C.C.
- En Milinski et al. (2006; 2008), mediante juegos experimentales, los autores encuentran que las personas mejor informadas sobre el cambio climático y sus efectos, realizan mayores contribuciones para la conservación del clima.
- Respecto al uso de agua, Ward y Pulido-Velázquez (2008) encuentran que la inversión en sistemas más eficientes de irrigación no necesariamente lleva a una disminución en el consumo, pues el agricultor percibe que al utilizar menos agua por unidad de área con el nuevo sistema

MANEJO DEL AGUA

- Aumentos significativos de temperatura y cambios en los patrones de precipitación tendrán fuerte impacto en el tamaño y la distribución de los glaciares tropicales y bofedales de Bolivia, la integridad de ecosistemas y la disponibilidad de agua para consumo humano y para el riego.
- Esto significará la progresiva pérdida de masa de los glaciares en Bolivia y el aumento temporal de los caudales de los ríos, para luego entrar en una fase de disminución abrupta, especialmente durante la época seca, que es cuando el agua de los glaciares garantiza un flujo mínimo de caudal en muchos lugares (Ramírez, 2006).

JUEZ DE AGUA

- En Bolivia la gestión de los recursos hídricos, especialmente en las zonas rurales, viene haciéndose de forma autónoma y sin ningún tipo de intervención.
- Esta situación ha permitido el desarrollo de formas locales de gestión y de creación de derechos basadas en principios y valores culturales diversos. Los usos, costumbres y servidumbres indígenas, son la base de sus derechos sobre el agua.
- Existe, como primer elemento de estas tradiciones, una **“lógica socio territorial y uso del agua”**, que hace referencia a la reivindicación de la comunidades sobre las fuentes de agua que se encuentran en su territorio comunal.
 - Los derechos de acceso al agua dependen de la pertenencia del individuo a la comunidad, pero también de sus aportes en mano de obra o dinero para la construcción de infraestructura

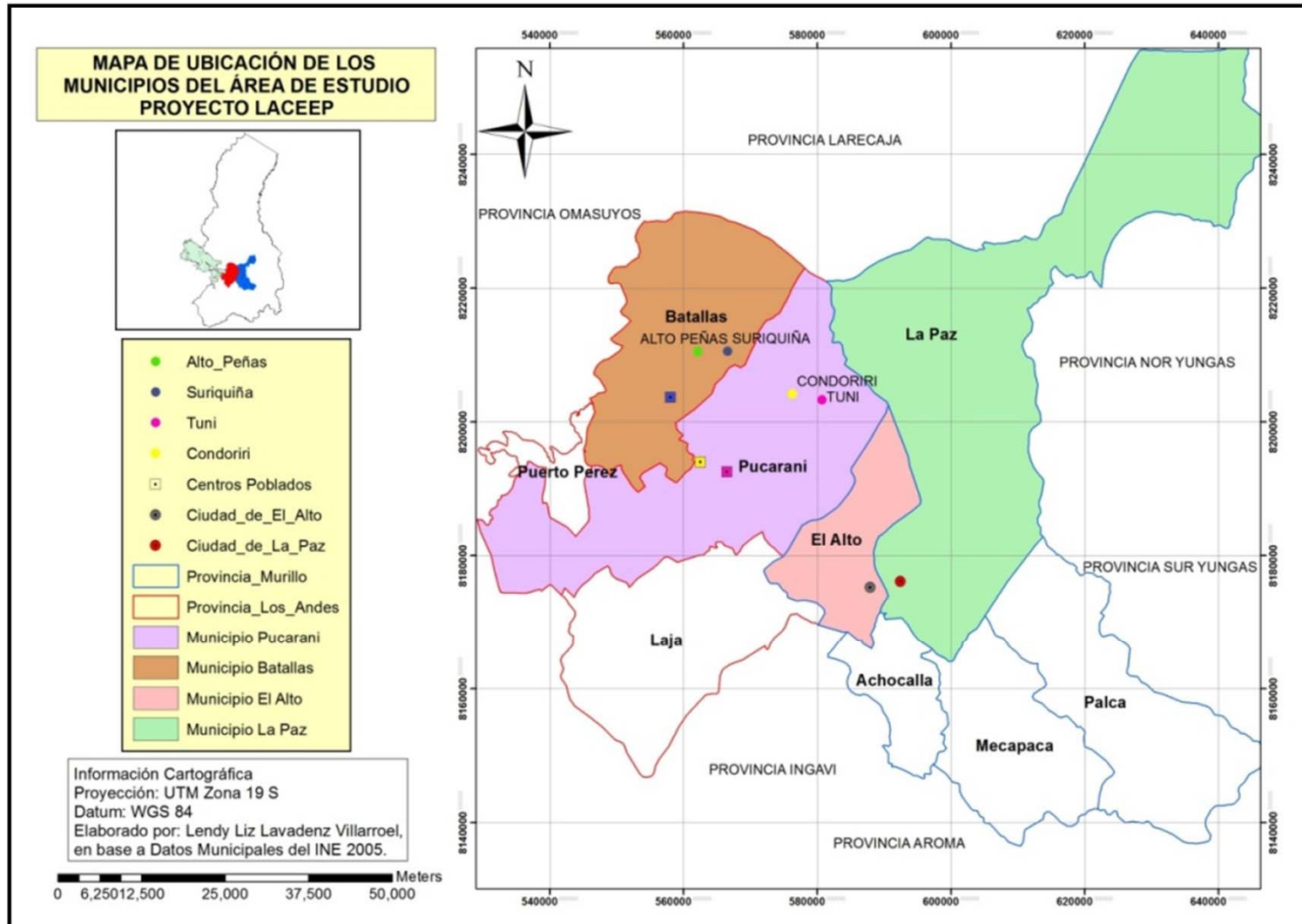
JUEZ DE AGUA

- Un segundo elemento importante está relacionado con **“la forma particular que adopta la gestión del agua”**, que depende del entorno físico, social, cultural, económico y político, en que se desarrolla.
- Un tercer elemento son **“los derechos y niveles de reparto de agua”**, así como las jerarquías dentro la organización. El nivel superior de gestión es el de sistema, pero puede darse el caso que sea la cuenca.
 - Por su parte los subniveles van desde las zonas, comunidades y grupos de usuarios hasta el nivel de familia. Es claro que la gestión campesina gira en torno a la comunidad y la familia, aunque también existen otras instancias como las “asociaciones de riego”.
- Un cuarto elemento es **“la distribución y organización”** que está relacionada con los derechos.
 - Según Gerbrandy y Gutiérrez (1996), los criterios básicos de distribución en las comunidades andinas son: equidad, transparencia, flexibilidad y autonomía.
 - Por lo general existen varios niveles e instancias de distribución de agua (i.e. sistema, zonal y comunal). A nivel de la comunidad, estas instancias pueden formar parte de las organizaciones que asumen la distribución del agua o entidades especializadas.

ZONA DE ESTUDIO

- Abarca aproximadamente 1.150 km² y se encuentra en la parte sur de la Cordillera Real al noroeste del área metropolitana de La Paz y El Alto.
- Corresponde a los Municipios de La Paz y El Alto en la Provincia Murillo y los Municipios Pucarani y Batallas en la Provincia Los Andes y una pequeña parte del Municipio de Guanay en la Provincia Larecaja.
- Dentro de la zona se encuentran las comunidades de:
 - Alto Peñas y Suriquiña, se encuentran en la cuenca del Valle Hichu Khota (Río Jawira) y el Valle de Palcoco (Río Linc), principalmente con glaciares de la cuenca alta

ZONA DE ESTUDIO



FUENTE: Elaboración Lavadenz (2013).

ZONA DE ESTUDIO

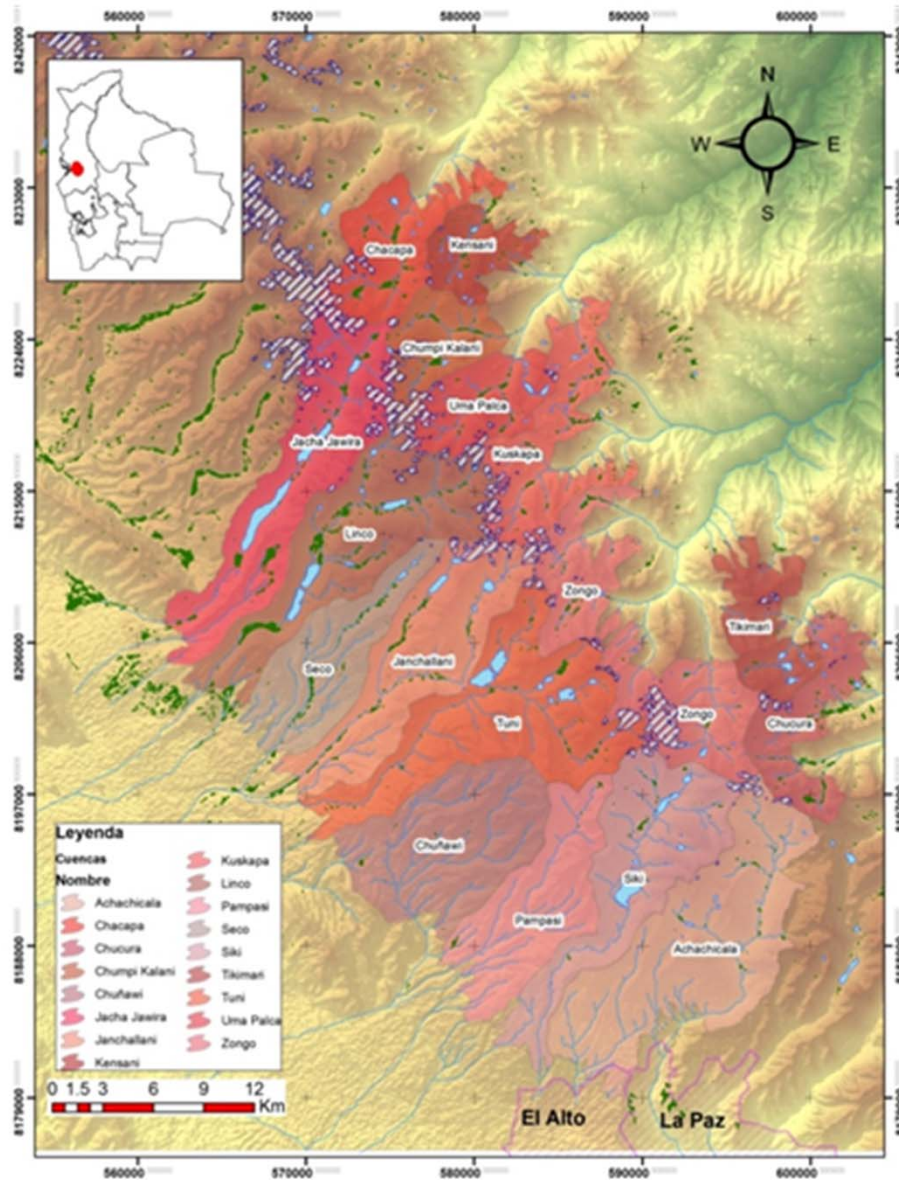
Nombre de la comunidad	Número de familias	Altitud en m.s.n.m.	Tipo de organización	Forma de manejo del suelo
Tuni (Chuñavi)	50	4.437 – 3. 850	Ayllu Indígena Originario	manejo comunal en la parte de <i>ayllu</i> ; manejo individual en la parte del sindicato agrario
Condoriri (Palcoco)	40	4.588	Sindicato campesino	manejo no comunal y manejo comunal
Alto Peñas	70	4.500 –3.900	Sindicato campesino	Manejo no comunal
Suriquiña	85	4.600-3.850	Sindicato campesino	Manejo no comunal

FUENTE: Lavadenz (2013).

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

- Los recursos económicos en estas comunidades tienen principalmente origen agropecuario, la población se dedica a la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino, camélido, principalmente en las partes altas.
- La producción agrícola como tubérculos y cereales en las partes bajas de la comunidad, siendo éstas importantes fuentes de ingreso económico.
- Las comunidades están organizadas en sindicatos agrarios y *ayllus*.
- La organización sindical está a la cabeza de una Central Agraria que está formada por un conjunto de Sub Centrales y estas a su vez por un conjunto de comunidades, que incluyen a las comunidades de estudio Suriquiña, Alto Peñas y Condoriri (Palcoco).

RECURSOS HÍDRICOS



TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- Hardin (1986) hace referencia a la “Tragedia de los comunes”.
- Situación en que se espera la degradación del ambiente cuando muchos individuos usan un recurso escaso de forma común (o simultáneamente).
- Esta idea se basa en la premisa que, la *búsqueda del beneficio individual se traduce en la generación de un costo para el resto de los usuarios*.
- “...la libertad en los bienes comunes conlleva a la ruina para todos” (Hardin, 1986), porque existe un uso desmesurado de los recursos de propiedad común.

TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- El análisis estándar de la ciencia económica concluye:
 - Cuando un número considerable de usuarios tiene acceso a un recurso de propiedad común (*common-pool resource*), por lo general, el total de unidades extraídas del recurso será mayor al nivel económico óptimo de extracción de forma considerable (*Clark, 1976 y Dasgupta y Heal, 1979*).
- El uso o explotación de un bien o recurso de libre acceso, conlleva un beneficio individual pero implica un costo para la colectividad.

TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- Ostrom (1990), los recursos comunes se pueden definir como:
 - “...un sistema de recursos naturales o de origen humano que sean lo suficientemente grandes como para que sea costoso (pero no imposible) excluir a los beneficiarios potenciales de la obtención de beneficios de su uso”.

		Acceso	
		Excluible	No excluible
Uso	Rival	Bienes privados	<u>Recursos comunes</u>
	No Rival	Bienes tipo club (<i>Club goods</i>)	Bienes (públicos) colectivos

FUENTE: Ostrom (1990)

TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- Para Ostrom, el trabajo de Hardin describe el límite extremo de un “recurso de acceso abierto” o “recurso común”, similar a la pesca en mar abierto.
- En su perspectiva, los usuarios de un recurso común a menudo tienen éxito en el establecimiento de sistemas de reglas y procedimientos para prevenir el uso excesivo y la degradación de los recursos.
- Toma como ejemplo los casos donde se ha logrado controlar y restringir el uso excesivo de los recursos como los sistemas de riego en España y las praderas de las montañas y pastos en Suiza.

TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- Identifica cinco características comunes en los sistemas de recurso común con administración exitosa:
 - i. El recurso común y sus usuarios deben estar claramente definidos.
 - ii. Los usuarios deben participar en la adopción de normas que se adapten a las condiciones locales, y estas no pueden ser anuladas.
 - iii. Los monitores deben ser responsables ante los usuarios, y en lo posible ser usuarios.
 - iv. Deben existir sanciones moderadas para los infractores y mecanismos para resolver los conflictos.
 - v. Un recurso común menor puede anidarse en un sistema mayor.

TRAGEDIA DE LOS COMUNES

- Surge otro dilema:
 - búsqueda de la alternativa adecuada sobre la administración de los recursos de propiedad común, que prevengan la tragedia de los comunes.
 - i. La primera relacionada con un control del Estado semejante al Leviatán de Hobbes
 - ii. privatización de los recursos de propiedad común para evitar la mencionada tragedia de los comunes.

Ambas según Ostrom (1990) no responden adecuadamente al problema de los bienes comunes.

JUEGOS EXPERIMENTALES Y RR. COMUNES

- Diversos experimentos han examinado el comportamiento humano bajo dilemas sociales relacionados con la extracción de recursos de uso común:
 - Ostrom et al., 1992; Ostrom et al., 1994; Casari y Plott, 2003; Cárdenas y Ostrom, 2004; Cárdenas et al., 2004; Velez et al., 2005; Alpízar et al., 2007; Moreno-Sanchez y Maldonado, 2010.
- Se provee una guía inicial para ordenar los múltiples tipos de variables que pueden afectar la toma de decisiones individual cuando se enfrentan dilemas de cooperación.
- Dependiendo del contexto que los individuos enfrentan, ellos pueden profundizar un poco más en un conjunto de niveles de información que es relevante para sus decisiones.

METODOLOGÍA

- Modelo desarrollado por Bernal *et al.* (2013), contempla una función de pagos:

$$\pi_i = f(x_i) + g\left(s, \sum_i x_i\right) = \alpha x_i - \frac{\beta x_i^2}{2} + \gamma \left(s - \sum_{i=1}^n x_i\right)$$

Donde:

- $f(x_i)$ ingreso individual por el uso directo del recurso agua.
- α precio de extracción
- β costo asociado a la extracción
- x_i unidades del recurso
- $g\left(s, \sum_i x_i\right)$ externalidad originada por la extracción grupal sobre los beneficios individuales, medida del grado de afectación dada la característica de *bien comunal* del recurso

METODOLOGÍA

- Determinando:
 - EQUILIBRIO PRIVADO (NASH)

$$\max_{x_i} \pi_i = f(x_i, S) + g\left(\sum x_i\right) = \alpha x_i - \frac{\beta x_i^2}{2} + \gamma \left(S - \sum_{j=1}^n x_j - x_i \right) \quad \forall j \neq i$$

- EQUILIBRIO SOCIAL

$$\max_{x_i} \sum_{i=1}^n \pi_i = \sum_{i=1}^n \left[\alpha x_i - \frac{\beta x_i^2}{2} + \gamma \left(S - \sum_{i=1}^n x_i \right) \right]$$

JUEGOS EXPERIMENTALES Y RR. COMUNES

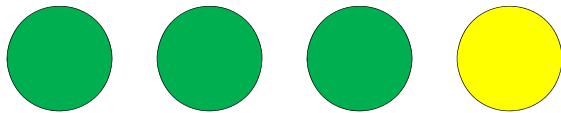
- Se introduce un componente estocástico sobre las fluctuaciones del clima determinantes del estado del recurso, planteando tres escenarios asociados a:
 - Estado **Normal** (N), Estado **Bajo** (B) y Estado de **Sequia** (S); los cuales cumplen una relación de tipo: $N > B > S$ en términos de disponibilidad del recurso agua.

$$\pi_{i,t}^{Nash} = \alpha x_{i,t}^{Nash} - \frac{\beta x_{i,t}^{Nash^2}}{2} + \gamma(S_t - nx_{i,t}^{Nash})$$

$$\pi_{i,t}^{Soc} = \alpha x_{i,t}^{Soc} - \frac{\beta x_{i,t}^{Soc^2}}{2} + \gamma(S_t - nx_{i,t}^{Soc})$$

LÍNEA DE BASE SIN CAMBIO CLIMÁTICO (9 RONDAS)

- Materiales:** 3 circunferencias verdes, 1 amarilla, tabla de pagos verde, tabla de pagos amarilla, 1 hoja de cuentas azul, 9 tarjetas de juego blancas



Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequía)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
	1	2	3	4	5	6	7
4	8	11	13	15	17	18	20
5	7	9	11	13	14	16	17
6	6	8	10	12	13	14	15
7	5	7	9	10	12	13	14
8	5	7	8	9	11	11	12
9	4	6	8	9	10	11	11
10	4	6	7	8	9	10	11
11	4	5	7	8	8	9	10
12	4	5	6	7	8	9	9
13	3	5	6	7	8	8	9
14	3	5	6	6	7	8	8
15	3	4	5	6	7	7	8
16	3	4	5	6	7	7	8
17	3	4	5	6	6	7	7
18	3	4	5	5	6	7	7
19	3	4	5	5	6	6	7
20	3	4	4	5	6	6	7
21	3	4	4	5	5	6	6
22	2	3	4	5	5	6	6
23	2	3	4	5	5	6	6
24	2	3	4	4	5	5	6
25	2	3	4	4	5	5	6
26	2	3	4	4	5	5	6
27	2	3	4	4	5	5	5
28	2	3	4	4	4	5	5

El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
	1	2	3	4	5	6	7
4	7	8	9	10	11	11	12
5	6	7	8	8	9	9	10
6	5	6	7	7	8	8	9
7	4	5	6	6	7	7	8
8	4	5	5	6	6	6	7
9	3	4	5	5	6	6	6
10	3	4	4	5	5	5	6
11	3	4	4	4	5	5	5
12	3	3	4	4	4	5	5
13	3	3	4	4	4	4	5
14	2	3	3	4	4	4	4
15	2	3	3	3	4	4	4
16	2	3	3	3	4	4	4
17	2	3	3	3	3	4	4
18	2	2	3	3	3	3	4
19	2	2	3	3	3	3	3
20	2	2	3	3	3	3	3
21	2	2	2	3	3	3	3
22	2	2	2	3	3	3	3
23	2	2	2	2	3	3	3
24	2	2	2	2	3	3	3
25	2	2	2	2	2	3	3
26	1	2	2	2	2	3	3
27	1	2	2	2	2	2	3
28	1	2	2	2	2	2	2

Nombre:	Fecha:		Grupo		
Lugar:	Hora:		Jugador Nº:		
Ronda Nº	Estado del Recurso (Normal/Sequía)	COLUMNA A Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	COLUMNA B Total de tiempo de uso del agua del grupo (anunciado por el monitor)	COLUMNA C El nivel de extracción de los demás (Columna B - Columna A)	COLUMNA D Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
TOTAL					
ACUMULADO					

LÍNEA DE BASE CON CAMBIO CLIMÁTICO

(9 RONDAS).

- Materiales:** 3 circunferencias verdes, 2 rojas, tabla de pagos verde, tabla de pagos roja, 1 hoja de cuentas azul, 9 tarjetas de juego blancas

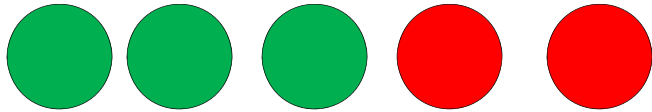


Tabla Verde: Disponibilidad NORMAL de Agua		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
		1	2	3	4	5	6	7
El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	4	8	11	13	15	17	18	20
	5	7	9	11	13	14	16	17
	6	6	8	10	12	13	14	15
	7	5	7	9	10	12	13	14
	8	5	7	8	9	11	11	12
	9	4	6	8	9	10	11	11
	10	4	6	7	8	9	10	11
	11	4	5	7	8	8	9	10
	12	4	5	6	7	8	9	9
	13	3	5	6	7	8	8	9
	14	3	5	6	6	7	8	8
	15	3	4	5	6	7	7	8
	16	3	4	5	6	7	7	8
	17	3	4	5	6	6	7	7
	18	3	4	5	5	6	7	7
	19	3	4	5	5	6	6	7
	20	3	4	4	5	6	6	7
	21	3	4	4	5	5	6	6
	22	2	3	4	5	5	6	6
23	2	3	4	5	5	6	6	
24	2	3	4	4	5	5	6	
25	2	3	4	4	5	5	6	
26	2	3	4	4	5	5	6	
27	2	3	4	4	5	5	5	
28	2	3	4	4	4	5	5	

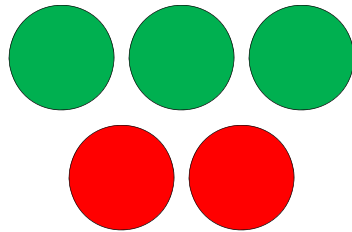
Tabla Roja: SEQUIA		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
		1	2	3	4	5	6	7
El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	4	5	6	6	6	6	6	6
	5	4	4	5	5	5	5	5
	6	4	4	4	4	4	4	4
	7	3	3	3	3	3	3	3
	8	3	3	3	3	3	3	3
	9	2	3	3	3	3	3	3
	10	2	2	2	2	2	2	2
	11	2	2	2	2	2	2	2
	12	2	2	2	2	2	2	2
	13	2	2	2	2	2	2	2
	14	2	2	2	2	2	2	2
	15	1	2	2	2	2	2	2
	16	1	1	1	2	2	2	2
	17	1	1	1	1	1	1	1
	18	1	1	1	1	1	1	1
	19	1	1	1	1	1	1	1
	20	1	1	1	1	1	1	1
	21	1	1	1	1	1	1	1
	22	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	
24	1	1	1	1	1	1	1	
25	1	1	1	1	1	1	1	
26	1	1	1	1	1	1	1	
27	1	1	1	1	1	1	1	
28	1	1	1	1	1	1	1	

Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequía)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

Fase III - Hoja de cuentas azul					
Nombre:				Grupo	
Lugar:	Fecha			Jugador Nº:	
				Hora:	
Ronda Nº	Estado del Recurso (Normal/Sequía)	COLUMNA A Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	COLUMNA B Total de tiempo de uso de agua del grupo (anunciado por el monitor)	COLUMNA C El tiempo de uso de agua de los demás (Columna B - Columna A)	COLUMNA D Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
					TOTAL
					ACUMULADO

VOTACIÓN SIN COMUNICACIÓN

- Sin Cotaña
- **Materiales:** 3 circunferencias verdes, 2 rojas, tabla de pagos verde, tabla de pagos roja, 1 hoja de cuentas azul, tarjetas de juego blancas, tarjeta de votación gris



Tarjeta de Votacion Gris	
Número de jugador	
Grupo	
Si voto a favor	No voto a favor

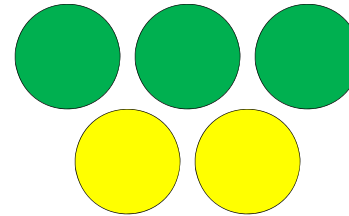
Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequia)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

Tabla Verde:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Tabla Roja: SEQUIA		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Fase II - Hoja de cuentas azul				
Nombre:	Fecha:		Grupo	Jugador Nº:
Lugar:			Horas:	
Ronda Nº	Mi voto para la construcción del tanque (Si/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequia)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D	
	Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	Total de tiempo de uso de agua del grupo (anunciado por el monitor)	El tiempo de uso de agua de los demás (Columna B - Columna A)	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
TOTAL				
ACUMULADO				

- Con Cotaña
- **Materiales:** 3 circunferencias verdes, 2 amarillas, tabla de pagos verde, tabla de pagos amarilla, 1 hoja de cuentas azul, tarjetas de juego blancas, tarjeta de votación gris



Tarjeta de Votacion Gris	
Número de jugador	
Grupo	
Si voto a favor	No voto a favor

Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequia)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

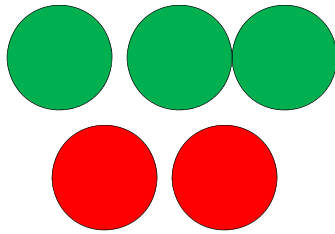
Tabla Verde:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Tabla Amarilla:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad BAIA de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Fase II - Hoja de cuentas azul				
Nombre:	Fecha:		Grupo	Jugador Nº:
Lugar:			Horas:	
Ronda Nº	Mi voto para la construcción del tanque (Si/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequia)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D	
	Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	Total de tiempo de uso de agua del grupo (anunciado por el monitor)	El tiempo de uso de agua de los demás (Columna B - Columna A)	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
TOTAL				
ACUMULADO				

VOTACIÓN CON COMUNICACIÓN

- Sin Cotaña
- **Materiales:** 3 circunferencias verdes, 2 rojas, tabla de pagos verde, tabla de pagos roja, 1 hoja de cuentas azul, tarjetas de juego blancas, tarjeta de votación gris



Tarjeta de Votacion Gris	
Número de jugador	
Grupo	
Si voto a favor	No voto a favor

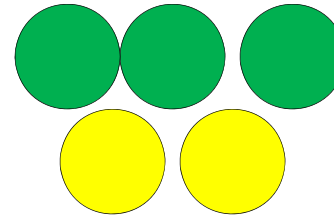
Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequia)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

Tabla Verde:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
		TOTAL						
		ACUMULADO						

Tabla Roja: SEQUIA		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
		TOTAL						
		ACUMULADO						

Fase II - Hoja de cuentas azul				
Nombre:	Lugar:	Fecha:	Grupo	Jugador Nº:
Hora:				
Ronda Nº	Mi voto para la construcción del tanque (Si/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequia)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
				TOTAL
				ACUMULADO

- Con Cotaña
- **Materiales:** 3 circunferencias verdes, 2 amarillas, tabla de pagos verde, tabla de pagos amarilla, 1 hoja de cuentas azul, tarjetas de juego blancas, tarjeta de votación gris



Tarjeta de Votacion Gris	
Número de jugador	
Grupo	
Si voto a favor	No voto a favor

Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequia)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

Tabla Verde:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad NORMAL de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
		TOTAL						
		ACUMULADO						

Tabla Amarilla:		Mi nivel de extracción (en horas de flujo de agua al cultivo)						
Disponibilidad BAIA de Agua		1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
		TOTAL						
		ACUMULADO						

Fase II - Hoja de cuentas azul				
Nombre:	Lugar:	Fecha:	Grupo	Jugador Nº:
Hora:				
Ronda Nº	Mi voto para la construcción del tanque (Si/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequia)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)
COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
				TOTAL
				ACUMULADO

APORTES VOLUNTARIOS – JUEZ DE AGUA

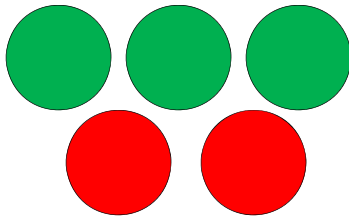
- Con Cotaña
- **Materiales:** Tarjeta de Votación Gris, Tarjeta gris de Aportes Voluntarios, Tarjeta de Decisión Morada Juez de Agua

Tarjeta de Votación Gris	
Número de jugador	
Grupo	
Si voto a favor	No voto a favor

Tarjeta Gris de Aportes Voluntarios	
Número de jugador	
Grupo	
Aporte Voluntario	

Fase III - Tarjeta de decisión Morada - Juez de Agua					
					N° Jugador Juez de Agua
N° Jugador	1	2	3	4	5
Orden de puntajes acumulados					
Aporte impuesto por el Juez de Agua					
Aporte voluntario sin Juez de Agua					
					TOTALES

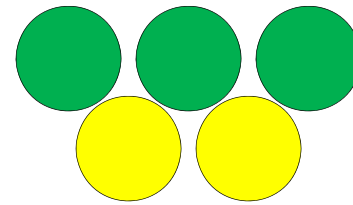
- Sin Cotaña



Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequía)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Tabla Verde: Disponibilidad NORMAL de Agua								
	1	2	3	4	5	6	7		
	El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Tabla Roja: SEQUIA							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Fase III - Hoja de cuentas azul							
		Nombre:			Fecha:			Grupo:	
		Lugar:			Jugador N°:			Hora:	
		Ronda N°	Mi voto para la construcción del tanque (S/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequía)	COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D
			Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	Total de tiempo de uso de agua del grupo (anunciado por el monitor)	El tiempo de uso de agua de los demás (Columna B - Columna A)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)			
		13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
		26							
		27							
		28							
						TOTAL			
						ACUMULADO			

- Con Cotaña



Fase III - Tarjeta de Juego Blanca	
Numero de jugador	
Grupo	
Número de ronda	
Estado del recurso (Normal/Bajo/Sequía)	
Mis horas de uso del agua (1-7)	

El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Tabla Verde: Disponibilidad NORMAL de Agua								
	1	2	3	4	5	6	7		
	El nivel de extracción de agua de los demás (resto del grupo)	Tabla Amarilla: Disponibilidad BAJA de Agua							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Fase III - Hoja de cuentas azul							
		Nombre:			Fecha:			Grupo:	
		Lugar:			Jugador N°:			Hora:	
		Ronda N°	Mi voto para la construcción del tanque (S/No)	Mi aporte para la construcción del tanque (puntos)	Estado del Recurso (Normal/Sequía)	COLUMNA A	COLUMNA B	COLUMNA C	COLUMNA D
			Mi tiempo de uso de agua (Mi decisión) en horas	Total de tiempo de uso de agua del grupo (anunciado por el monitor)	El tiempo de uso de agua de los demás (Columna B - Columna A)	Mis ganancias en cada ronda (Uso tabla de puntos de acuerdo al estado del recurso en esta ronda)			
		13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
		26							
		27							
		28							
						TOTAL			
						ACUMULADO			

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

COMPOSICIÓN DE LOS PARTICIPANTES SEGÚN MISIÓN REALIZADA Y TRATAMIENTO EXPERIMENTAL

Localidad	Tratamientos					Total
	Línea de Base sin Cambio Climático	Línea de Base con Cambio Climático	Votación sin Comunicación	Votación con Comunicación	Aportes Voluntarios - Juez de Agua	
Chuñavi Alto	15	15	15	15	15	75
Chuñavi Bajo	10	10	10	10	10	50
Batallas	15	15	15	15	15	75
Total	40	40	40	40	40	200

Fuente: Elaboración propia

Dentro del diseño del experimento, se estimó jugar con 200 jugadores, que equivale a 8 grupos por cada tiramiento. La tabla muestra el cumplimiento de este requerimiento.

PORCENTAJES DE OCURRENCIA DE ESCENARIOS BAJO Y SEQUIA PARA LAS FASES I, II Y III Y PORCENTAJE DE DECISIONES DE ADAPTACIÓN SEGÚN TRATAMIENTO Y MISIÓN

Tratamientos										
Localidad	Linea de Base sin Cambio Climático	Linea de Base con Cambio Climático	Votación sin Comunicación		Votación con Comunicación		Aportes Voluntarios - Juez de Agua		Total	
	Evento	Evento	Evento	Adaptación	Evento	Adaptación	Evento	Adaptación	Evento	Adaptación
Chuñavi Alto	42.6%	46.9%	43.8%	77.8%	46.3%	88.9%	44.4%	77.8%	44.8%	81.5%
Chuñavi Bajo	43.5%	45.4%	48.1%	100.0%	50.9%	83.3%	32.4%	100.0%	44.1%	94.4%
Batallas	42.6%	40.7%	45.1%	88.9%	41.4%	88.9%	43.2%	100.0%	42.6%	92.6%
Total	42.9%	44.3%	45.7%	88.9%	46.2%	87.0%	40.0%	92.6%	43.8%	89.5%

Fuente: Elaboración propia

Existió una alta disponibilidad a adaptarse en las tres misiones:

Chuñavi Alto: 81.5%
 Chuñavi Bajo: 94.4%
 Batallas: 92.6%

PROMEDIO DE EXTRACCIÓN POR FASE Y ESTADO DEL RECURSO

Fases del juego	Estado del clima			Total
	Normal	Bajo	Sequía	
Fase I - ciclos normales	3.66	4.41	.	3.97
Fase II - cambio climático	3.66	4.62	4.52	4.08
Fase III - posibilidad de adaptación	3.77	4.02	4.75	3.98
Total	3.71	4.24	4.60	4.00

Fuente: Elaboración propia

El promedio de uso en estado Normal (3.66 horas), aumenta a (4.41 horas) cuando se pasa a un estado Bajo. La diferencia entre estos promedios (0.75 horas), refleja un aumento estadísticamente significativo ($|t|=8.12$).

Este comportamiento se advierte en todas las fases del juego, cuando se pasa de un estado **Normal** a **Bajo**.

La conclusión es que los jugadores frente a una reducción moderada de las lluvias, deciden incrementar su uso promedio de horas del recurso.

La reducción del acervo recurso común como resultado del cambio climático, incremento la rivalidad de consumo y ante la ausencia de una institución social (e.g. reglas) el consumo se incremento.

PROMEDIO DE EXTRACCIÓN POR FASE Y ESTADO DEL RECURSO

Fases del juego	Estado del clima			Total
	Normal	Bajo	Sequía	
Fase I - ciclos normales	3.66	4.41	.	3.97
Fase II - cambio climático	3.66	4.62	4.52	4.08
Fase III - posibilidad de adaptación	3.77	4.02	4.75	3.98
Total	3.71	4.24	4.60	4.00

Fuente: Elaboración propia

- En la Fase II, cuando pasamos de **Normal** a **Bajo** el uso del recurso aumenta como era de esperar.
- En la Fase II, cuando pasamos de **Bajo** a **Sequia** el promedio de uso pasa de 4.62 a 4.52 (disminución en el uso), esta diferencia no es de gran consideración.
- Este es un resultado parece contra intuitivo, sin embargo vale la pena recalcar que estos son datos agregados. Cuando vemos la comunidad de Batallas, advertimos que esta:
 - a) Esta mucho más próximas a centros urbanos que las comunidades de Chuñavi.
 - b) Un porcentaje significativo de las personas cuentan con familia urbana
 - c) Un porcentaje significativo de población cuenta con una segunda actividad.
- **Estas características hacen que Batallas presente menores costos de migración y una mayor posibilidad para cambiar de actividad ante un escenario climático adverso (en ausencia de adaptación) y por lo tanto explicaría esa reducción en el consumo del recurso agua.**

PROMEDIO DE EXTRACCIÓN POR FASE Y ESTADO DEL RECURSO

Fases del juego	Estado del clima			Total
	Normal	Bajo	Sequía	
Fase I - ciclos normales	3.66	4.41	.	3.97
Fase II - cambio climático	3.66	4.62	4.52	4.08
Fase III - posibilidad de adaptación	3.77	4.02	4.75	3.98
Total	3.71	4.24	4.60	4.00

Fuente: Elaboración propia

- En la FASE-III (existe la posibilidad de adaptarse), se observa que el uso del recurso aumenta a medida que el estado climático es más adverso.
- La posibilidad de adaptarse al Cambio Climático (construcción de una presa), se refleja en el paso de Fase II a la Fase III. Se advierte un mayor nivel de uso de agua, excepto para el estado Bajo, donde el uso pasa de 4.62 a 4.02 (-0,6). Es posible que las personas dado que se han adaptado busquen rentabilizar el gasto realizado en la construcción de la represa y terminen sobre utilizándolo.
- En el caso del estado Bajo, parece que las personas no perciben el estado **Bajo con represa** (4.02) tan adverso para la producción agrícola como el estado **Bajo sin represa** (4.62). Es probable que este resultado tenga que ver con:
 - el requerimiento de agua del cultivo (papa), porque en la realidad la producción de papa no se ve afectada de manera significativa cuando el estado es Bajo, pero si en el caso de Sequia (consumen más agua).

NIVELES PROMEDIO DE GANANCIA POR CADA FASE DE ACUERDO AL ESTADO DEL RECURSO

Fases del juego	Estado del Clima			Total
	Normal	Bajo	Sequía	
Fases del juego				
Fase I - ciclos normales	66.18	39.60		55.33
Fase II - cambio climático	66.14	39.02	19.00	45.22
Fase III - posibilidad de adaptación				
Antes de pagar por la adaptación	65.85	40.49	18.68	51.94
Después de pagar por la adaptación	57.69	30.72	18.40	44.32
Total	66.03	39.98	18.89	50.99

Fuente: Elaboración propia

En todas las Fases se observa que los jugadores obtuvieron menores puntajes a medida que el estado del recurso se hacia más escaso.

Por ejemplo en la Fase II, el promedio de puntaje para el escenario Normal es igual a 66.14 puntos mientras que el promedio para el estado Sequia es igual a 19 puntos, reflejando una diferencia estadísticamente significativa ($|t|=170$) de 47.14 puntos.

En la Fase III, la diferencia entre **antes de pagar** y **después de pagar**, debería reflejar cuan dispuestas están las personas a mitigar el efecto climático adverso construyendo una presa. Es de esperar que la diferencia aumente a medida que el estado del recurso es más adverso y las personas piensen que esa inversión es rentable.

Está lógica se verifica de Normal (8.16) a Bajo (9.77), donde aumenta la disponibilidad de pago. Sin embargo de Bajo a Sequia cae drásticamente a 0,28. Es posible que la Sequia afecte tanto la producción (la papa es muy sensible al agua) que los incentivos para construir una represa disminuyan.

DIFERENCIAS EN EL PROMEDIO DE USO DEL AGUA, POR ESTADO DEL RECURSO Y MISIÓN

Chuñavi Alto			
Estado del Recurso	Uso promedio (Hrs.)	Normal	Bajo
Normal	3.32		
Bajo	4.49	1.18***	
Sequía	5.44	2.12***	0.94***
Chuñavi Bajo			
Estado del Recurso	Uso promedio (Hrs.)	Normal	Bajo
Normal	3.24		
Bajo	4.32	1.07***	
Sequía	5.11	1.87***	0.79***
Batallas			
Estado del Recurso	Uso promedio (Hrs.)	Normal	Bajo
Normal	4.39		
Bajo	3.93	-0.46***	
Sequía	3.37	-1.03***	-0.56***

***significativo al 99% **significativo al 95% *significativo al 90% ns No Significativo

- Existen dos tendencias:
 - En Chuñavi Alto y Bajo se incrementa el uso a medida que se observa escenarios más adversos del clima.
 - En Batallas disminuye el uso promedio a medida que se observan escenarios más adversos.
- En Chuñavi Alto y Bajo se verifica una fuerte dependencia de estas comunidades a la producción de papa y por lo tanto al uso del recurso.
- En Batallas se verifica que a medida que el recurso se hace más escaso, su uso disminuye. Este comportamiento y su gradualidad puede ser explicado por bajos costos de migración y alta proporción de comunidad con segunda actividad.

COMPARACIÓN DE NIVELES PROMEDIO DE USO ENTRE TRATAMIENTOS

	Uso promedio	Línea de Base sin Cambio Climático	Línea de Base con Cambio Climático	Votación sin Comunicación	Votación con Comunicación
Línea de Base sin Cambio Climático	3.96				
Línea de Base con Cambio Climático	3.93	-0.03 ns			
Votación sin Comunicación	3.89	-0.07 ns	-0.04 ns		
Votación con Comunicación	3.92	-0.04 ns	-0.01 ns	0.03 ns	
Aportes Voluntarios - Juez de Agua	4.31	0.35****	0.38****	0.42****	0.39****

****significativo al 99% **significativo al 95% *significativo al 90% ns No Significativo

Las diferencias entre los promedios de horas de uso para los cinco diferentes tratamientos muestran que no existe diferencias estadísticamente significativas entre ellos, salvo en el caso de Aportes Voluntarios-Juez de Agua (AV-JA).

Los grupos de AV-JA, tienden a utilizar más horas del recurso que los demás tratamientos con posibilidad de adaptación.

- Una posible explicación para este comportamiento es que el JA es una institución que reduce la incertidumbre:
 - En ausencia del JA los miembros de la comunidad no están seguros que la represa se construya, aunque la comunidad este de acuerdo con ella (debido a que los polizones pueden evitar que se alcance el monto suficiente de puntos).
 - En presencia de JA hay una mayor certidumbre sobre la construcción de la presa, porque se penaliza a los polizones y se procura alcanzar los objetivos consensuados de la comunidad (e.g. en una votación no vinculante). Esta certidumbre motiva que las personas efectivamente produzcan y por lo tanto aumente el uso del recurso.
- Podemos ver al Juez de Agua como una institución fiscalizadora, donde el incentivo de ser polizón disminuye, ante las posibles penalizaciones del Juez de Agua.
- Por otro lado el Juez de Agua procura alcanzar una solución costo-efectiva.
- **“ Cuando hay un mallku Juez de Agua, todos sabemos que no nos van engañar....vamos a producir tranquilos y no nos vamos a pelear entre nosotros”** (miembro de la comunidad de Chuñavi Alto)

COMPARACIÓN DE NIVELES PROMEDIO DE PUNTAJES ENTRE TRATAMIENTOS

	Puntaje promedio	Línea de Base sin Cambio Climático	Línea de Base con Cambio Climático	Votación sin Comunicación	Votación con Comunicación
Línea de Base sin Cambio Climático	54.82				
Línea de Base con Cambio Climático	47.42	-7.40****			
Votación sin Comunicación	50.68	-4.14****	3.26****		
Votación con Comunicación	50.53	-4.29****	3.11****	-0.15 ns	
Aportes Voluntarios - Juez de Agua	51.50	-3.32****	4.08****	0.83 ns	0.97*

****significativo al 99% **significativo al 95% *significativo al 90% ns No Significativo

Como era de esperar los puntajes en estado Normal son los más altos, y el más bajo es el de Línea de Base con Cambio Climático.

Los tratamientos permiten la adaptación y es de esperar que los puntajes mejoren, esto es evidente en los resultados del experimento

Las diferencias de los promedios de puntaje entre los diferentes tratamientos son estadísticamente significativas.

ESTIMACIONES ECONOMÉTRICAS

VARIABLES CONSIDERADAS

- ***bajo***: variable tipo dicotómica que adquiere el valor de uno, cuando el jugador toma la decisión dado el escenario de baja disponibilidad del recurso.
- ***sequía***: variable dicotómica igual a uno si la decisión del jugador se toma dado el estado sequia o de reducida disponibilidad del recurso agua.
- ***tratamientos***: variables dicotómicas que determinan la pertenencia de un determinado jugador a cada uno de los tratamientos considerados en el experimento.
- ***adopción de estrategias de adaptación***: variables que determinan si el grupo del jugador, optó o no por la adopción de estrategias de adaptación según los tratamientos que planteaban esta posibilidad.
- ***misiones***: variable que identifica a cada jugador con su respectiva misión experimental.
- ***juez de agua***: variable binaria que determina la participación o no del Juez de Agua como decisor de última instancia en los grupos de Aportes Voluntarios.

ESTIMACIÓN ECONOMETRICA - PANEL DE DATOS (GLS) CON EFECTOS ALEATORIOS

	General	Chuñavi Alto	Chuñavi Bajo	Batallas
<i>Estado del Clima</i>				
Bajo	0.563*** (0.059)	1.172*** (0.083)	1.246*** (0.109)	-0.463*** (0.099)
Sequía	0.911*** (0.073)	2.142*** (0.102)	1.945*** (0.134)	-0.997*** (0.119)
<i>Tratamientos</i>				
Linea de Base con Cambio Climático	-0.155* (0.141)	-0.428*** (0.161)	-0.226ns (0.247)	0.089ns (0.275)
Votación sin comunicación	-0.027ns (0.146)	-0.413*** (0.168)	0.279* (0.260)	0.095ns (0.283)
Votación con comunicación	-0.069ns (0.146)	-0.172* (0.170)	-0.128ns (0.256)	0.035ns (0.283)
Aportes Voluntarios-Juez de Agua	0.236** (0.147)	0.305** (0.169)	0.201ns (0.257)	0.191ns (0.287)
<i>Adopción de estrategias de adaptación</i>				
Adaptación en VsC	-0.314*** (0.117)	-0.525*** (0.169)	-0.589*** (0.207)	0.202* (0.192)
Adaptación en VcC	-0.133* (0.115)	-0.292** (0.163)	-0.756*** (0.214)	0.380*** (0.188)
Adaptación en AV-JdA	0.297*** (0.153)	-0.139ns (0.276)	0.799*** (0.255)	0.172* (0.227)
<i>Misiones</i>				
Chuñavi Alto	0.146*** (0.113)	- -	- -	- -
Batallas	0.249** (0.113)	- -	- -	- -
<i>Juez de Agua</i>				
Intervención del Juez	-0.199* (0.183)	-0.445** (0.299)	-0.668*** (0.310)	-0.193ns (0.296)
Constante	3.572*** (0.126)	3.500*** (0.116)	3.223*** (0.177)	4.253*** (0.196)
Numero de Observaciones	4200	1575	1050	1575
Numero de Grupos	200	75	50	75
Wald chi2	243.15	631.08	319.53	95.48
Prob>chi2	0.000	0.000	0.000	0.000

*** significativo al 99% ** significativo al 95% * significativo al 90% ns no significativo - () Errores Estándar

- Los parámetros estimados a las variables de estado, muestran de forma general valores positivos, estableciendo significativamente que la determinación de escenarios cada vez más adversos sobre el estado del recurso conlleva a un mayor uso de horas del recurso.
- Los modelos estimados con la información de las misiones de Chuñavi Alto y Bajo, presentan este aumento de extracción del recurso frente a dificultades en la disponibilidad del recurso, mientras que el modelo estimado para Batallas muestra un comportamiento contrario.
- La introducción de variables relacionadas con los tratamientos experimentales, no presentan considerable significancia para el modelo general, exceptuando el parámetro del tratamiento de AV-JA. Se establece que este tratamiento indujo a un uso mayor uso en horas del recurso agua.
- La presencia de variables asociadas a la adopción de estrategias de adaptación al Cambio Climático, muestra de forma mucho más significativa que, esta posibilidad implica una reducción de las horas de uso decididas por el jugador (Votación sin Comunicación y Votación con Comunicación). Un efecto contrario se da al considerar la posibilidad de adaptación para las observaciones bajo el tratamiento de AV-JA.
- Con una significancia del 90%, el parámetro asociado con la intervención del juez muestra un valor estimado negativo, dando a entender que el hecho de recurrir al decisor de última instancia sobre los aportes para la adaptación al cambio climático, indujo a una reducción en las horas de uso del recurso agua.
- Este efecto también se da de forma altamente significativa, para los modelos estimados con información de las misiones de Chuñavi Alto y Bajo, pero de forma no significativa para la misión de Batallas. Este efecto puede asociarse a la función punitiva que tiene el Juez de Agua frente a decisiones basadas en comportamiento de polizone (*free-rider*).

<i>Tratamientos</i>	Parámetro	Error Estándar	Significancia
Votación sin Comunicación	11.667	0.974	***
Votación con Comunicación	11.667	0.974	***
Aportes Voluntarios-Juez de Agua	19.155	1.058	***
<i>Misiones</i>			
Batallas	-0.549	0.919	ns
Chuñavi Alto	-0.279	0.919	ns
<i>Rondas</i>			
Rondas Fase III	-0.146	0.065	***
Juez de Agua	-8.749	0.824	***
Constante	1.040	0.895	ns
Número de Observaciones	1800		
Número de Grupos	200		
Wald chi2	440.01		
Prob>chi2	0.000		

- Se construye una variable de *intención* la cual expresa las decisiones en términos de los valores monetarios equivalentes que los jugadores estarían dispuestos a aportar para la construcción del reservorio, como mecanismo de adaptación (Fase III), siguiendo a Bernal *et al.* (2013).
- Aquellos jugadores que tomaron sus decisiones bajo el tratamiento de AV-JA, aportaron efectivamente en **mayor cuantía para la construcción** de la presa respecto a los jugadores con tratamientos de votación y aportes simétricos.
- La intención de aportar para la presa fue progresivamente reduciendo, especialmente en el último proceso de adaptación para el tratamiento de AV-JA. Esto se infiere de los valores resultantes para los parámetros estimados de las rondas pertenecientes a la Fase III y la variable asociada al tratamiento de AV-JA.
 - El primer parámetro, determina una reducción de la disponibilidad a aportar a medida que se pasa de la ronda trece a la veintiuno. Esto puede explicarse por el hecho que los jugadores en principio buscan internalizar el riesgo a costa de ganancias remplazadas por aportes, pero en el tiempo esto no parece ser constante.
- La decisión de última instancia JA, reduce la intención de aportar a la construcción de la presa para adaptarse al cambio climático.

ESTIMACIÓN ECONÓMICA – PANEL DE DATOS DINÁMICO

Variable	General	Chuñavi Alto	Chuñavi Bajo	Batallas
γ	-0.034*** (0.018)	0.029* (0.025)	-0.018ns (0.033)	-0.074*** (0.027)
bajo	3.565*** (0.189)	6.291*** (0.273)	5.151*** (0.353)	3.954*** (0.240)
sequía	6.383*** (0.332)	11.310*** (0.482)	9.221*** (0.625)	7.042*** (0.415)
puntaje(t)	0.115*** (0.007)	0.181*** (0.009)	0.145*** (0.012)	0.187*** (0.009)
puntaje(t-1)	-0.002* (0.001)	-0.006*** (0.002)	0.001ns (0.003)	0.001ns (0.002)
adaptación	-0.098* (0.082)	-0.388*** (0.105)	-0.372*** (0.130)	0.526*** (0.117)
constante	-3.648*** (0.475)	-8.628*** (0.670)	-6.449*** (0.892)	-7.513*** (0.622)
Número de observaciones	3800	1425	950	1425
Número de grupos	200	75	50	75
Test de Sargan	0.000	0.000	0.000	0.000

*** significativo al 99% ** significativo al 95% * significativo al 90% ns no significativo - () Errores Estándar

- Se estima parámetros para la determinación de la variable dependiente uso, considerando un rezago de la variable dependiente y otras variables explicativas de tipo exógenas. El parámetro representa la estimación asociada a la variable uso pero considerando su primer rezago. Para esto se sigue a Brañas-Garza *et al.* (2011)
- El parámetro de rezago en uso muestra que, de forma general, el uso de una ronda anterior determinó una ligera reducción en la determinación del uso en la ronda posterior. Esta relación no se presenta de forma absoluta, cuando se estiman regresiones de panel dinámico considerando la información por misiones experimentales.
 - Así, de forma significativa el uso rezagado determina una reducción más notoria para la misión Batallas respecto al modelo general. En cambio el rezago de las horas de uso del recurso como variable independiente para la misión de Chuñavi Alto, determina un aumento sobre la definición de las horas de uso en la ronda actual.
- Los estados del recurso asociados a reducciones moderadas (Bajo) y agravadas (Sequía) presentan parámetros estimados de valores positivos, mayores al considerar en presencia de Sequía. Lo cual concuerda con las estimaciones de panel no dinámico, sobre la exacerbación del uso frente a menor disponibilidad del recurso.
- Al analizar el efecto de las reducciones moderadas (Bajo) y agravadas (Sequía), el modelo dinámico determina que el aumento en las horas de uso se dan en mayor cuantía en los jugadores de las misiones de Chuñavi Alto y Chuñavi Bajo y de menor cuantía en Batallas.

- La incorporación del rezago del puntaje alcanzado por el individuo no parece ser muy significativo en especial para Chuñavi Bajo y Alto. Este parámetro de puntaje rezagado es significativo al 99% para el caso de Batallas, determinando que los jugadores en esta misión tuvieron en cuenta más notoriamente el puntaje alcanzado en la ronda anterior para tomar su decisión sobre el uso posterior del recurso agua.
- Este parámetro determina un valor negativo sobre la determinación de las horas de uso en la ronda actual. Es decir que los puntos adquiridos en la ronda determinan una disminución en la determinación de las horas del recurso para la ronda.
- La estimación del parámetro asociado a la adaptación al cambio climático, determina un valor negativo sobre la determinación de las horas de uso individual para el modelo general y los modelos estimados para Chuñavi Alto y Bajo. Mientras que se registra un valor positivo estimado sobre la determinación de las horas de uso individual para la misión de Batallas.
- Los test para panel dinámico establecidos en Arellano (2002) muestran significancia conjunta del modelo.

CONCLUSIONES

- i. Se evidencia un comportamiento de uso creciente del recurso frente escenarios adversos, sobretodo en comunidades cuya actividad principal depende de la producción de papa.
- ii. Un comportamiento más errático se hace evidente en jugadores provenientes de localidades con menor vinculación a la producción de papa como actividad principal.
- iii. La introducción de la figura del Juez de Agua en el tratamiento de Aportes Voluntarios, muestra de forma clara una reducción en el comportamiento de polizante a medida que se pasa de la ronda trece a la veintiuno (Fase III).
- iv. Los puntajes resultantes muestran dos aspectos relevantes:
 - a. Reducción de los promedios de puntaje individual, a medida que se afronta escenarios adversos que afectan la disponibilidad del recurso (resultado típico de *Tragedy of Commons*).
 - b. Los resultados en puntajes para los tratamientos de AV-JA, muestran determinación de aportes “costo-efectivo” dado que se prioriza la construcción de la presa y se castiga comportamientos de polizante.
- v. La introducción del Juez de Agua plantea una alternativa para asegurar la adaptación de la comunidad mediante aportes voluntarios.
- vi. Además se presenta evidencia sobre la capacidad que tiene la figura del juez para evitar el comportamiento de polizante, precautelando el beneficio de la comunidad mediante el aseguramiento de la construcción de la represa.