



UNIVERSIDAD TECNICA DE ORURO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA RR.NN. Y M.A



PROYECTO WARKA YACU
COSECHA DE AGUA DE CONDENSACION

I. IDENTIFICACIÓN

1.1. Nombre del Proyecto

COSECHA DE AGUA DE CONDENSACION

1.2. UBICACIÓN:

Departamento	ORURO
Provincia	CERCADO
Distrito	ORURO
Centro Poblado	CAMPUS UNIVERSITARIO

1.3. Plazo de Ejecución 2019 2023

1.4. Área de Instalación 250 m²

1.5. Financiamiento 47,408.00 Bs.

1.6. Responsables del Proyecto:

Ing: Juvenal Hurtado Barrero
Ing. Freddy Fernández Camacho
Ing. Raymundo Blanco
Ing. Zaima Navarro

II. JUSTIFICACION

Adiós a la escasez de agua.

Los Arquitectos italianos Arturo Vittori y Andreas Vogler de estudio de Arquitectura y Visión desarrollaron una torre de agua increíble **hecha con materiales naturales**. El proyecto fue presentado por primera vez en la Bienal de Arquitectura de Venecia en 2012, y está dirigido a las poblaciones rurales de desarrollo, donde la infraestructura que facilita el acceso al agua potable es casi imposible.

El proyecto titulado **Warka water** fue diseñado para recoger la humedad del aire a través de la condensación y depositar así el agua a un recipiente. Consiste en una torre de 10 metros, lo que puede generar unos 100 litros de agua/día. Su estructura se basa principalmente en el bambú y el revestimiento de plástico reciclado.

La estructura consta de cinco módulos que se pueden instalar de abajo hacia arriba por algunas personas, sin necesidad de andamios y pesa sólo 60 kg.

Un invento fantástico y sencillo que ya está siendo utilizado inicialmente en Etiopía, es de esperar que se extienda al resto del mundo.

La necesidad de agua dulce hace que los seres humanos tengan que explorar nuevas e innovadoras técnicas para su obtención. Durante miles de años, en regiones donde escasea el agua, las personas han cosechado el agua de lluvia, niebla o de rocío incluso, obteniendo el agua del aire.

En Etiopía, pudieron ver una mejora de una técnica milenaria. Hecha de bambú y plástico biodegradable, Warka Water puede recolectar agua de la lluvia, niebla y el rocío. El sistema es simple, su misión es capturar la humedad y dirigirla a un tanque de retención higiénica. Funciona sin electricidad y su mantenimiento es mínimo, cualquiera puede hacerlo.

Warka Yacu se basa sólo en fenómenos naturales como la gravedad, la condensación y la evaporación, y no requiere energía eléctrica. Es una estructura vertical diseñada para recoger agua potable de la atmósfera (recoge lluvia, de niebla y rocío). Warka está diseñado para ser montado y operado por los aldeanos, un factor clave que facilitará el éxito del proyecto. La torre no sólo proporciona un recurso fundamental para la vida – agua – también crea un lugar social para la comunidad, donde las personas pueden reunirse bajo la sombra para la educación y las reuniones públicas.

El diseño media 10 m de altura y 4,2 m de ancho y recolecta hasta 99 litros de agua potable al día. Pensada para comunidades sin acceso al agua potable.

La técnica de recolección de agua y el sistema de construcción de Warka están inspirados en varias fuentes. Muchas plantas y animales han desarrollado características estructurales a micro y nano escala únicas en sus superficies que permitan recoger el agua del aire y sobrevivir en ambientes hostiles.

Mediante el estudio del escarabajo Namib, las hojas de flor de loto, hilos de la tela de araña y el sistema de recolección de la niebla integrados en los cactus, identifican materiales y recubrimientos que pueden mejorar la condensación del agua del rocío. Las colmenas de termitas han influido en el diseño de la cáscara externa de Warka, su flujo de aire, forma y geometría.

También han analizado las culturas locales y la arquitectura vernácula, incorporando técnicas etíopes tradicionales al diseño de Warka water.

III. Pruebas y experimentos

El Lago Poopó pertenece al Sistema Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa (Sistema TDPS). El Sistema TDPS es una cuenca endorreica situada entre los 14° y 20° de latitud sur, entre Bolivia y Perú, ubicado en la Cordillera de Los Andes, a más de 3.600 msnm. Cubre una superficie de 143.900 km². Se conforma de las cuencas hidrográficas del Lago Titicaca que ocupa un 39% de su territorio, y del Río Desaguadero que, junto con la del Lago Poopó, cubre un 38% de la región, correspondiendo el saldo a la cuenca del Salar de Coipasa.

La alarma generalizada nacional e internacionalmente “de que el segundo lago más grande de Bolivia se ha secado o muerto”, a lo ocurrido con el lago Poopó, ha generado reflexiones ambientales, sociales, productivas hasta culturales, de propios y extraños. Antes del año 1986, este lago era considerado un sitio Ramsar (humedal que regula el clima ambiental de la zona), sin embargo desde hace 25 años atrás se genera un proceso dramático de reducción de la superficie del lago; de 2500

Km² a 1500 Km². La disponibilidad de agua de recarga al lago disminuye dramáticamente, existe déficit hídrico, puesto que ha disminuido y casi se anula los aportes de agua de los más de 23 ríos tributarios, siendo el mayor tributario el río Desaguadero (con un 85 %), que en años normales transportaba alrededor de 30 m³/seg en los últimos años, apenas ingresaba al lago Poopó 4 m³/seg, insuficientes para mantener los volúmenes promedio de agua en el lago.

El estado actual del eco-sistema del Lago Poopó apunta a un desastre natural, puesto que se evidencia un proceso paulatino de degradación ambiental en sus distintos componentes (recursos hídricos, suelo, biodiversidad, etc., con consecuencias sociales, económicas y hasta culturales.

Componente hídrico. Décadas atrás (años 1960, 1970 y 1980) este lago era considerado un sitio Ramsar (humedal que regula el clima ambiental de la zona), sin embargo desde hace 25 años atrás se genera un proceso dramático de reducción de la superficie del lago; de 2500 Km² a 1500 Km². La disponibilidad de agua se hace mínima, existe déficit hídrico, puesto que disminuye y casi se anula los aportes de agua de los más de 23 ríos tributarios, siendo el mayor tributario el río Desaguadero, que en años normales transportaba un caudal de alrededor 30 m³/seg, en los últimos años apenas ingresaba al lago Poopó un caudal de 4 m³/seg, insuficientes para mantener los volúmenes promedio de agua en el lago.

Las pruebas y actividades de investigación se llevan a cabo en la Ciudadela Universitaria de la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales (FCAN-UTO) y el Departamento de Ingeniería RR.NN y Medio Ambiente serán los encargados del Proyecto en su Campus de Investigación “Pankar Marka” (Ciudad de las flores), con prototipos y materiales a media escala. Los experimentos diarios nos llevaran a realizar cursos traerán nuevos cambios y actualizaciones en la versión, Warka Yacu.

Luego el Plan Piloto Warka Yacu, se seleccionara sitios potenciales en las zonas de influencia a la cuenca Poopó para lanzar el primer plan piloto. Los criterios más importantes para este Plan piloto serán la falta de agua para su sustento y las necesidades urgentes de la comunidad para dar solución. También evaluaremos otros factores importantes relacionados con el medio ambiente local tales como: Presión atmosférica, Desastres naturales, temperaturas medias, humedad, punto de rocío y precipitación. (Calentamiento Global)

3.1 Impacto medioambiental



Warka Yacu utiliza principalmente materiales naturales y biodegradables locales. Es una estructura temporalmente diseñada para no dejar huellas en el ambiente después de la remoción y por lo tanto no requiere excavación o trabajos de modificación del suelo para la puesta en marcha. El Warka no extrae agua del suelo. Además del agua potable, el agua generada por la torre Warka puede usarse para riego, reforestación y regeneración de ecosistemas. Como parte de la capacitación de los comunarios locales, planeamos instituir un programa de manejo del agua que enseña las mejores prácticas de uso, distribución y reciclaje de agua cosechada. A través de este programa, esperamos que los capacitados puedan entender nuestra relación con el medio ambiente y alejarse de la agricultura de expansión y colonización, responsable de la deforestación.

IV. OBJETIVOS A LARGO PLAZO

El proyecto Warka Yacu está actualmente en Etapa de implementación desarrollando sus primeros pasos de diseño programados para lanzarse este primer semestre del 2020. Creemos que la instalación de la torre Warka las comunidades aledañas a la cuenca Poopó puede dar lugar a numerosas iniciativas impactantes:

Educación: Mujeres y niños pueden participar en actividades productivas Como la atención, la educación y la artesanía que pueden conducir a la autosuficiencia –

Economía: Fabricación de la torre Warka localmente y el abastecimiento de materiales locales pueden crear puestos de trabajo y fomentar la economía local.

Sociedad: El dosel de la torre Warka crea un lugar de reunión para la comunidad –

Agricultura: El agua producida por la torre Warka puede utilizarse para riego y agricultura.

Medio ambiente: el programa de capacitación en gestión del agua puede introducir los principios de Preservación del Manejo del Medio Ambiente (Permacultura).

Tecnología: Los desarrollos futuros incluyen un punto de conexión a Internet compartido para las áreas rurales. Que aportaran valiosa información en tiempo real (por ejemplo, pronóstico del tiempo, fenómenos naturales, migración, precios de mercado de los cultivos, etc.)

V. METODOLOGIAS INNOVADORAS

El agua de Warka se diseña para la distribución autónoma y el escalamiento. La torre puede ser construida y mantenida fácilmente por las comunidades locales usando herramientas simples. La torre se puede también mantener sin usar las piezas especiales o la maquinaria pesada. Con formación y orientación, los comunarios entrenados pueden construir y mantener fácilmente la torre Warka. Este conocimiento local se puede transferir a las comunidades circundantes, con los regantes ayudando a instalar otras torres en la zona y la creación de una economía basada en el montaje y mantenimiento de las torres. Esto puede acelerar el escalamiento del agua Warka en la región. Tras el desarrollo de prototipos y las fases de prueba, tenemos la intención de comenzar a fabricar el Warka a gran escala, lo que puede llevar el costo del material por torre significativamente menos que otras opciones de alivio de agua disponibles.

5.1 Integración



Como parte del proyecto Warka Yacu, también plantaremos árboles para crear Jardines Comestibles Warka junto a cada torre Warka. El crecimiento del árbol será apoyado por el agua generada por las torres de Warka, así como por el equipo dedicado al entrenamiento local que mantiene la torre. Con el tiempo, el nuevo jardín comestible no solo contrarrestará los efectos negativos del aumento de la deforestación y desertificación, sino que también ayudará a crear alimento y un mejor ambiente para que la torre Warka funcione. La humedad creada por el árbol facilitará la producción de agua de Warka Yacu.

Bajo la recomendación del Plan NDT (Neutralidad de la Degradación de las Tierras-FAO 2020-2030) y CMNULD (Convención Marco de las Naciones Unidas para combatir la Desertificación) al cumplimiento del 15 objetivo (Vida de los Ecosistemas Terrestres) 2019 y 110 países contempla Bolivia estableciendo líneas bases y documentos de análisis para formular metas voluntarias que apoyen al NDT 2030. Y Tomando en cuenta la opinión de Peter Brabeck Letmathe austriaco Presidente de Nestlé (2005), el agua debe ser tratada como cualquier otro bien de los alimentos y tienen un valor de mercado establecido por la ley de la oferta y la demanda.

5.2 Situación actual de las comunidades originarias y campesinas

Como resultado del surgimiento de las organizaciones sindicales campesinas después de la reforma agraria, inicia un proceso de reestructuración territorial de los pueblos originarios (suyus, marcas y ayllus), por imposición de la creación de nuevos espacios de organización política (cantones, provincias y municipios) y el control de los grupos de poder. A pesar de estas políticas las comunidades originarias han mantenido su estructura organizacional territorial en Suyus, Marcas y Ayllus.

En esta región existen derechos a nivel colectivo (relacionados con la distribución parcelaria desde la reforma agraria y la ley INRA) y derechos a nivel familiar (relacionados con el acceso a un determinado tiempo de riego asignado a una o dos familias). En estos sistemas se tienen gran importancia por las zonas de riegos, existen niveles de organización colectivos e intermedios.

La ley INRA viene a constituirse en una verdadera y autentica contra reforma agraria, porque dispone y administra la propiedad de la tierra de acuerdo al neoliberalismo y la exigencia del banco mundial a nivel latinoamericano de acuerdo a la posesión y conservación la tierra pertenecía a quien la trabajaba que está siendo desconocido por esta nueva ley. El estado no reconoce el latifundio, sin embargo el estado fomentara colonizaciones para una distribución demográfica y mejor explotación de la tierra y los recursos naturales del país, en su Art. 42 señala que serán dotadas la tierras fiscales a favor exclusivamente a las comunidades campesinas y pueblos y comunidades indígenas y originarias representados por autoridades originarias o naturales o sindicatos o sea a excluido la dotación individual de campesinos, por tanto los pobres están en desventaja por poseer poca o ninguna tierra.

5.3 Análisis de riesgos:

5.3.1. Descripción de los riesgos

Tabla 1. Registro de riesgo de proyecto

Descripción del riesgo		Categoría	Impacto gravedad	Probabilidad	Gestión de riesgos y medidas de seguridad	¿Para cuándo/por quién?
1	Disminución de las lluvias	Riesgos ambientales negativos	Media	Media	La disminución de la lluvia en etapa de siembra será controlada con el uso de agua sólida	A principios de año, será la implementación del Warka Yacu. Será efectuada por el equipo técnico (FCAN-UTO) del proyecto
2	Calentamiento global	Riesgos ambientales	Alta	Media	El fenómeno de CC determinara grandemente el factor de obtención de humedad en estados de rocío, nieblina, ETP	id
2	Avasallamiento de tierras y los procesos de Erosión por comunarios sin tierras.	Riesgo económico y social ambiental.	Alta	Media	Sensibilización y capacitación a los productores sobre los beneficios de los suelos recuperados	Durante la duración del proyecto. Las autoridades municipales, comunales y las propias familias serán sensibilizadas y capacitadas.

En primer lugar, los resultados concretos obtenidos en la fase a la formación de escuelas de campo, donde se pondrá en práctica las variadas técnicas de cosecha de agua de condensación con el proyecto Warka yacu, será definir una oportunidad concreta para difundir las prácticas más promisorias para la rehabilitación de suelos de la cuenca Poopó. Es muy probable que algunas familias participantes de las escuelas de campo decidan efectivizar la implementación con sus propios recursos.

En segundo lugar, otra oportunidad concreta serán las evaluaciones de gestión (3 años). El cierre de gestión será una oportunidad abierta a todos los interesados en recuperación de suelos salinos. Se invitará tanto a Profesionales y técnicos de las áreas rurales, de otras provincias y de otros departamentos para ser parte de él.

En tercer lugar el proyecto ha previsto realizar días de campo o Ferias Cientificas, como una oportunidad para conocer de los resultados, los beneficios y las limitaciones en cuanto a la cosecha de agua de condensación por el Warka Yacu y recuperación de suelos con implantación de jardines comestibles. Para los días de campo se invitará a gente entorno a la universidad, Facultades de

agronomía, institutos de investigación, institutos agropecuarios, personeros de las gobernaciones y los municipios, quienes desarrollan labores académicas de coordinación y de toma de decisión en problemáticas ligadas a la desertización de suelos.

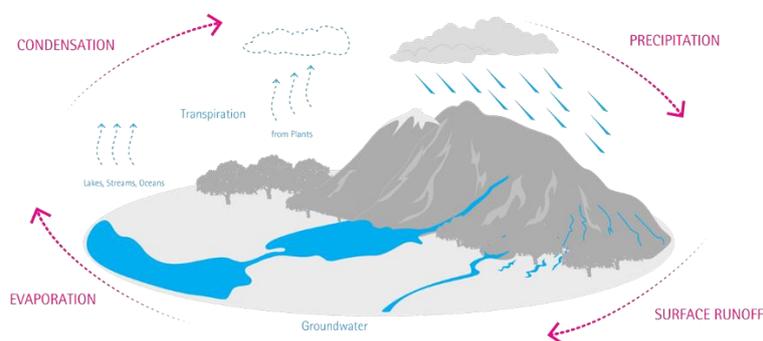
En cuarto lugar, la recuperación de suelos, será otra oportunidad para realizar trabajos de biodiversidad de especies de flora y fauna.

Finalmente, los suelos recuperados, será la oportunidad para desarrollar una agricultura inteligente, que implique la preparación de la tierra de manera que conserve sus cualidades y preserve el carbono orgánico en el suelo. Asimismo, incentive el uso de abono orgánico y el uso del riego de manera que no se inunde o se llegue a profundidades que extraiga las sales que causen salinidad.

VI. INSPIRACION.

La técnica de la cosecha de agua de Condensación “Warka Yacu” y el sistema de construcción están inspirados en varias fuentes. Muchas plantas y animales han desarrollado características únicas de estructura micro y nano escala en sus superficies que les permiten recoger el agua del aire y sobrevivir en entornos hostiles. Al estudiar la cáscara del escarabajo *Namib*, hojas de flor de loto, hilos de araña y el sistema integrado de recogida de niebla en *cactus*, estamos identificando materiales específicos y revestimientos que pueden mejorar la condensación de rocío y el flujo de agua y las capacidades de almacenamiento de la malla. Las colmenas de termitas han influido en el diseño de la cáscara externa de Warka, su flujo de aire, forma y geometría. También examinamos las culturas locales y la arquitectura vernácula, incorporando técnicas tradicionales de tejido de cesto etíope en el diseño de Warka. (FAO, 2017)

VII. INVESTIGACION



Las investigaciones a realizar tendrán diversos tópicos técnicos en torno al estudio del *EL CICLO HIDROLOGICO DEL AGUA* en los siguientes campos: - Estudio de las gotas de lluvia, Energía cinética al impacto de las gotas de lluvia, Grado de Erosión, Cosecha y recolección de agua. Equipo de monitoreo del tiempo – Material y técnica de filtración de agua - Materiales biodegradables - Ventilación natural y recorrido solar.

7.1 Cosecha de niebla



La recolección de la niebla no es una idea nueva, pero se remonta a miles de años atrás en regiones áridas.

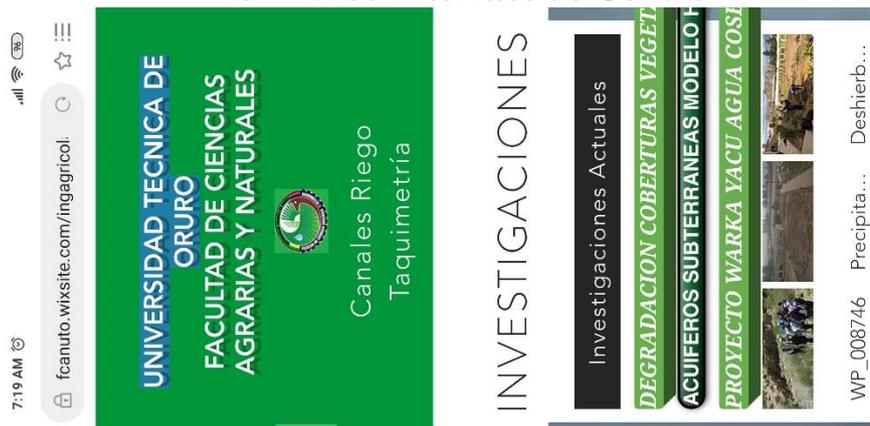
Durante las condiciones húmedas, las gotas de agua se acumulan en la malla, fluyen hacia abajo por gravedad y gotean al Colector. El agua se canaliza hacia el tanque de almacenamiento situado en el centro de la base de agua Warka Yacu.

Los sistemas también no requieren energía para funcionar. Los nuevos filtros y reparaciones de red son los requisitos básicos de mantenimiento. Los inconvenientes provienen generalmente del polvo y de los escombros que soplan en las redes y se derraman en el agua mientras que recoge.

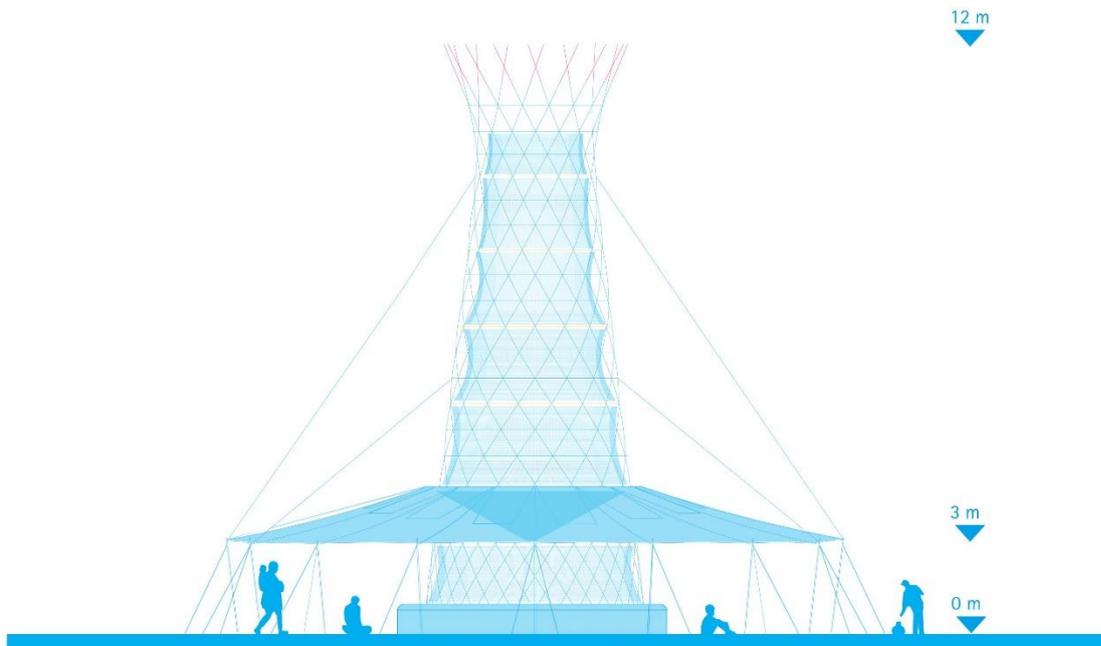
7.2 Condensación de rocío

Estación meteorológica diseñada específicamente para el desarrollo de la Warka Yacu nos permitirá estudiar las capacidades de recolección de agua de diferentes tipos de materiales bajo diversas condiciones climáticas. SENAMHI.gov.bo, nos ayuda a monitorear el ambiente local (humedad, presión del aire, temperatura, vientos, recolección de agua, calidad del agua, temperatura de la superficie del material). La Web climática, es fundamental para lanzar un piloto exitoso y mejorar los materiales de recolección de agua.

7.3 Web Interface de Control



VII. DISEÑO DE PLANTA



7.1 Como Funcionaria

El agua de Warka Yacu confía solamente en fenómenos naturales tales como gravedad, condensación y evaporación y no requiere energía eléctrica. Es una estructura vertical diseñada para cosechar agua potable de la atmósfera (recoge la lluvia, cosecha la niebla y el rocío). Warka Yacu está diseñado para ser propiedad y operado por los aldeanos, un factor clave que facilitará el éxito del proyecto. La torre no sólo proporciona un recurso fundamental para la vida - agua - sino que también crea un lugar social para la comunidad, donde la gente puede reunirse bajo la sombra de su copa para la educación y reuniones públicas.

7.2 Características

A continuación se presentan los detalles clave de Warka Yacu 3.2:

Recolección de agua diaria: 13 a 26 galones (50 a 100 L), promedio anual.

Almacenamiento del tanque de agua: 800 galones (3000 L).

Construcción: 10 días, 10 personas (a mano, no requiere maquinaria eléctrica).

Montaje: 2 horas, 10 personas.

Peso: 176 libras (80 kilogramos).

Materiales: Bambú, cáñamo, pernos de metal, bio-plástico.

Dimensiones: Altura 31 pies (9,5 m) - Huella Ø 12 pies (3,7 m).

Superficie: Malla 30 metros cuadrados (30 pies cuadrados)

Colector de 87 pies cuadrados (8,1 metros cuadrados), Canopy Ø 32 pies (10 m).

Costo: 18.000 Bs.

Mantenimiento: fácil de mantener, limpiar y reparar.

7.3 Materiales y herramientas.



Bambu-cañahueca



Malla Zaram



Soga POLIESTER



FIBRA NATURAL



CORREA FIBRA

Warka se realiza con materiales locales y biodegradables tales como bambú, cuerdas de fibra y bioplástico.

Herramientas



B	En proceso la re-incorporación de las tierras recuperadas hacia las actividades productivas inteligentes, con enfoque ambiental	UTO-FCAN	LDNF	UTO	GOBERN	MUNICIPIO	COMUNIDAD			0.0	1900	2700	4600
1	Evaluación de tierras recuperadas		X	X	X		X	01/10/2019	31/10/2022		400	400	800
2	Producción forestal y agrícola		X	X	X	X	X	01/06/2020	30/10/2022		1500	1500	3000
3	Seguimiento a la producción		X	X	X	X	X	01/12/2019	31/12/2021			300	300
4	Determinación de B/C			X		X	X	01/12/2019	30/10/2022			500	500
C	Se fortalece la capacidad de autogestión de los actores locales-BECAS	FCAN-UTO	LDNF	UTO	GOBERN	MUNICIPIO	COMUNIDAD			1946	2651	2711	7308
1	Capacitación de autoridades en NDT		X	X	X	X		01/02/2020	31/06/2022	450	450	450	1350
2	Capacitación de líderes comunales en técnicas de recuperación		X	X	X			01/10/2019	31/12/2022	1496	1496	1496	4488
3	Capacitación de productores en producción agropecuaria inteligente		X	X				01/10/2019	31/10/2021		765	765	1530
D	Se cuentan con programas SERVICIOS AMBIENTALES sobre NDT y difusión de las experiencias en recuperación de suelos salinos	FCAN-UTO	LDNF	UTO	GOBERN	MUNICIPIO	COMUNIDAD			1000	9750	9750	19500
1	Preparación de días de campo			X				01/10/2019	31/10/2022		2000	2000	4000
2	Preparación de ferias demostrativas			X	X	X		01/10/2019	31/10/2022		1500	1500	3000
3	Cuñas radiales			X				01/10/2019	31/10/2021		500		500
4	Preparación de trípticos y folletos			X				01/10/2019	31/10/2020	500	500	1000	2000

5	Campañas de Investigación - acción			X				01/10/2019	31/12/2021			1250	1250	2500
6	Sistematización de experiencias			X			X	01/10/2019	31/10/2021			3500	3500	7000
7	Evaluaciones generales			X	X	X		01/10/2019	31/10/2022	500		500	500	1500
E	El proyecto se implementa adecuadamente	LDNF	UTO	GOVERN	MUNICIPI	COMUNIDA								
1	Coordinador		X					01/10/2019	31/12/2021					
2	Técnico 1		X	X				01/10/2019	31/12/2021					
3	Técnico 2		X					01/10/2019	31/12/2021					
4	Contador		X					01/10/2019	31/12/2021					

ANEXOS PLANO DE DISEÑO CONSTRUCCION

