

"ESTUDIO TÉCNICO DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS, EL SAUZ-ENCINILLAS Y SACRAMENTO"

Dirección de Desarrollo Rural
Municipio de Chihuahua

Alcances y Objetivos

Objetivo principal:

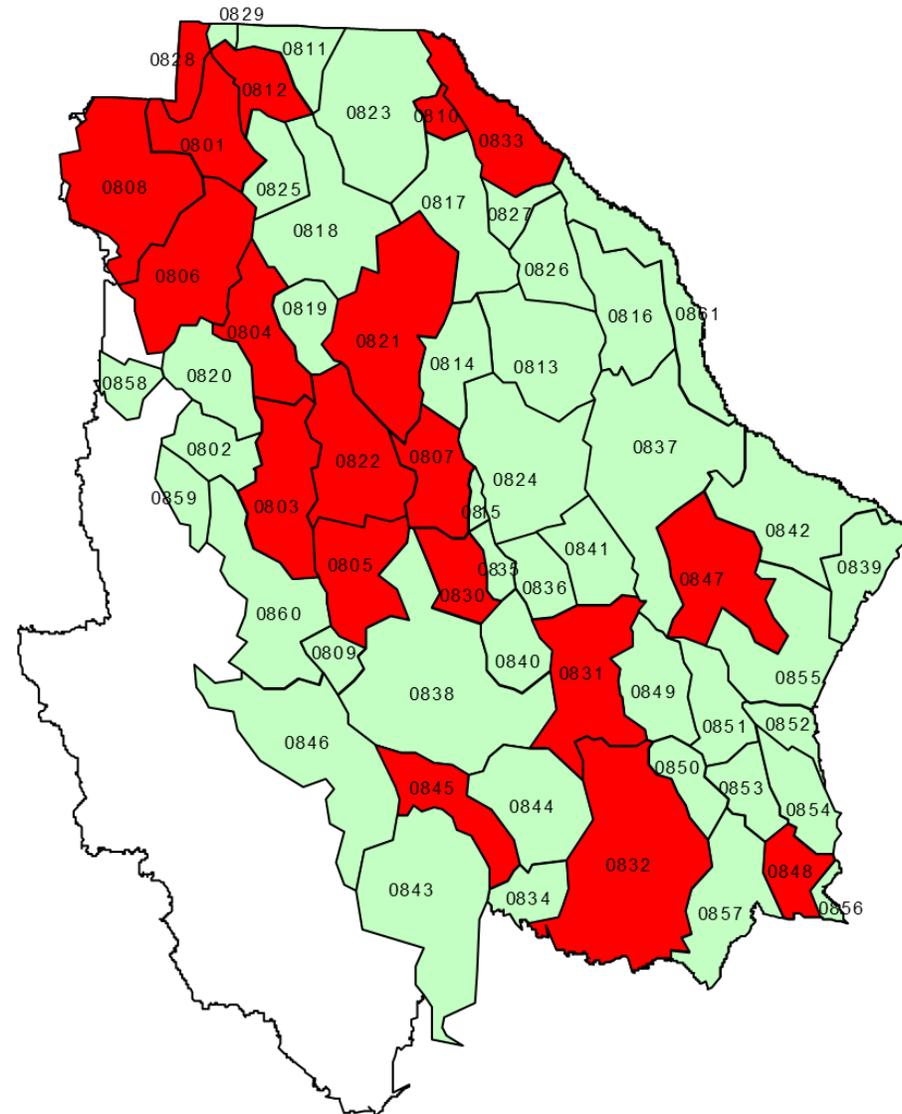
Identificar zonas con potencial para recarga artificial en los acuíferos El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento, así como elaborar dos proyectos de obra de recarga

Objetivos específicos:

- a) Hacer un diagnóstico hidrogeológico de los acuíferos El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento, identificando problemática y posibles alternativas de solución, incluyendo la recarga artificial de acuíferos.
- b) Identificar zonas en los acuíferos El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento con potencial para recarga artificial de acuíferos.
- c) Evaluar el potencial hidrológico de las cuencas de aporte a las zonas con potencial para recarga artificial de acuíferos.
- d) Identificar el tipo de obra que se podrían considerar en futuros proyectos ejecutivos, en cada zona con potencial para la recarga de acuíferos.
- e) Elaborar dos proyectos de recarga artificial de acuíferos.

Problemática: Disponibilidad de agua subterránea 2015

Nombre	Clave
ALAMO CHAPO	842
ALDAMA-EL CUERVO	816
ALDAMA-SAN DIEGO	836
ALTA BABICORA	802
ALTO RIO SAN PEDRO	838
ASCENSION	801
BAJA BABICORA	803
BAJO RIO CONCHOS	837
BOCOYNA	843
BUENAVENTURA	804
CARICHI-NONOAVA	846
CASAS GRANDES	806
CHIHUAHUA-SACRAMENTO	830
CONEJOS-MEDANOS	823
CUAUHTEMOC	805
EL CUARENTA	827
EL SABINAL	825
EL SAUZ-ENCINILLAS	807
ESCALON	857
FLORES MAGON-VILLA AHUMADA	821
GUERRERO-YEPOMERA	860
IGNACIO ZARAGOZA	820
JANOS	808
JIMENEZ-CAMARGO	832
JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ	829
LA NORTENA	858
LAGUNA DE HORMIGAS	824
LAGUNA DE JACO	852
LAGUNA DE MEXICANOS	809
LAGUNA DE PALOMAS	848
LAGUNA DE PATOS	817
LAGUNA DE SANTA MARIA	818
LAGUNA DE TARABILLAS	814
LAGUNA EL DIABLO	815
LAGUNA EL REY	856
LAGUNA LA VIEJA	819
LAGUNA LOS ALAZANES	855
LAGUNA TRES CASTILLOS	813
LAS PALMAS	811
LAS PAMPAS	850
LLANO DE GIGANTES	849
LOS JUNCOS	847
LOS LAMENTOS	826
LOS MOSCOS	828
MADERA	859
MANUEL BENAVIDES	839
MEOQUI-DELICIAS	831
PALOMAS-GUADALUPE VICTORIA	812
PARRAL-VALLE DEL VERANO	834
POTRERO DEL LLANO	841
RANCHO DENTON	854
RANCHO EL ASTILLERO	851
RANCHO LA GLORIA	853
SAMALAYUCA	810
SAN FELIPE DE JESUS	845
SANTA CLARA	822
TABALAOPA-ALDAMA	835
VALLE DE JUAREZ	833
VALLE DE ZARAGOZA	844
VALLE DEL PESO	861
VILLALBA	840

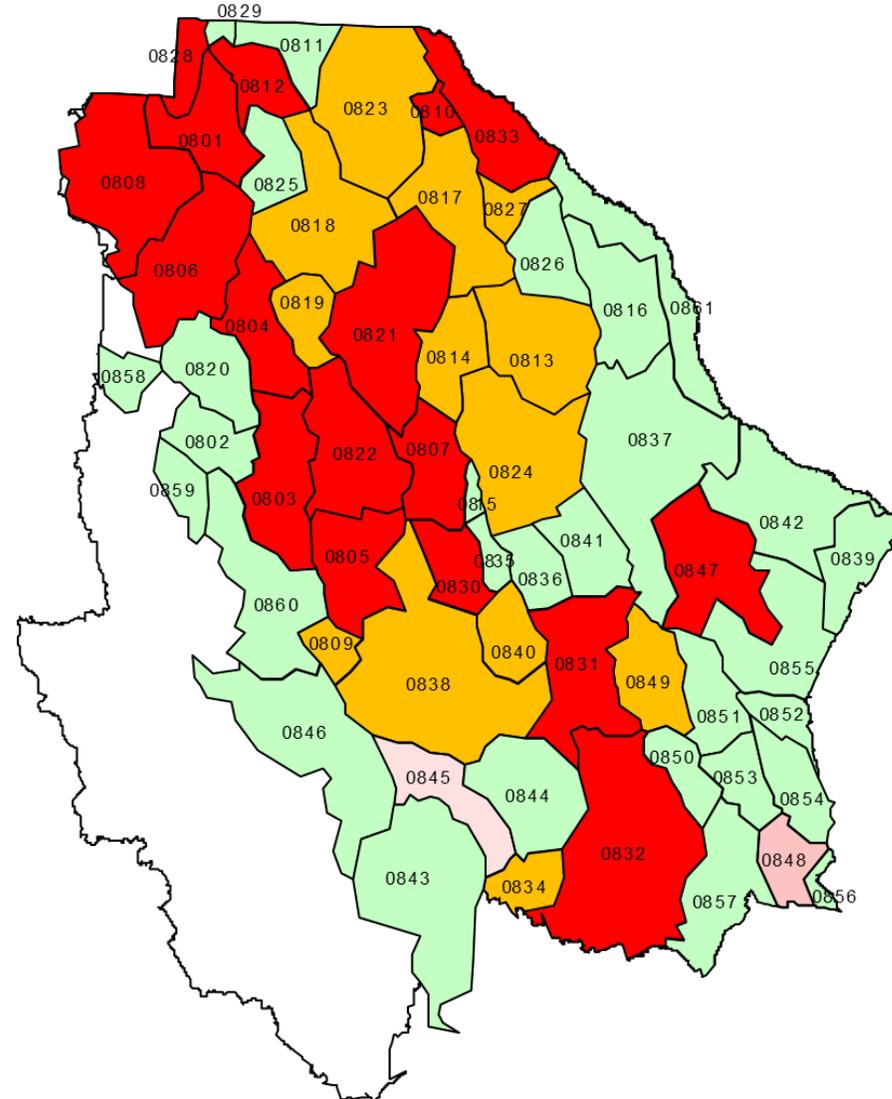


19 acuíferos en déficit, de los cuales en 15 es mayor a los 10 hm³/año

(Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2015)

Problemática: Disponibilidad de agua subterránea 2018

Nombre	Clave
ALAMO CHAPO	842
ALDAMA-EL CUERVO	816
ALDAMA-SAN DIEGO	836
ALTA BABICORA	802
ALTO RIO SAN PEDRO	838
ASCENSION	801
BAJA BABICORA	803
BAJO RIO CONCHOS	837
BOCOYNA	843
BUENAVENTURA	804
CARICHI-NONOAVA	846
CASAS GRANDES	806
CHIHUAHUA-SACRAMENTO	830
CONEJOS-MEDANOS	823
CUAUHTEMOC	805
EL CUARENTA	827
EL SABINAL	825
EL SAUZ-ENCINILLAS	807
ESCALON	857
FLORES MAGON-VILLA AHUMADA	821
GUERRERO-YEPOMERA	860
IGNACIO ZARAGOZA	820
JANOS	808
JIMENEZ-CAMARGO	832
JOSEFA ORTIZ DE DOMINGUEZ	829
LA NORTENA	858
LAGUNA DE HORMIGAS	824
LAGUNA DE JACO	852
LAGUNA DE MEXICANOS	809
LAGUNA DE PALOMAS	848
LAGUNA DE PATOS	817
LAGUNA DE SANTA MARIA	818
LAGUNA DE TARABILLAS	814
LAGUNA EL DIABLO	815
LAGUNA EL REY	856
LAGUNA LA VIEJA	819
LAGUNA LOS ALAZANES	855
LAGUNA TRES CASTILLOS	813
LAS PALMAS	811
LAS PAMPAS	850
LLANO DE GIGANTES	849
LOS JUNCOS	847
LOS LAMENTOS	826
LOS MOSCOS	828
MADERA	859
MANUEL BENAVIDES	839
MEOQUI-DELICIAS	831
PALOMAS-GUADALUPE VICTORIA	812
PARRAL-VALLE DEL VERANO	834
POTRERO DEL LLANO	841
RANCHO DENTON	854
RANCHO EL ASTILLERO	851
RANCHO LA GLORIA	853
SAMALAYUCA	810
SAN FELIPE DE JESUS	845
SANTA CLARA	822
TABALAOPA-ALDAMA	835
VALLE DE JUAREZ	833
VALLE DE ZARAGOZA	844
VALLE DEL PESO	861
VILLALBA	840



30 acuíferos en déficit, de los cuales en 23 es mayor a los 10 hm³/año
En 7 acuíferos la disponibilidad es inferior a 5 hm³/año (muy baja)
2 acuíferos dejan de estar en déficit (845 San Felipe de Jesús y 848 Laguna de palomas)
 (Diario Oficial de la Federación, 4 de enero de 2018)

***DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA
(Conforme a la NOM-011-CNA-2015):***

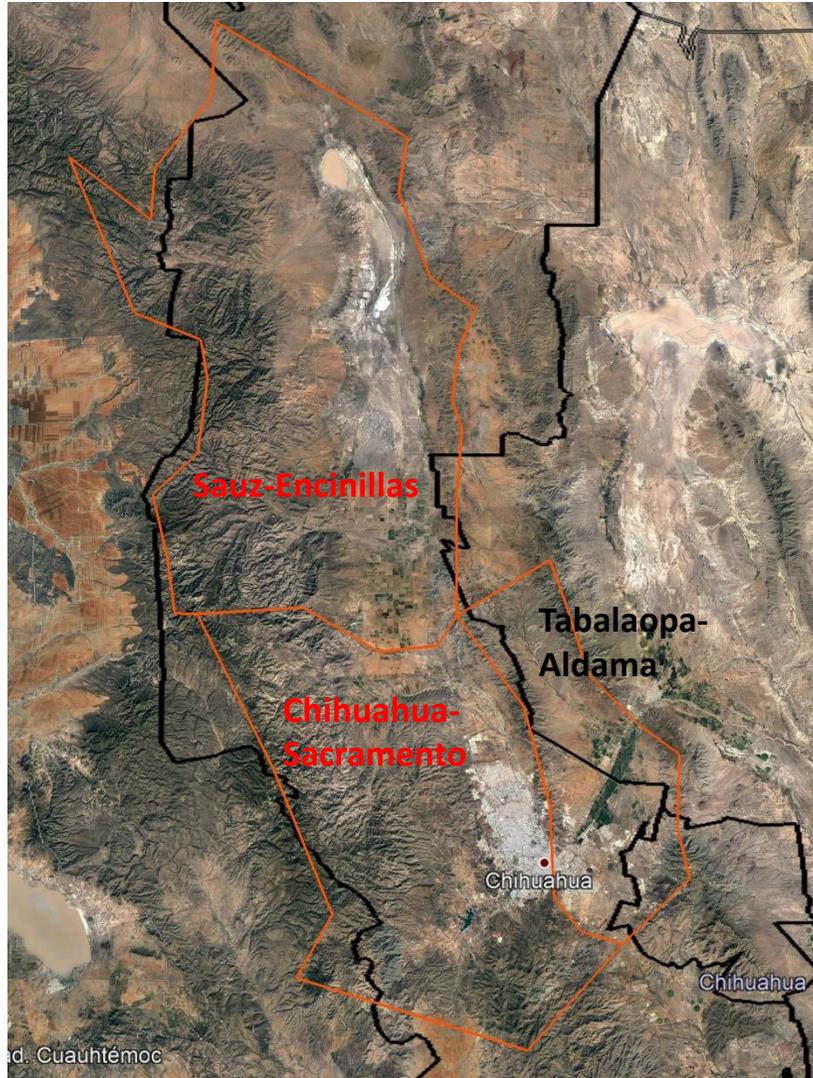
Disponibilidad media anual de agua subterránea	=	Recarga total media anual que ingresa al acuífero	-	Descarga natural comprometida	-	Extracción de Aguas Subterráneas
---	----------	--	----------	--	----------	---

$$D = R_t - D_{nc} - E_{xt}$$

Ext = Volúmenes asignados o concesionados, inscritos o en proceso de registro en el REPDA , volúmenes en reservas, reglamentos y programación hídrica.

En zonas de libre alumbramiento, la Ext corresponde a los volúmenes de agua efectivamente extraídos, estimados en estudios técnicos, aunque no hayan sido titulados, y en su caso, los volúmenes concesionados de la parte vedada.

DIAGNOSTICO HIDROGEOLOGICO DE LOS ACUÍFEROS QUE ABASTECEN A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA.



Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXT	DAS	DÉFICIT
	hm ³					
El Sauz-Encinillas	62.4	0	90.325299	127.2	0	-27.925299
Chihuahua-Sacramento	56.6	0	102.06462	67.2	0	-45.464616
Tabalaopa-Aldama	76.5	4.3	59.8333	75.1	12.366736	0

Diario Oficial de la Federación, 20 de abril de 2015

Problemática que se genera:

1. Descenso en los niveles del agua subterránea
2. Afectación a ecosistemas frágiles
3. Pérdida de flujo base y manantiales (ríos perennes a intermitentes y a efímeros, lagunas perennes a intermitentes)
4. Pérdida de biodiversidad en zona riparia y eventualmente en zonas adyacentes
5. Presencia de especies no endémicas
6. Deterioro de la calidad del agua subterránea
7. Incrementos en los costos de la energía eléctrica
8. Incremento en los costos de potabilización de agua
9. Incremento en las inversiones necesarias para profundizar aprovechamientos y cambio de equipos de bombeo
10. Descenso en la utilidad de la actividad productiva

DIAGNOSTICO HIDROGEOLOGICO DE LOS ACUÍFEROS QUE ABASTECEN A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA.

se tiene un déficit importante, por lo que la continuidad del desarrollo de las actividades socioeconómicas en el municipio se puede ver amenazadas por esta situación.

La presión antropogénica sobre el recurso hídrico puede incrementarse con el tiempo, ya que la demanda de agua en la mancha urbana crece a la par de la población, al igual que la demanda para satisfacer a los sectores comercial, servicios e industrial, que generan empleos, crecimiento y derrama económica.

La previsión de estos problemas en tiempo y forma puede contribuir a su mitigación, con lo que se tendrían efectos adversos menores a los que se avizoran en la actualidad, tanto en términos de cantidad como de calidad del agua.

Alternativas para disminuir el desbalance hidrológico

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea} = \text{Recarga total media anual que ingresa al acuífero} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Extracción de Aguas Subterráneas}$$

$$D = R_t - D_{nc} - E_{xt}$$

Alternativas para disminuir el desbalance hidrológico

Incremento



Recarga Artificial de acuíferos

Disminución o control

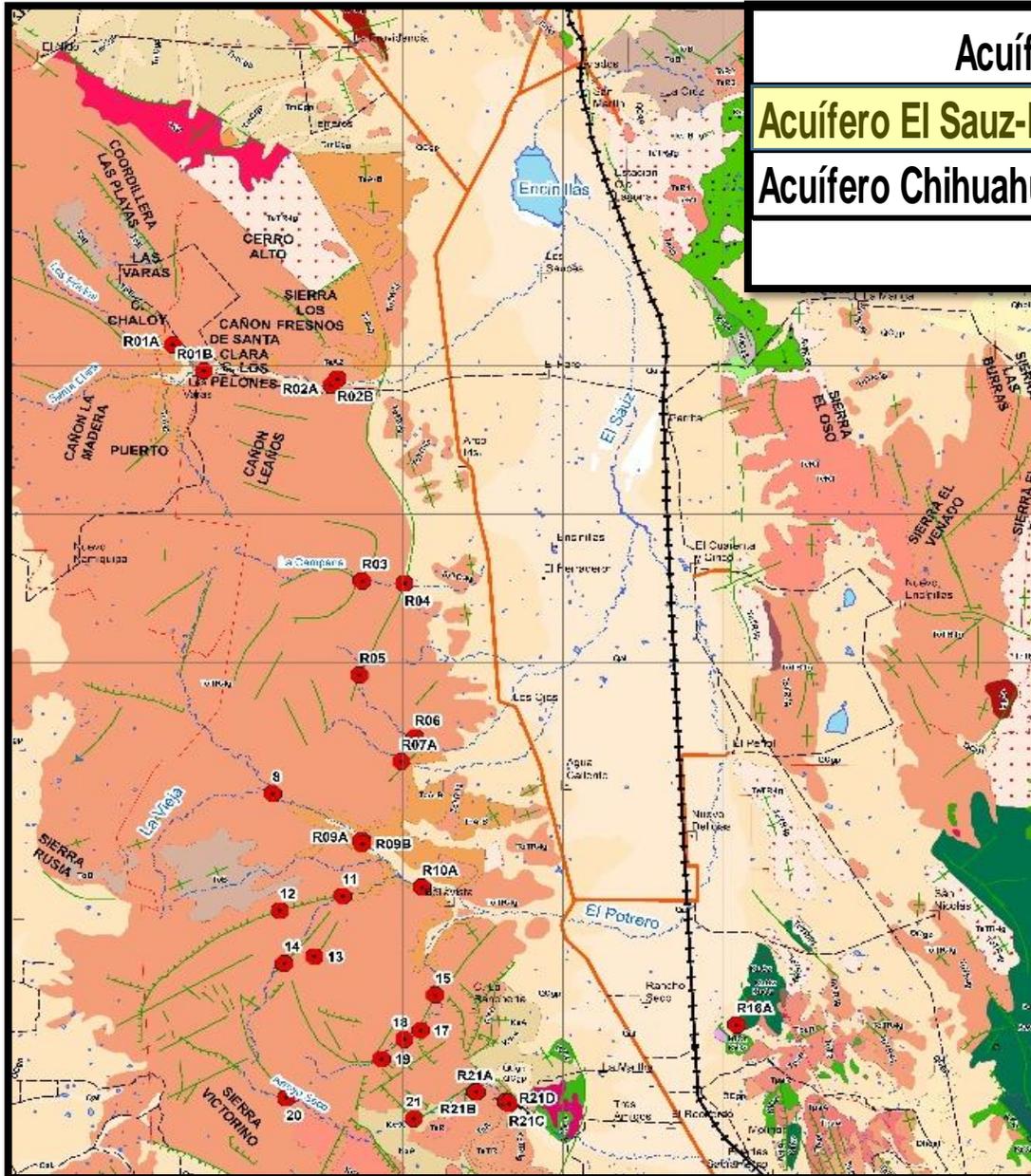
Recarga artificial de acuíferos:

La **RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS** se puede definir como el conjunto de técnicas que favorecen una explotación planeada de los acuíferos por el aumento de sus recursos y creación de reservas, mediante la intervención directa o indirecta en el ciclo natural del agua.

Objetivos principales de la recarga artificial de acuíferos:

- Restaurar un acuífero excesivamente explotado
- Mantener y regularizarlos para época de estiaje
- Almacenar agua local o importada
- Dilución de aguas existentes en el acuífero y mantener un balance de sales
- Mezcla de agua de diferentes calidades

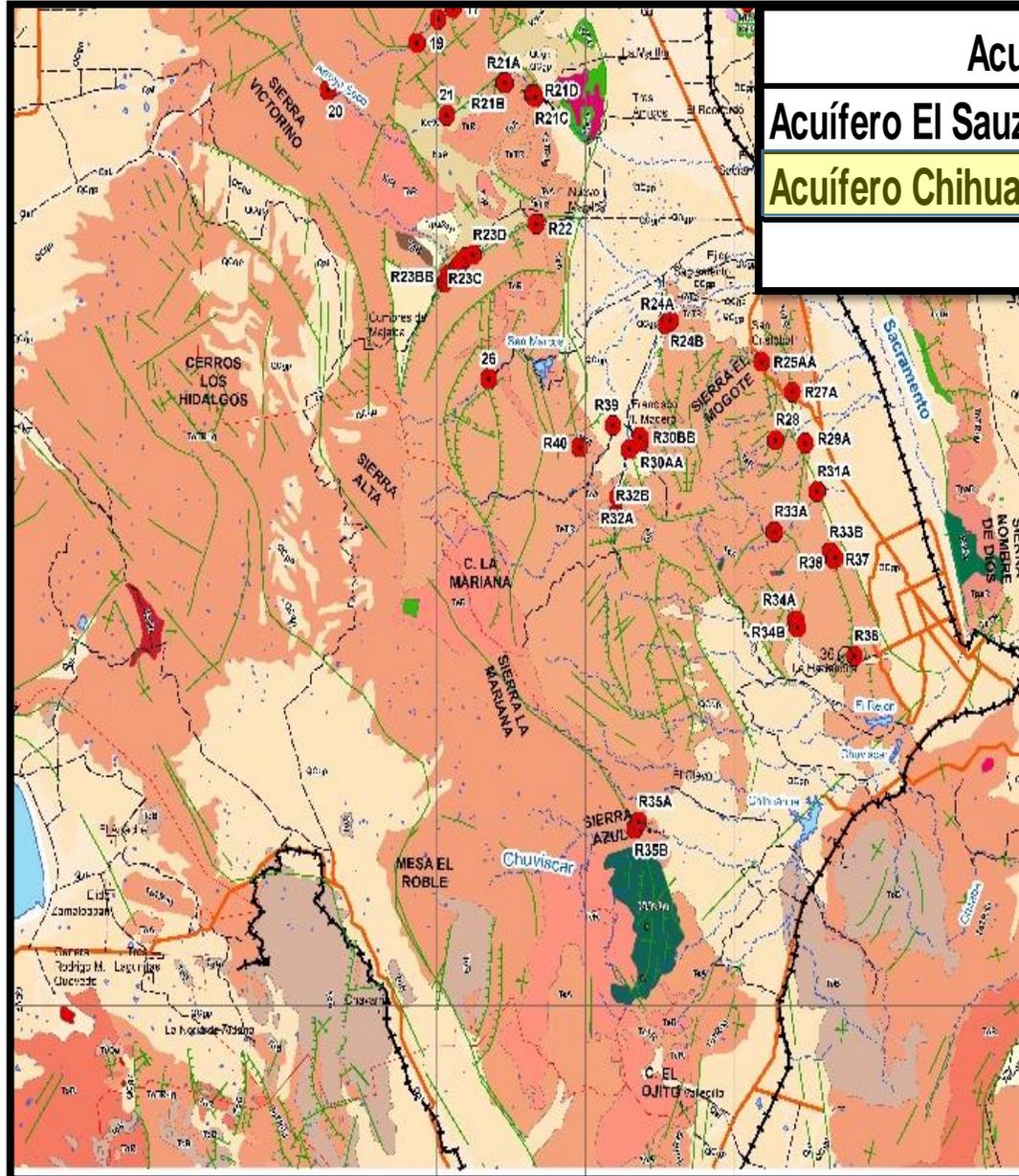
ZONAS POTENCIALES PARA INFILTRACIÓN ZONA NORTE



Acuíferos	Cuencas	No. Sitios	h ³ /año
Acuífero El Sauz-Encinillas	8	22	21.96
Acuífero Chihuahua-Sacramento	10	38	12.18
Totales =	18	60	34.14

Inicialmente y tomando en cuenta los rasgos fisiográficos de la zona de estudio: hidrografía, topografía, edafología, uso de suelo y vegetación y geología incluyendo la estructural, así como su funcionamiento hidrogeológico se identificaron **22 sitios** en **8 cuencas hidrológicas** en el **acuífero El Sauz-Encinillas** que tienen condiciones favorables para la infiltración profunda.

ZONAS POTENCIALES PARA INFILTRACIÓN ZONA NORTE



Acuíferos	Cuencas	No. Sitios	h ³ /año
Acuífero El Sauz-Enciillas	8	22	21.96
Acuífero Chihuahua-Sacramento	10	38	12.18
Totales =	18	60	34.14

En el acuífero Chihuahua-Sacramento se identificaron 38 sitios en 10 cuencas hidrológicas que tienen condiciones favorables para la infiltración profunda.

Zonas con potencial para emplazar una obra de recarga artificial de acuíferos

Acuíferos	Sitios factibles	Descartados	No acceso	h ³ /año
Acuífero El Sauz-Enciillas	6	2	14	15.87
Acuífero Chihuahua-Sacramento	27	4	7	9.91
Totales =	33	6	21	25.78

De los 22 sitios Identificados en el Acuífero El Sauz-Encinillas **6 resultaron factibles**, **2 se descartaron** por la imposibilidad de construir obras en el lugar y en **14 no fue posible acceder al sitio** y realizar la valoración en campo, por lo que quedan como áreas de oportunidad revisar su factibilidad en el futuro.

De los 38 sitios Identificados en el Chihuahua-Sacramento **27 resultaron factibles**, **4 se descartaron** por la imposibilidad de construir obras en el lugar y en **7 no fue posible acceder al sitio** y realizar la valoración en campo, por lo que quedan como áreas de oportunidad revisar su factibilidad en el futuro.

Zonas con potencial para emplazar una obra de recarga artificial de acuíferos

Acuíferos	Cuencas	No. Sitios	h ³ /año
Acuífero El Sauz-Enciillas	3	5	15.8
Acuífero Chihuahua-Sacramento	10	14	9.91
Totales =	13	19	25.71

De los **6 sitios factibles** definidos en el Acuífero El Sauz-Encinillas **5** se definieron como **obras de carácter principal** y **1** como **obra complementaria**, ubicada hacia el interior de alguna de las principales.

De los **27 sitios factibles** definidos en el acuífero Chihuahua-Sacramento **14** se definieron como **obras de carácter principal** y **13** como **obras complementarias**, ubicadas hacia el interior de algunas de las principales.

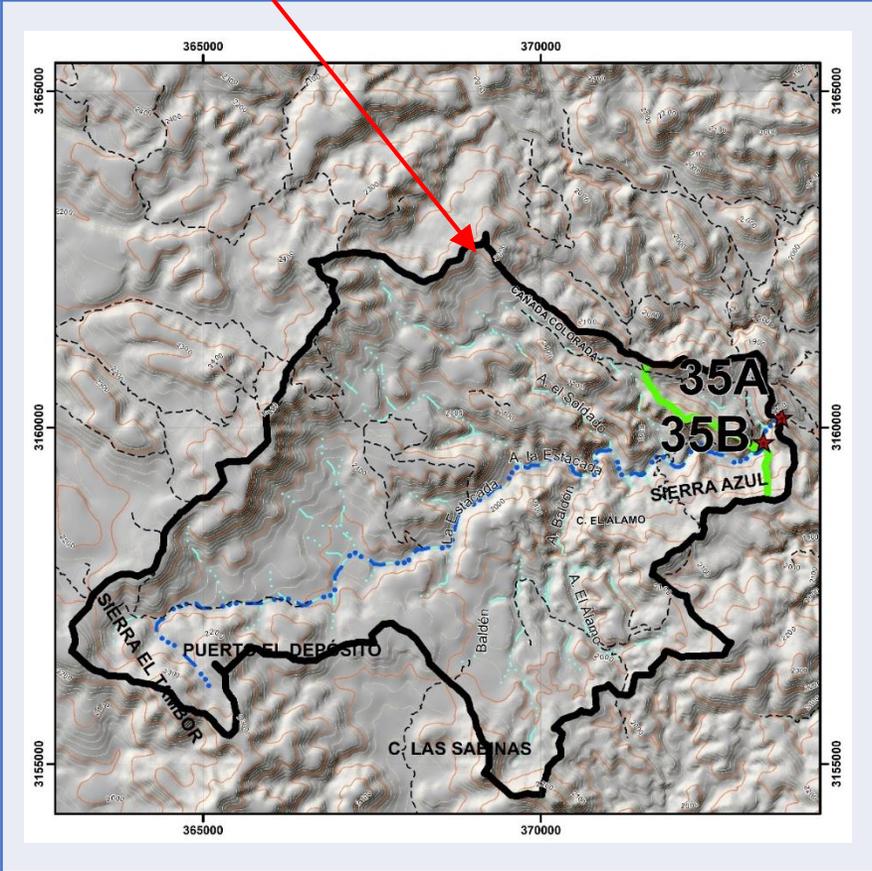
Por obra complementaria se entenderá la construcción de una presa filtrante de tamaño menor a base de malla-gavión para favorecer la retención de agua y suelo, retardar el escurrimiento superficial y favorecer la infiltración *in situ*.

EJEMPLO DE SITIO VISITADOS

34A y 35B

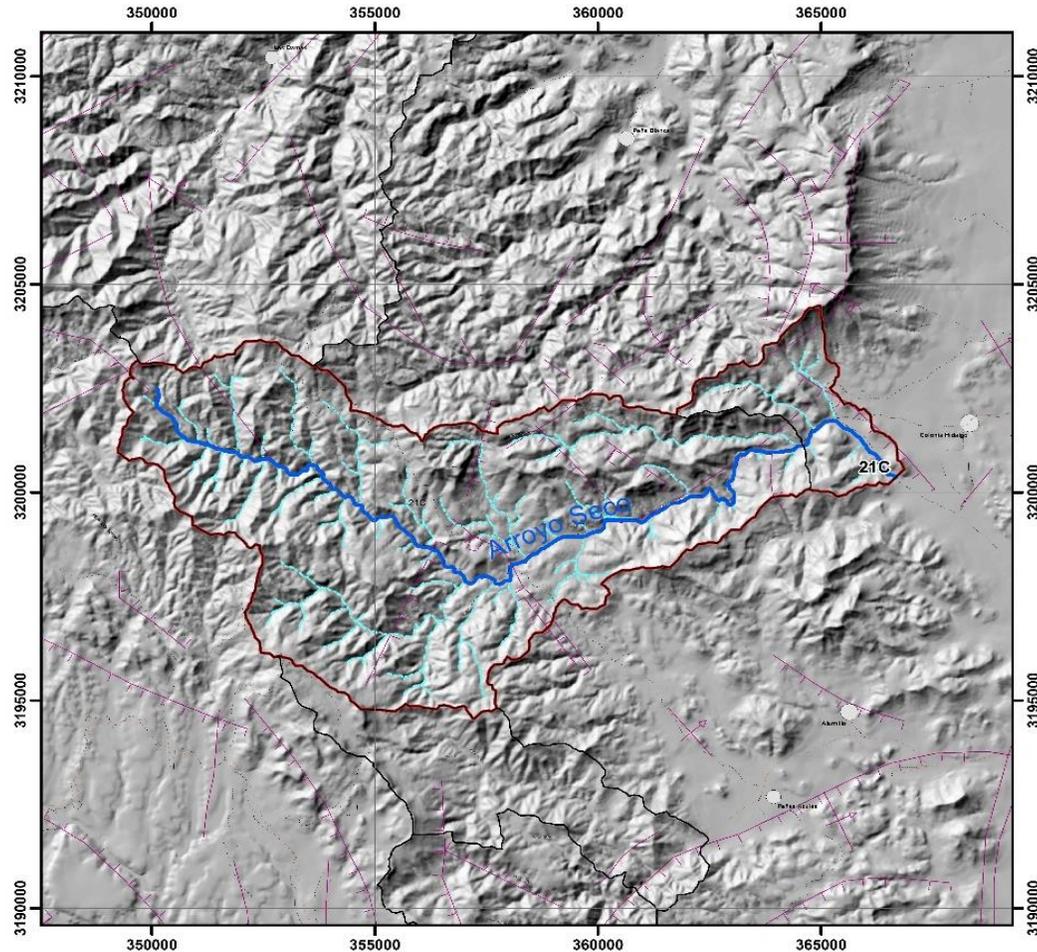
Cuenca con potencial hidrológico

Boquilla para presa filtrante



Roca con alto grado de fracturamiento

Proyecto Ejecutivo Ejido Cuahtémoc (Punta de Agua)

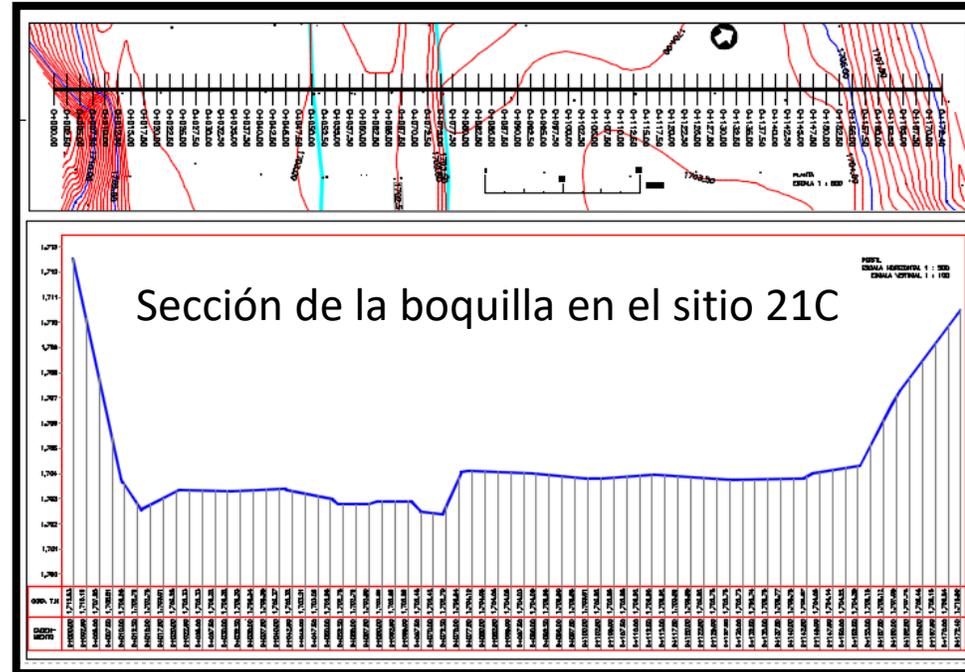
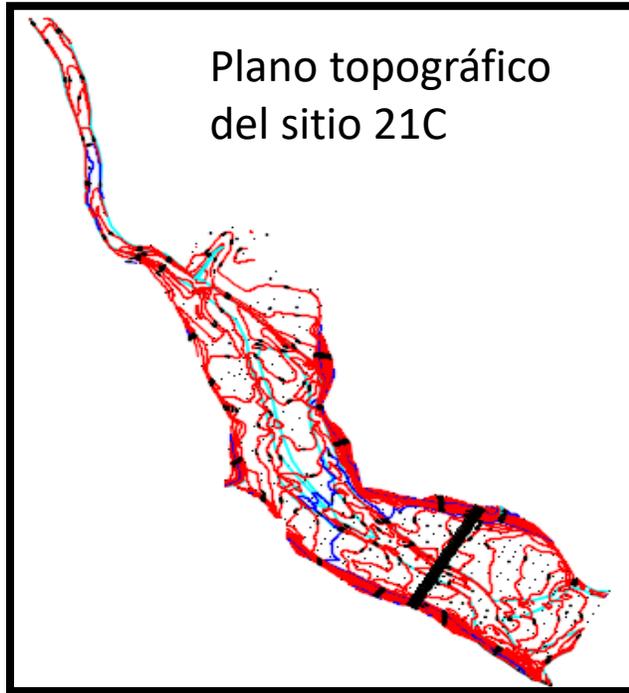


Se localiza sobre el arroyo Seco, tributario del río Sacramento. Con flujo superficial y subsuperficial varios meses del año.

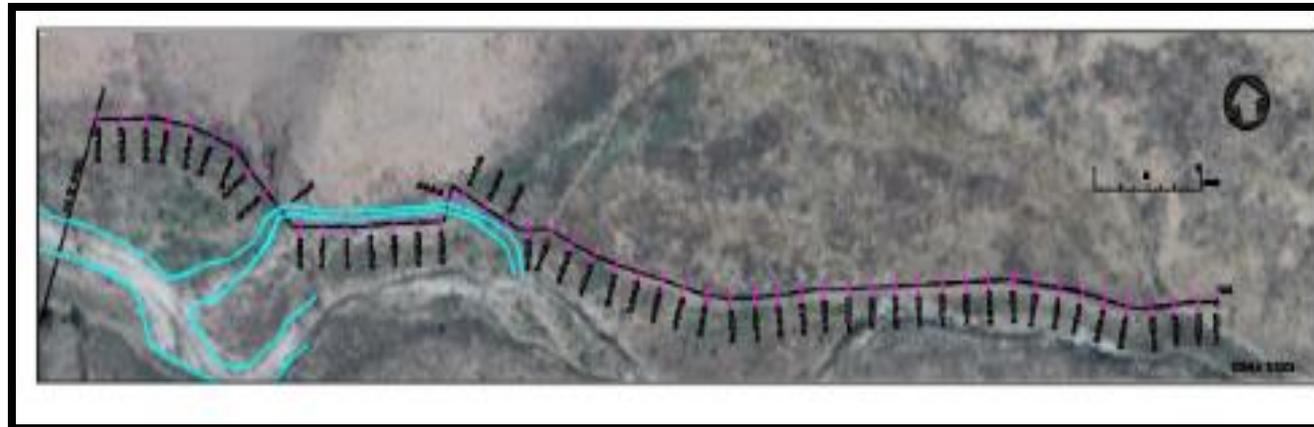
Coordenadas UTM wgs84
366,631 E y 3'200,341 N

La cuenca hidrológica tiene una extensión de **83.59 km²** y un potencial de escurrimiento de **2.17 Mm³/año**.

Levantamiento topográfico en el sitio 21 C, Ejido Cuauhtémoc (Punta de Agua)



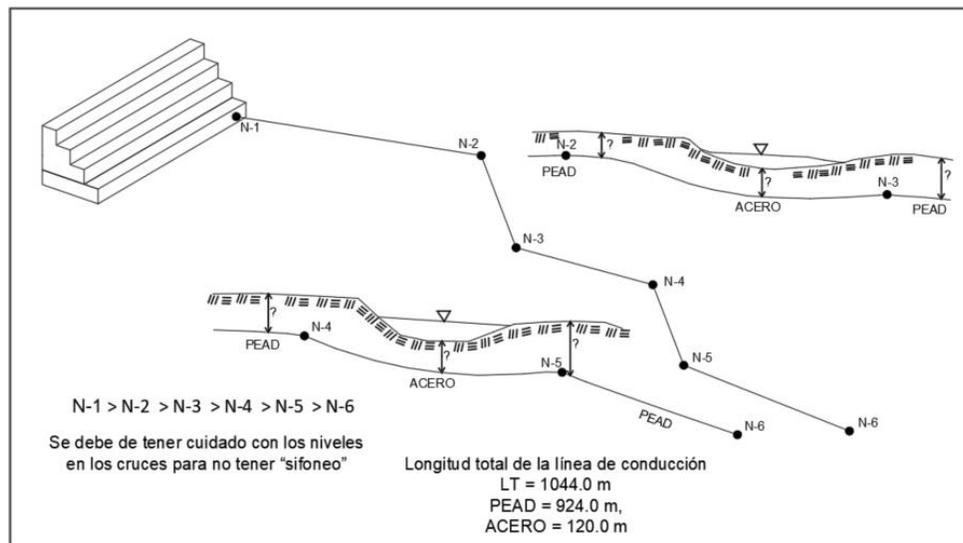
Levantamiento línea de
conducción sitio 21C a
pozo de infiltración



Proyecto geométrico de la línea de conducción al pozo de infiltración



Perfil Longitudinal



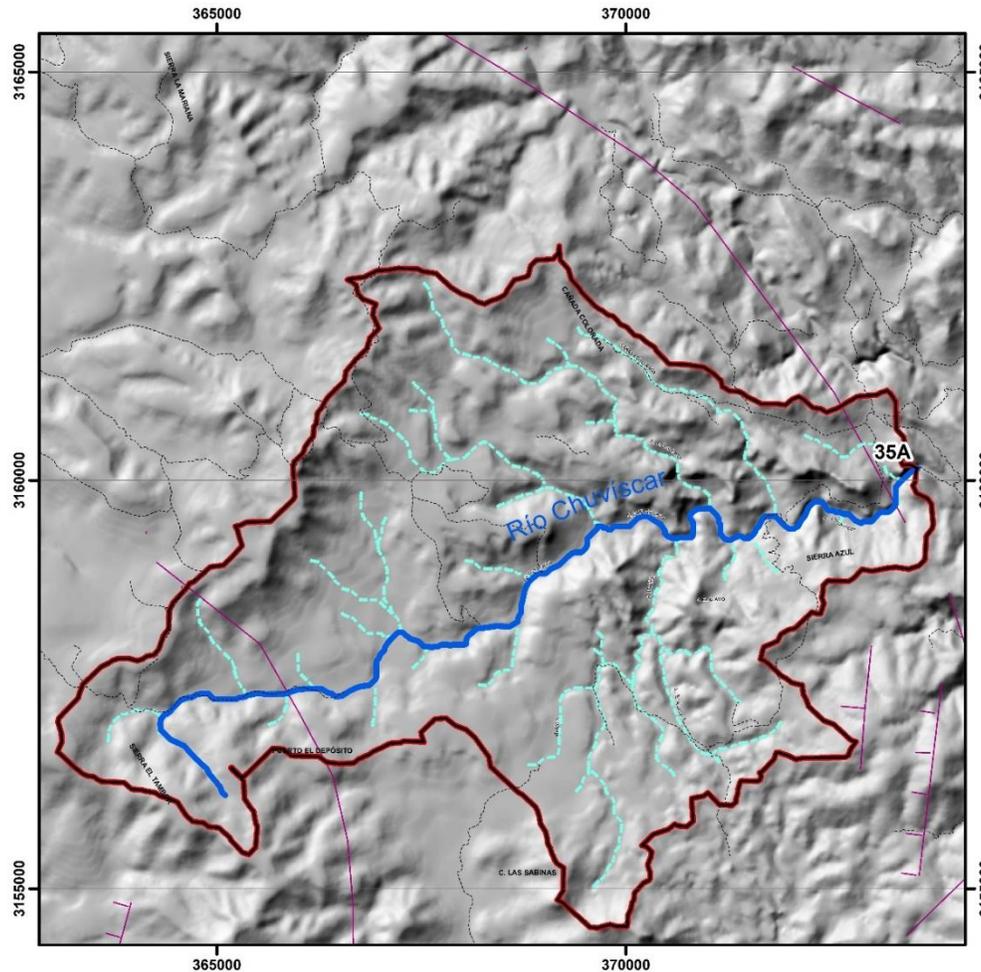
Isométrico

Aguas arriba de la cortina se colocará una tubería ranurada de 10 pulgadas de diámetro, con una longitud de 135 m, empacada en material granular (filtro). En la margen izquierda se conectará con a una tubería de P. A.D. de 10" y 1015 m de longitud hasta un sitio en el que se proyecta perforar un pozo de infiltración. El caudal de operación se estima en 40 lps.

Se estima que la recarga natural en la zona puede ser de entre el 5% al 8% de la precipitación, es decir poco más de 2 Mm³ anuales. Fundamentado en estudio previos en la región, con la obra de recarga artificial podría incrementarse a un valor alrededor al doble de la natural.

Considerando que la Ciudad de Chihuahua demanda del orden de 130.5 Mm³ y que el déficit en el acuífero se estima en 27.9 Mm³, los 4 Mm³ anuales que se estima podrían introducirse al acuífero en esta obra, representan el 3.1% y el 14.33% respectivamente.

Proyecto Ejecutivo Ojos del Chuvíscar



Este sitio se ubica sobre el río Chuvíscar en la cuenca alta de la presa Chihuahua y presenta flujo superficial y subsuperficial varios meses del año.

Se ubica en las coordenadas UTM wgs84 373560 E y 3160176 N

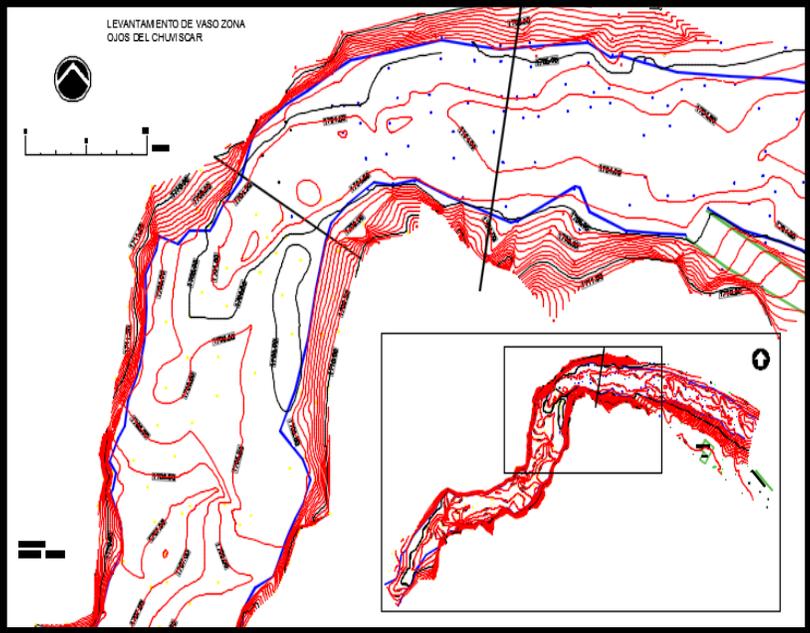
La cuenca hidrológica de aporte al sitio tiene una extensión de **45.02 km²** y un potencial de generación de escurrimiento del orden de 1.0 Mm³/año.

Levantamiento topográfico en el sitio 35A, Ojos del Chuvíscar

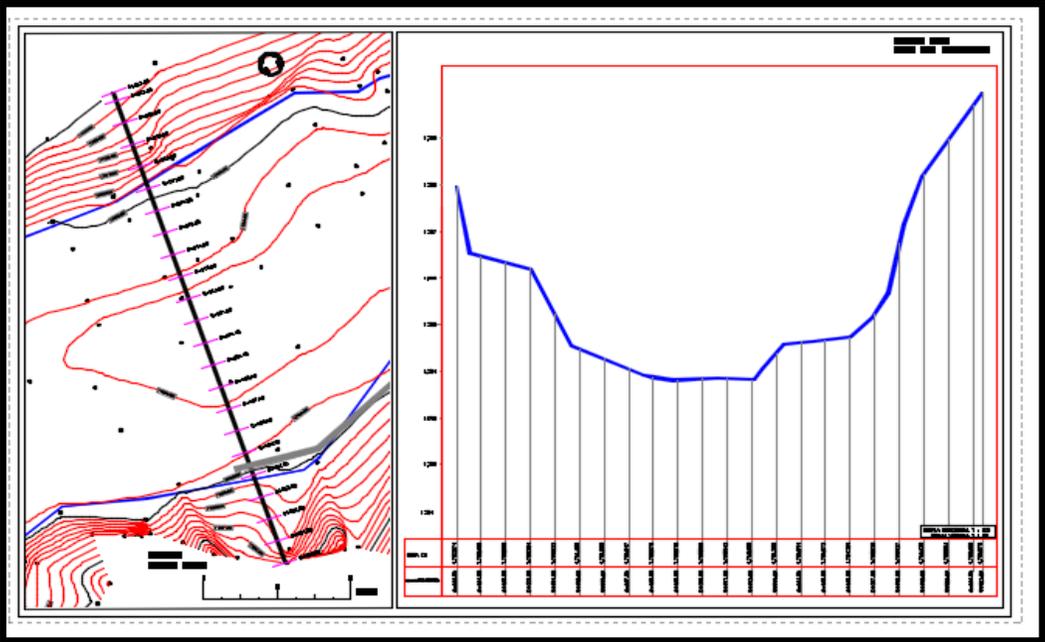
Levantamiento línea de conducción sitio 35A a pozo de infiltración



Plano topográfico del sitio 35A

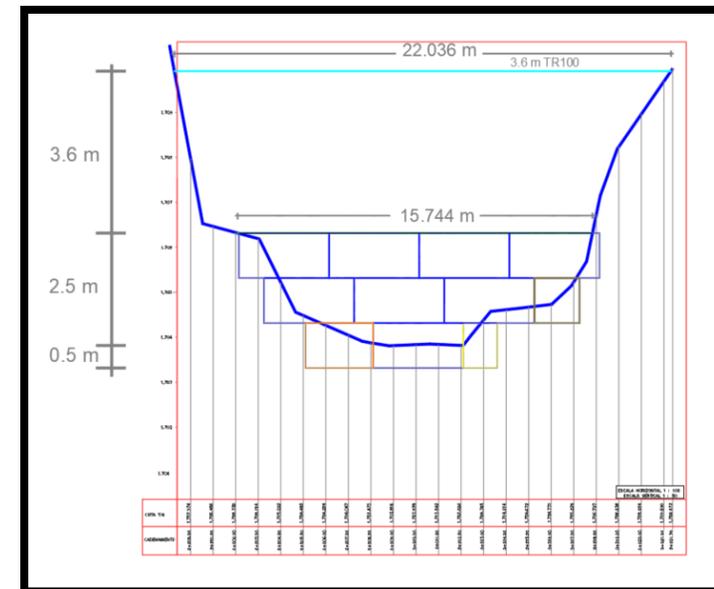
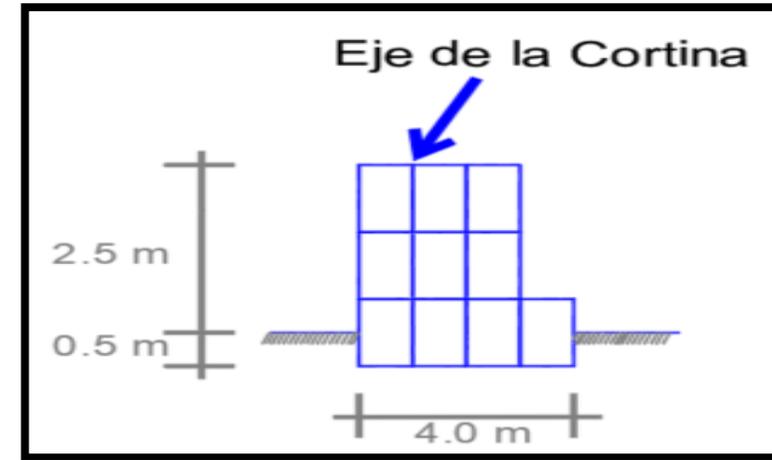
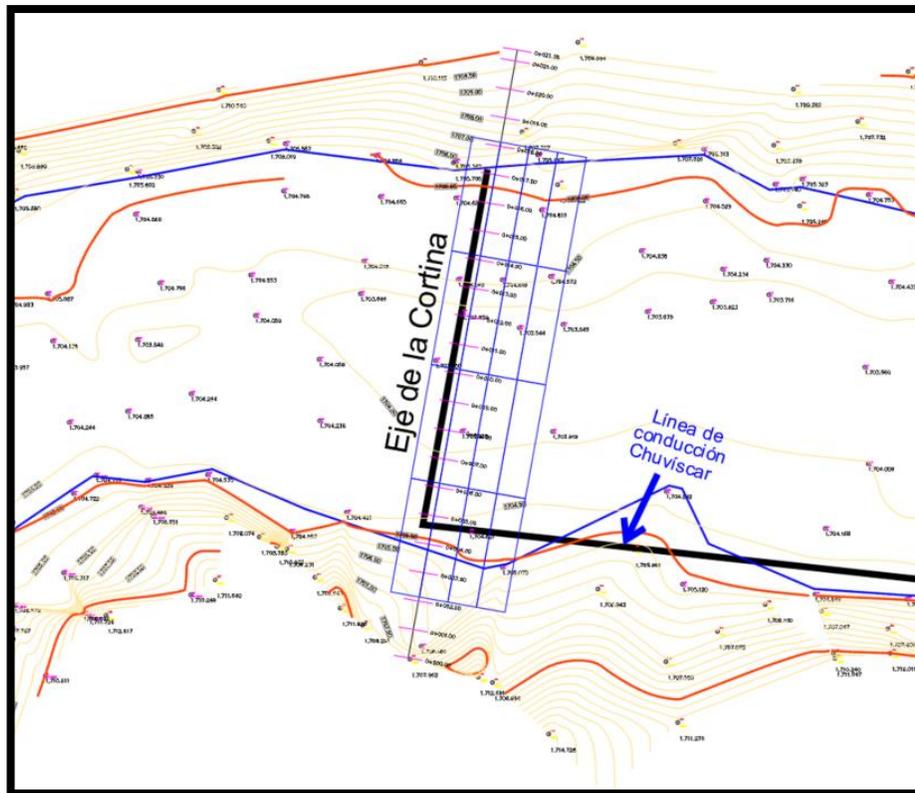


Sección de la boquilla en el sitio 35A



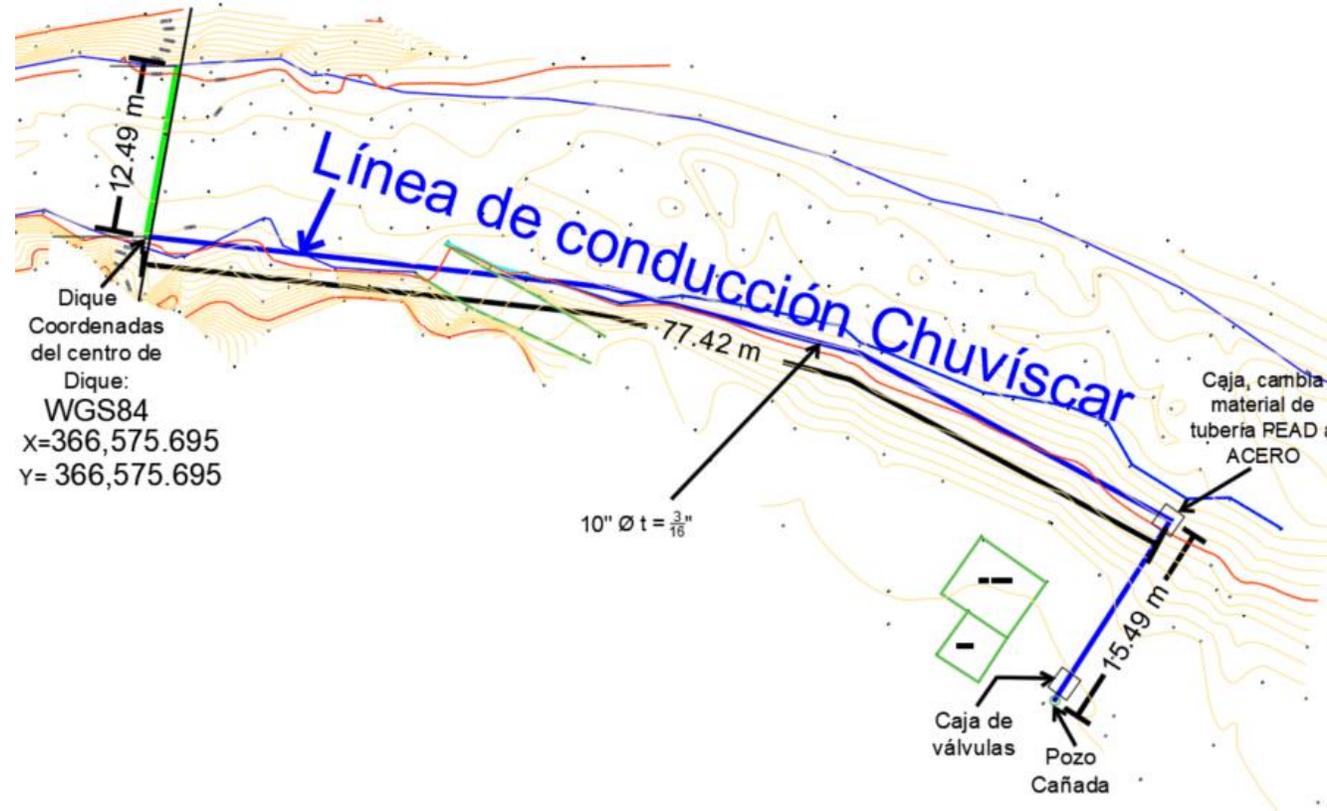
Proyecto geométrico de la presa filtrante

El proyecto consiste en una presa filtrante a base de malla gavión y boleos, que proveerá carga hidráulica para favorecer la infiltración en el vaso de almacenamiento.



Proyecto geométrico de la línea de conducción al pozo de infiltración

LONGITUD TOTAL = 92.91 m



Aguas arriba de la cortina se colocará una tubería ranurada de 10 pulgadas de diámetro, con una longitud de 8 m, empacada en material granular (filtro). En la margen derecha se conectará con a una tubería de P. A.D. de 10" y 93 m de longitud el sitio en el que se ubica el pozo Cañada que actualmente está fuera de operación. El caudal de operación se estima en 50 lps.

Se estima que la recarga natural en la zona puede ser de entre el 5% al 8% de la precipitación, es decir poco más de 1 Mm³ anuales. Fundamentado en estudio previos en la región, con la obra de recarga artificial podría incrementarse a un valor alrededor al doble de la natural.

Considerando que la Ciudad de Chihuahua demanda del orden de 130.5 Mm³ y que el déficit en el acuífero se estima en 45.46 Mm³, los 2 Mm³ anuales que se estima podrían introducirse al acuífero en esta obra, representan el 1.5 % y el 4.4 % respectivamente.

Potencial estimado del estudio de recarga artificial en los acuíferos El Sauz-Encinillas y Chihuahua-Sacramento

El déficit de 27.9 Mm³ anuales que se tienen en el acuífero El Sauz-Encinillas, mientras que el potencial hidrológico susceptible de emplearse en recarga que tendría en las 8 cuencas analizadas con los 6 proyectos factibles (5 principales y 1 complementario) es de 15.8 hm³, más la intercepción de flujos subsuperficiales, es decir 56.6% del déficit.

El déficit de 45.46 Mm³ anuales que se tienen en el acuífero Chihuahua-Sacramento, mientras que el potencial hidrológico susceptible de emplearse en recarga que tendría en las 10 cuencas analizadas con los 27 proyectos factibles (14 principales y 13 complementarios) es de 9.91 hm³, más la intercepción de flujos subsuperficiales, es decir del orden de 21.8% del déficit.