

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**



“SISTEMA DE CAPTACION Y DERIVACION PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA” EN EL EJIDO SAN MARTIN (DOCE DE DICIEMBRE), MUNICIPIO DE RAMOS ARIZPE, COAHUILA.

Por:

JORGE ANTONIO SANTANA GOMEZ

TESIS

Presentación como requisito parcial

Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2016

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



**“SISTEMA DE CAPTACION Y DERIVACION PARA EL USO EFICIENTE DEL
AGUA” EN EL EJIDO SAN MARTIN (DOCE DE DICIEMBRE), MUNICIPIO DE
RAMOS ARIZPE, COAHUILA.**

POR:

JORGE ANTONIO SANTANA GÓMEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, FEBRERO 2016

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

"Sistema de captación y derivación para el uso eficiente del agua" en el ejido San Martín (Doce de diciembre), Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

TESIS

Por:

JORGE ANTONIO SANTANA GÓMEZ

Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito

Parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA:

M.C. Tomas Reyna Cepeda

Asesor principal

Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera
Asesor

Ing. José Enrique Mandujano A.
Asesor

M.C. Carlos Rojas Peña

Asesor

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Dr. Luis Samaniego Moreno
Coordinador de División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México, Febrero 2016

Coordinación de
Ingeniería

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES:

SR. MANUEL DEL CARMEN SANTANA MORALES

SRA. LUCERO GOMEZ LAZOS

Con amor y gratitud Porque gracias a su cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto de inmenso apoyo, amor y confianza que en mi se depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudio profesional que contribuyen el legado más grande que pudiera recibir y por los cuales les viviré eternamente agradecido.

A MIS ADORADOS HERMANOS:

DORIAN SANTANA GÓMEZ

FABIOLA SANTANA GÓMEZ

JOSÉ MANUEL SANTANA GÓMEZ

Porque han sido parte esencial en mi vida. en ustedes nunca faltó palabras de ánimo con tal de verme lograr esta meta, por apoyarme siempre con mucho cariño y amor que les tengo.

A MIS SOBRINOS:

JORGE ALEJANDRO, MONTSERRAT, EVANYELY. Quienes llenan de alegría un hogar y por que los quiero mucho.

A MIS COMPAÑEROS DE UNIVERSIDAD Y GRANDES AMIGOS:

LUIS GUSTAVO, LUIS YOAN, FREDY ARMANDO, RUDY ALBERTO, ELMER DEL CARMEN, OSVALDO, ARTEMIO, ANDRES, SERGIO ALEJANDRO, TONY, ALONSO, JOSE ANGEL, LEONARDO DANIEL, EVER. Siempre ayudándonos en las buenas y en las malas, porque con ellos compartí momentos agradables.

AGRADECIMIENTO

“A TI DIOS MIO, por no abandonarme, ayudarme a levantarme en mis fracasos, por aprender de ellos y darme las fuerzas para seguir adelante a pesar de todas esas piedras con que se presentaron en mi camino, por tu infinita bondad y principalmente por permitir realizar el sueño más importante de mi vida.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** mi **“ALMA MATER”**, y al **Departamento de Riego y Drenaje**, por haberme brindado la preparación e identidad profesional que siempre busque y permitirme obtener una de mis mas anhelada meta como Ing. agrónomo en irrigación, por cobijarme, gracias por existir.

Al **DR. FELIPE DE JESÚS ORTEGA RIVERA**, por haber confiado en mí y el apoyo condicional en la realización del siguiente trabajo; además por haberme brindado su amistad y paciencia.

Al **M.C. CARLOS ROJAS PEÑA**, por su conocimiento y su valioso apoyo en la realización de esta tesis con su valiosa enseñanza y por su amistad que me brindo siempre.

Al **M.C. TOMAS REYNA CEPEDA**, por sus importantes sugerencias en la realización de esta tesis.

Al **ING. JOSE ENRIQUE MANDUJANO ALVAREZ**, por sus conocimientos, comentarios y atribución en materia de esta obra.

A todos los maestro del departamento de riego y drenaje, por compartir sus conocimientos, experiencias, formando así a personas competitivas en el ámbito laboral.

A toda la persona que de alguna manera influyeron para la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación actual en el estado de Coahuila.....	3
1.2. Diagnóstico.....	4
1.3. Situación actual y sus perspectivas.....	4
1.4. Justificación	5
1.5. Objetivo general	6
1.5.1. Objetivos específicos	7
1.6. Metas	7
1.7. Hipótesis	7
1.8. Antecedentes.....	8
II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. El ciclo hidrológico	11
2.3. Galerías filtrantes de aguas subterráneas	12
2.4. Tipos de precipitaciones	13
2.5. Precipitación en zona áridas y semiáridas	14
2.6. Escurrimientos	14
2.7. Irrigación.....	15

2.8. Cuenca	15
2.8.1. Clasificación de tipos de cuencas.....	16
2.9. Clasificación de tipos de presas.....	16
2.9.1. Clasificación según su uso (Arthur, 1976).....	16
2.9.2. Clasificación según su funcionamiento hidráulico (Arthur, 1976)	18
2.9.3. Clasificación según los materiales (Arthur, 1976).	18
2.10. Factores físicos que gobiernan la selección de la presa.	20
2.10.1. Las condiciones geológicas y la cimentación (Arthur, 1976).	20
2.11. Obra de excedencia para las presas.	22
2.12. Presas de almacenamiento	23
2.12.1. Definición de terminos de la presa de almacenamiento.	23
2.13. Fuerzas que obran sobre la presa.	24
2.14.Requisitos de estabilidad de la presa.	24
2.15.Vaso de la presa.	25
2.16. Obras de toma de la presa.	25
2.17. Vertedor de demasías	26
2.18. Estudio de avenidas.....	26
2.18.1. Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable.....	28
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Datos generales	30
3.2. Propósito de la obra.....	30
3.3.Localización.....	30
3.4. Climatología.....	32

3.5. Precipitaciones.....	34
3.6. Estudios Hidrológicos	36
3.7. Avenida maxima.....	37
3.8. Características ambientales.....	38
3.8.1. Vegetación.....	38
3.8.2. Geología	38
3.8.3. Características del suelo.....	39
3.9. Estudios hidrológicos.....	39
3.10. Coeficiente de escurrimiento	41
3.11. Escurrimiento medio anual	43
3.12. Calculo del volumen medio anual escurrido	43
3.13. Calculo del volumen aprovechable medio anual	44
3.14. Avenida máxima.....	44
3.15. Métodos para calcular avenidas de cuencas no aforadas	45
3.15.1.Método de Ryves	46
3.15.2.Método de Valentini	46
3.15.3.Método de kuichling	46
3.16. Diseño de la obra	47
3.16.1. Diseño de la presa San Martin	48
3.17. Esquema del diseño del desarenador	50
3.18. Obras de excedencias:	51
3.19. Obra de toma:.....	51
3.20. Norma de riego.....	52

3.21. Posible área a irrigar	53
3.22. Estimación de la estabilidad del muro de la presa	53
3.23. Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática	54
3.24. Calculo del peso del muro (pw) área	54
3.25. Volumen del muro	54
3.26. Peso del muro	54
3.27. Calculo de la fuerza resultante	54
3.28. Análisis del presupuesto de la obra	55
IV.- CONCLUSIONES.....	58
V.- LITERATURA CITADA	59
ANEXOS	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Ciclo hidrológico	11
Figura 2.2: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio.	12
Figura 2.3: Esquema de una cuenca	15
Figura 3.4: Ubicación del Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila	31
Figura 3.5: Ejido San Martin (Doce de Diciembre) se ubica a 30 km de Saltillo por la carretera federal 57 en el tramo Saltillo – castaños.....	32
Figura 3.6: Ejido San Martin, precipitación de 400 mm	33
Figura 3.7: Climatología del Estado de Coahuila	34
Figura 3.8: Source: Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. Dirección General de Geografía. Cartas de precipitación Total Anual, escala 1:1000000, México.....	36
Figura 3.9: Cuenca hidrológica de la presa en el ejido San Martin (Doce de Diciembre), Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.....	37
Figura 3.10: Gráfica de Gastos Propuestos para Proyectos de Puentes en la República Mexicana.....	38
Figura 3.11: Curva de probabilidad de las precipitaciones máximas diarias (mm).....	41
Figura 3.12: Localización de la presa y desarenador del proyecto San Martin	47
Figura 3.13: Medidas de la presa San Martin, realizado por el software de AutoCAD.....	48
Figura 3.14: Áreas de la presa San Martin, realizada por el software de AutoCAD.....	48
Figura 3.15: Volumetría de la presa San Martin, realizado por el software de AutoCAD.....	49
Figura 3.16: Vista del diseño en 3D realizado en el software de AutoCAD... 	49
Figura 3.17: Vista del desarenador diseñado en el software de AutoCAD ... 	50
Figura 3.18: Vista en 3D del desarenador diseñado en el software de AutoCAD.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Tabla 2.1: Clasificación de zonas secas según Melgs (1953).	14
Tabla 3.2:	Tabla de concentrado de identificación zona de estudio.....	30
Tabla 3.3:	Normales Climatológicas.....	35
Tabla 3.4	Concentrado del estudio Hidrológico de acuerdo el SIALT.....	36
Tabla 3.5:	Datos de la cuenca Hidrológica.....	39
Tabla 3.6:	Precipitaciones de 32 años de Ramos Arizpe.....	40
Tabla 3.7:	Coeficiente de escurrimiento en la cuenca.....	42
Tabla 3.8:	El coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio	42
Tabla 3.9:	Características topográficas de la cuenca.....	45
Tabla 3.10:	Características de la presa.	47
Tabla 3.11:	Relación de agregados para un m ³ de construcción.....	55
Tabla 3.12:	Componente de mezcla para la construcción total de la obra.....	56
Tabla 3.13:	Fuente de financiamiento de la obra.....	56
Tabla 3.14:	Desarenador.....	56
Tabla 3.15:	Costo y financiamiento del proyecto pequeña presa de mampostería en el ejido San Martin, municipio de Ramos Arizpe.....	57

RESUMEN

El agua es un elemento esencial para mantener la vida y está profundamente arraigada en la cultura de todos los pueblos. El mayor uso del agua subterránea ocurre en las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste, donde el balance extracción-recarga es negativo y refleja las condiciones de sobre explotación en numerosos acuíferos. El clima en la parte norte de México es árido a semi-árido, y es en esta zona donde se encuentran las ciudades más grandes del país, así como las principales concentraciones de actividad industrial y agrícola. Sin embargo, esta región apenas cuenta con menos de la tercera parte de los recursos hidráulicos del país. Los objetivos establecidos se creó y optimizo la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando los escurrimientos superficiales, producto de las precipitaciones y del flujo subálveo, para incrementar la producción de los cultivos. Con este tipo de infraestructura (presas de mampostería y desarenador de mampostería) también se contribuye para reducir el impacto de la erosión. Resulto que la presa construida almacenara un volumen $69,600 \text{ m}^3$, vemos que obtendrá agua para regar 13.92 has de cultivo.se concluyo Resolver la sequía mediante la captación de los escurrimientos superficiales y con esto todo lo que se deriva. A través de este proyecto se pudo demostrar que las aguas de lluvia, por medio de escurrimiento superficiales son recursos naturales que aún no se explotan al 100%. Logrando incrementa la agricultura de riego.

PALABRAS CLAVE: presa de mampostería, riego, escurrimiento, clima, precipitación, volumen.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para mantener la vida y está profundamente arraigada en la cultura de todos los pueblos. Las necesidades básicas de todos los seres vivos dependen de ella. El desarrollo humano y el desarrollo económico se basan asimismo en la disponibilidad de agua.

México es un país de grandes contrastes y carencias respecto al agua. La distribución del recurso es muy variable regionalmente, y se encuentra íntimamente ligada a la satisfacción de las necesidades sociales más básicas, puesto que la disponibilidad de agua en cantidad y calidad es una condición necesaria para hacer viable el desarrollo social, económico y ambiental de nuestro país. En el tema del agua son especialmente visibles las implicaciones que tienen su preservación y cuidado actual respecto de su disponibilidad para las generaciones futuras.

El clima en la parte norte de México es árido a semi-árido, y es en esta zona donde se encuentran las ciudades más grandes del país, así como las principales concentraciones de actividad industrial y agrícola. Sin embargo, esta región apenas cuenta con menos de la tercera parte de los recursos hidráulicos del país.

El mayor uso del agua subterránea ocurre en las zonas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste, donde el balance extracción-recarga es negativo y refleja las condiciones de sobre explotación en numerosos acuíferos. Este hecho amenaza la sustentabilidad de las actividades económicas apoyadas en estas fuentes de abastecimiento, ya que no sólo se agota el recurso sino que en algunas se ha afectado la calidad del agua y se encarece su aprovechamiento. (Luis Ernesto Marín Stillman, El Agua en México: Retos y Oportunidades).

Se puede afirmar que todo lo que vive sobre la faz de la tierra depende del AGUA. El hombre la requiere para sus necesidades básicas, usos recreativos, para

transformar la energía y para los procesos de manufactura y para la agricultura. Como consecuencia del incremento de la población mundial y del mejoramiento de sus condiciones de vida, se ha originado un aumento extraordinario en la demanda del agua.

Por desgracia no siempre es posible satisfacer las necesidades humanas y con frecuencia su escasez no permite disponer de la cantidad necesaria y otras veces, su exceso produce inundaciones originando graves daños materiales y algunas veces pérdida de vidas humanas.

La irregular distribución espacial y temporal de las aguas, ha obligado a construir grandes obras de protección y drenaje, y de regulación, capaces de compensar, estas últimas, la escasez y el exceso de las aguas. El desarrollo de tales proyectos no puede llevarse a cabo sin los estudios básicos necesarios para asegurar la mejor utilización racional de los recursos hidráulicos disponibles o para evitar las desastrosas consecuencias de su almacenamiento incontrolado o inseguro, además de prevenir contra los proyectos absurdos y costosos. (D.F. Campos Arada, 1992).

La presa derivadora es un obstáculo que se opone al paso de la corriente en un cauce, para elevar el nivel del agua a una cota suficientemente alta que permita salvar una de las márgenes y poder extraerse del sitio, así como dominar topográficamente otros sitios. Se usa cuando las necesidades de agua son menores que el gasto mínimo de la corriente, es decir, no se requiere almacenamiento.

La forma de captar agua de una corriente superficial mediante una toma directa, varía según el volumen de agua por captar, el régimen de escurrimiento (permanente o variable), su caudal en época de secas y durante avenidas, niveles de agua máximo y mínimo en el cauce, velocidad, pendiente del cauce, topografía de la zona de captación, constitución geológica del suelo, material de arrastre, y

otros factores que saltan a la vista en el proceso de selección del tipo de obra de captación por toma directa.(Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.) 2004).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (**CONAZA**) promueve la construcción pequeñas obras hidráulicas en el estado de Coahuila, que con una inversión de 20 millones 593 mil pesos de 2011 a la fecha suman 329 construcciones que forman parte del Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (**COUSSA**).

Las obras de retención de agua sólo necesitan de al menos dos horas de lluvia de alta intensidad para llenarse, logrando así que el líquido almacenado abastezca a los ejidos hasta por un año.

La construcción de esta obra generará aproximadamente 939 jornales en beneficio de los habitantes de la comunidad, quienes trabajan en un horario de ocho de la mañana a cinco de la tarde.

Para su construcción se realiza una inversión de un millón 398 mil 429 pesos, donde el Gobierno Federal aporta el 95 por ciento de los recursos y la comunidad beneficiada el cinco por ciento restante, esto mediante la aportación de material proveniente de la región y mano de obra de los mismos integrantes de la comunidad. (Raúl coronado, Construirán pequeñas obras hidráulicas en Coahuila, periódico Milenio, julio del 2012).

1.1. Situación actual en el estado de Coahuila

Si bien el estado de Coahuila no es favorecido con abundantes lluvias, lagunas y ríos, sus habitantes han sabido valorar la importancia del agua, administrándola eficientemente, haciendo un uso racional y sobre todo reservándola para el futuro.

Coahuila es una entidad seca, sus niveles de precipitación no alcanzan ni siquiera la media nacional. Aquí se depende del agua subterránea en más de un 90 por ciento, pero aun así, hay esperanza, porque hay acuíferos todavía reservados y la

expectativa de crear mejores fórmulas de recarga de los mantos, un uso eficiente y hasta la posibilidad de crear presas para aprovechar el agua de lluvia.

En Coahuila hay 28 zonas acuíferas, de las cuales 13 de ellos tienen estudios de disponibilidad de agua, mientras que en nueve acuíferos hay una sobre explotación, es decir, el agua que se recarga o se infiltra es menor a la que se extrae.

La sobreexplotación de los acuíferos en la entidad, sobre todo en las regiones Centro, Sureste y Laguna debiera ser, de acuerdo con el funcionario de la Conagua, una condicionante para planear mejor el desarrollo. (Gerardo Chávez, Los problemas que da el agua en Coahuila, periódico vanguardia, marzo del 2011).

1.2. Diagnóstico

La agricultura es la actividad humana que más estrecha relación tiene con el medio ambiente y con la sobrevivencia del hombre en el planeta, pues debe atender la demanda de los alimentos provocada por la explosión demográfica y la inequidad social. Asimismo, se ha convertido en una causa significativa del deterioro, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales.

Hay una serie de factores y circunstancias que se han gestionado de manera histórica y que demuestra que afectado casi permanentemente en el campo mexicano.

La agricultura es una unidad de producción muy rentable si se le apoya con crédito oportuno, asistencia técnica, aplicación de nuevas tecnologías y una auténtica transparencia en responsabilidad a sus integrantes.

1.3. Situación actual y sus perspectivas

En el municipio de Ramos Arizpe se encuentra el ejido San Martín (Doce de Diciembre) el cual se localiza en las coordenadas 25°34'24.60" latitud norte y 101°11'13.20" longitud oeste a 1790 msnm, a una distancia de 30 km de Saltillo

por la carretera 57 Saltillo-Castaños. El ejido cuenta con una superficie total de 1,530 ha, de las cuales de agostadero son 1098.4 ha y 431.6 ha de agricultura de temporal. Los productores cuentan con un censo ganadero de 154 cabezas de ganado vacuno, 190 cabezas de ganado ovino y 960 cabezas de ganado caprino.

Los productores de San Martín (Doce de Diciembre) realizan el pastoreo de su ganado en sistemas extensivos. La vegetación de los ecosistemas áridos y semiáridos constituye la principal fuente y en la mayoría de los casos, el único recurso alimenticio para la ganadería bovina y la caprina.

Las opciones productivas para los habitantes de San Martín (Doce de Diciembre) son muy limitadas. El uso múltiple de los recursos naturales les permite sobrevivir durante las diferentes épocas del año. La recolección y comercialización de productos forestales no maderables, genera ingresos que son complementados con la producción caprina y la ganadería bovina.

Las estadísticas de la precipitación media anual de la localidad oscilan alrededor de 400 mm anuales, registrándose normalmente en los meses junio-septiembre.

1.4. Justificación

El estudio tiene como meta el desarrollo integral de las zonas áridas por que poseen un gran potencial, en sus suelos y en su gente, para integrar una sociedad más armónica y más justa. La extensión y la distribución de las zonas áridas de México y la diversidad de recursos que ahí se localizan, han hecho que se desarrolle una compleja estructura productiva, de gran importancia por su magnitud y su peso en la economía nacional. El grado de desarrollo alcanzado por la mayor parte de las entidades federativas localizadas en el territorio árido sitúa a esta en una posición de ventaja frente a muchas de las que se ubican en regiones con condiciones más favorables. Los niveles de educación, salud e ingresos más altos en el país corresponden a estados de las zonas desérticas y semidesérticas.

Desde el punto de vista agropecuario las zonas desérticas y semidesérticas del país presentan una gran cantidad de problemas , debido a las bajas y erráticas precipitaciones, la alta evaporación y sus temperaturas extremas, lo que obligan a la población rural a realizar enormes esfuerzos a cambio de mínimas remuneraciones con su limitada infraestructura y uso de los recursos naturales. La promoción del desarrollo en las áreas rurales de las zonas debería realizarse, considerando siempre que estas se hagan con una estrategia que forme parte del progreso de los agricultores.

Las obras hidráulicas tienen como fin solventar las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.

Con la construcción de la presa derivadora de mampostería en las zonas áridas y semiáridas a futuro, se reducirán los índices de siniestralidad por sequía. Contribuirá al incremento de la productividad y la producción de alimento básicos y fortalecer la relación estado-productores, así como también fomentará las bases para la autonomía-económica y crecimiento sostenido de los productores.

1.5. Objetivo general

La construcción, establecimiento y desarrollo de obras y prácticas orientadas a la conservación y recuperación de tierras, la captación, almacenamiento e infiltración del agua de lluvia y a la regeneración, mejoramiento y aprovechamiento racional de la cubierta vegetal.

Incrementar los rendimientos en la producción agrícola y pecuaria en el ejido San Martín (Doce de Diciembre), a través de la construcción de una presa y desarenador de mampostería.

1.5.1. Objetivos específicos

- a) Lograr incrementos en la producción de cultivos básicos y/o forrajes de temporal, mediante la construcción de obras para el aprovechamiento de escurrimientos del flujo superficial del arroyo San Martín.
- b) Llevar a cabo la construcción de obras que contribuyan a disminuir los procesos de degradación del recurso suelo
- c) Fomentar en los productores la cultura de la conservación de los recursos naturales y sensibilizar sobre los beneficios que aporta el realizar acciones para la cosecha del agua.

1.6. Metas

Se van a beneficiar 960 cabezas de ganado caprino, 154 bovinos y 190 ovinos con la construcción de la presa de mampostería aprovechando el escurrimiento superficial de las aguas de la época de lluvia en beneficio de 18 productores.

Se menciona que 1 ha riego es de 7 veces más productiva que una hectárea de terreno de agricultura de temporal tradicional.

1.7. Hipótesis

- a) Los métodos de aprovechamiento de escurrimiento utilizando obras hidráulicas pueden ser una solución en práctica y que ataca directamente el problema de los escasos de agua para la agricultura en las regiones semiáridas de Coahuila.
- b) Se puede incrementar el rendimiento de cultivos básicos y/o forrajes aprovechando los escurrimientos del arroyo San Martín (Doce de Diciembre) con la construcción de la obra hidráulica de derivación.

1.8. Antecedentes

La región sureste del estado de Coahuila geográficamente se sitúa en la zona semiárida del país, donde las características del clima no favorecen el desarrollo de la agricultura, fundamentalmente por lo escaso y errático de las lluvias, pues el índice de precipitación oscila alrededor de los 350 mm anuales.

No obstante lo antes señalado, se sigue practicando la agricultura de temporal, misma que en un alto porcentaje se destina para el autoconsumo de los campesinos. Derivado de los cambios que se están dando en los ciclos de lluvia y con la esperanza de obtener cosechas, los campesinos están dejando de sembrar cultivos básicos, estableciendo forrajes en su lugar, ya que la mayoría de las veces obtienen rendimientos (cuando hay cosecha) tan bajos, que ni siquiera alcanzan a satisfacer las necesidades de auto consumo.

Uno de los principales retos que enfrenta el desarrollo actual, es el de elevar el nivel de eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, para satisfacer las creciente demanda de la población y también realizar acciones que eviten el deterioro y degradación del suelo.

El ejido San Martín del Doce, presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal, erosión eólica incipiente y erosión hídrica de ligera a moderada. La zona de la sierra presenta áreas con degradación alta y media. Prácticamente, toda la localidad esta bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

A fin de realizar una agricultura sustentable y bien planeada, los productores de San Martín del Doce tienen la intención de construir la infraestructura que sea necesaria para aprovechar al máximo los escurrimientos que se presenten en esa región. Los ejidatarios son conscientes de la magnitud de trabajo e inversión requerida para lo anterior, por lo que están convencidos de construir presas de mampostería en los arroyos donde existan manantiales.

En síntesis, el propósito del proyecto es el de crear y optimizar la infraestructura hidráulica para mejorar la actividad agrícola, aprovechando los escurrimientos superficiales, producto de las precipitaciones y del flujo subálveo, para incrementar la producción de los cultivos. Con este tipo de infraestructura (presas de mampostería y desarenador de mampostería) también se contribuye para reducir el impacto de la erosión.

Además de los cultivos básicos, se pretende sembrar sorgo forrajero, avena, trigo alfalfa, ya que los productores en cuestión, cuentan con algunas cabezas de ganado, que obtendrán mayores beneficios al contar con una mejor alimentación, que le permitirá incrementar su peso y mejorar sus parámetros reproductivos y de sanidad.

Se espera, que con este proyecto los productores tengan más certeza para obtener mejores rendimientos de granos básicos en sus parcelas. Así mismo, se darán las condiciones para desarrollar una actividad pecuaria más sostenida, pues se espera asegurar la producción de forrajes necesaria para el buen desarrollo del ganado.

Con este tipo de obras y acciones enfocadas a la utilización de escurrimientos superficiales provocados por las lluvias, se puede lograr la sustentabilidad del medio rural, ya que en lo correspondiente al sector agrícola, se pueden incrementar los rendimientos de los diversos cultivos, asegurando en primera instancia, satisfacer las necesidades de alimentos básicos de los habitantes del medio rural.

En cuanto a la actividad pecuaria, los beneficios se reflejan al obtener mejores rendimientos de forrajes, mismos que pueden ensilarse para ayudar a resolver el problema de falta de alimento para el ganado que se presenta comúnmente en esta región. Con esto se pretende coadyuvar a resolver uno de los problemas del sector agropecuario.

El sistema de producción alternativo presenta grandes ventajas con respecto al monocultivo al que están acostumbrados las gentes del semidesierto.

Las perspectivas para lograr una actividad agropecuaria sustentable son claras, pero se requiere la conciencia y la voluntad de los productores, así como la disponibilidad de las dependencias gubernamentales para recuperar los ecosistemas que tuvimos en el pasado.

Actualmente, los productores de la llamada agricultura de temporal, tienen rendimientos muy bajos, pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial.

Con base en lo antes mencionado, y tratando de presentar una alternativa de solución, se hace necesario aplicar nuevas tecnologías para construir presas de mampostería en todos aquellos cauces que presenten escurrimientos superficiales provocados por las lluvias y que sean factibles de derivarlas del cauce hacia las tierras de cultivo y así aprovechar el escurrimiento de esta agua, que se pierde en el cauce del arroyo, si no se construyen estas obras antes mencionadas.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El ciclo hidrológico

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre o muy cerca de ella se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor de agua, que así se forma, se eleva y se transporta por la atmosfera en forma de nubes hasta que se condensa y cae hacia la tierra, en forma de precipitación. Durante su trayecto hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse o ser interceptada por las plantas o las construcciones, luego fluye por la superficie hasta las corrientes o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y otra llega hasta los océanos y otros grandes cuerpos de agua, como presas y lagos. Del agua infiltrada, una parte es absorbida por las plantas y posteriormente es transpirada, casi en su totalidad, hacia la atmosfera y otra parte fluye bajo la superficie de a tierra hacia las corrientes, el mar u otro cuerpo de agua, o bien hacia zonas profundas del suelo (percolación) para ser almacenada como agua subterránea y después aflorar en manantiales, ríos o el mar.

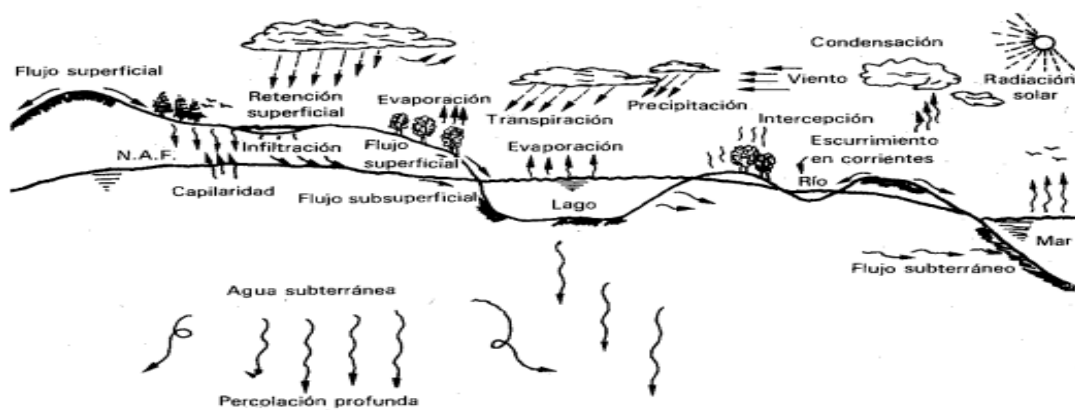


Figura 2.1: Ciclo hidrológico

2.2. Manantiales

Vulgarmente se le conoce como nacimiento de agua; ellos solamente el afloramiento del nivel freático a la superficie. Cuando el nivel freático, de aguas relativamente quietas, quedan por encima del terreno natural, se forma lagos y lagunas. Cuando uno y otro tienen aproximadamente la misma elevación se forma las Ciénegas.

Comisión Federal de Electricidad (1981 a), Manual de Diseños de Obras Civiles Numero A.1.2, dice que se denomina precipitación: al agua que llega a la superficie de la superficie terrestre, proveniente de la atmósfera. La precipitación es un componente fundamental del ciclo hidrológico. La precipitación puede ser convectiva, ciclónica u orográfica.

2.3. Galerías filtrantes de aguas subterráneas

Definición: La galería filtrante es un conducto horizontal permeable (semejante a un dren subterráneo), cerrado, enterrado, rodeado de un estrato filtrante, y adyacente a una fuente de recarga superficial que permite interceptar el flujo natural del agua subsuperficial. La galería filtrante termina en una cámara de captación de donde generalmente el agua acumulada es bombeada.

Finalidad y Beneficios: La función de la galería filtrante es captar aguas superficiales de los lechos de los cauces permanentes o intermitentes. Permiten extraer agua libre de sedimento de los cauces.

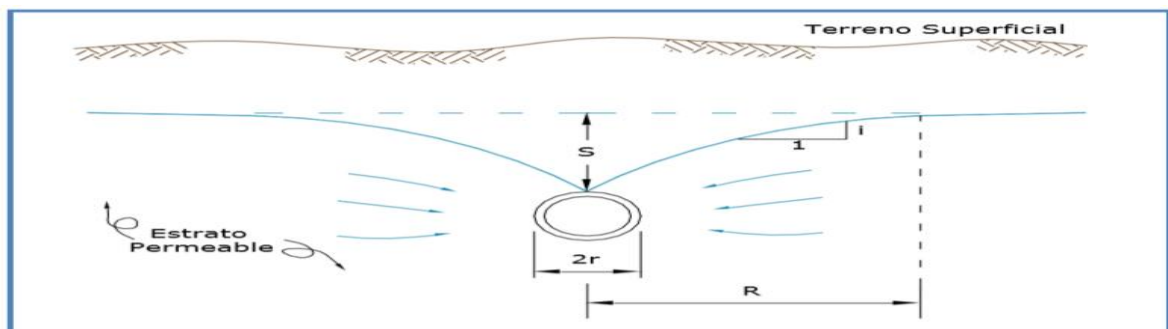


Figura 2.2: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio.

Descripción general: Respecto a las galerías de captación subálveas, hay que diferenciar las de tipo “minero” que se excavaban al pie de un monte; y las galerías de tubo ranurado insertas en el aluvial de un río. La galería puede ser conformada con tubería o a través de un túnel de bóveda, sin embargo, los tubos perforados o ranurados son el método más empleado por su economía. La distancia mínima entre el emplazamiento de la galería y la zona de recarga debe ser de 15 m. La profundidad del drenaje de la zanja de filtración será definida en función de la variación del nivel freático y en ningún momento deberá ser menor a 0.3 m en condiciones de sequía severa. La galería de filtraciones se ubicará en dirección perpendicular al flujo de las aguas subterráneas, pero en caso de que exista una recarga constante de una fuente superficial, podrá optarse una dirección paralela a esta. El lugar donde se tenga previsto la construcción de la galería filtrante no debe estar sujeta a la erosión del fondo del cauce

2.4. Tipos de precipitaciones

Por Convección: es la más común en los trópicos se origina por el levantamiento de masas de aire más ligero y cálido al encontrarse a su alrededor las masas de aire densas y frías.

Ciclónica: está asociada al paso de los ciclones y ligada a los planos de contacto entre masas de aire de diferentes temperaturas y contenido de humedad. El levantamiento de aire se origina por convergencia horizontal en la entrada de masa de aire en un área de baja presión.

Orográfica: la precipitación debida al levantamiento del aire producido por las barreras montañosas. El efecto de las montañas ejerce una acción directa de su sustentación o se induce a turbulencia y corrientes de convecciones secundarias de las masas de aire en un área de baja presión.

Se entiende por precipitación la caída de partículas líquidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas.

2.5. Precipitación en zona áridas y semiáridas

La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual menor a los 400mm. y una época de secas de 8 a 12 meses, y la semiárida por tener una precipitación anual entre 400 a 700 mm. Con 6 a 8 meses seca.

Tabla 2.1: Clasificación de zonas secas según Melgs (1953).

ZONA CLIMATICA	INDICE DE HUMEDAD	PRECIPITACIÓN P (mm)	APTA PARA CULTIVOS
Subhúmeda	-20<1<0	>500	si
Semiárida	-40<1<-20	200-500mm	Sí, para algunos, pastos naturales.
Árida	-56<1<-40	25-200mm	no
Hiperárida	1>-56	<25mm	no
	Estas zonas no tiene régimen estacional de precipitación. En ellas se han observados 12 meses sin precipitación.		

2.6. Escurrimientos

García(1985), indica que la cantidad de agua que cae sobre una cuenca, una parte se evapora, otra se infiltra y una tercera escurre por las laderas. La primera debe considerarse como pérdida, pero la segunda y la tercera va a parar a los ríos, constituyendo su canal, pero influyendo en el de distinta manera, las aguas que escurren por la superficie y que rápidamente se reúnen en las vaguadas dan origen a las riadas, mientras que las infiltraciones tienen a mantener la constancia del caudal.

Comisión Federal de Electricidad (1981 b), Manual de Diseño de obras Civiles A1.3, menciona que cuando la lluvia es de tal magnitud que exceda la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento.

2.7. Irrigación

Es considerada como un punto de vista de la ingeniería en irrigación incluyendo la observación y almacenamiento del suministro de agua para este recurso y distribuirlo en las áreas irrigables, siendo esto una actividad desarrollada por nuestros antepasados para producir su propio alimento.

Bajo a la aplicación en la agricultura incluye todas las operaciones y prácticas artificialmente aplicada el agua en el suelo para la producción de cosechas.

(Principles of irrigation Engineering: Arid Lands, wáter supple, storage Works, dams, Canals, wáter Rights and products 2007).

2.8. Cuenca

Entendemos toda el área o superficie del terreno que aporta sus aguas de escorrentía a un mismo punto de desagüe o punto de cierre. Una cuenca está formando por un entramado de ríos, arroyos y/o barrancos de mayor o menor entidad que conducen los flujos de agua hacia un cauce principal, que es normalmente da su nombre a la cuenca; su perímetro es una línea curvada y ondulada que recorre la divisoria de vertido de aguas entre las cuencas adyacentes.

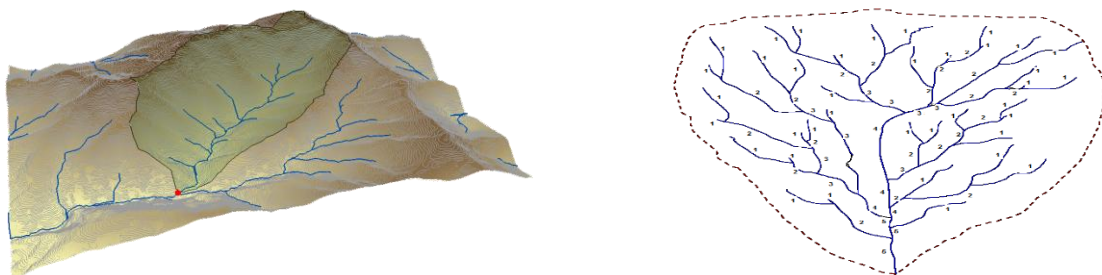


Figura 2.3: Esquema de una cuenca

2.8.1. Clasificación de tipos de cuencas

Cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica es un territorio definido por la línea divisora de las aguas en la cual se desarrolla un sistema hídrico superficial, formando una red de cursos de aguas que concentra caudales hasta formar un río principal que lleva sus aguas a un lago o mar.

Cuencas hidrológicas

Este tipo de cuenca varía con lo anterior ya que contiene una corriente o bien un sistema de corrientes hídricas sub-superficiales y toda la estructura hidrológica subterránea como una sola unidad.

En México de acuerdo con las cartas de hidrografía superficial de INEGI (diccionario de datos hidrológicos superficial escala 1:250000 y 1:1000000) 2001 en el país se divide por 37 regiones hidrológicas, 158 cuencas hidrológicas y 1003 sub-cuenca.

2.9. Clasificación de tipos de presas

Generalidades.

Las presas se pueden clasificar en un número de categorías diferentes, que dependen del objeto de estudio, es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: el uso, el funcionamiento hidráulico, o los materiales que forman la estructuras (Arthur, 1976).

2.9.1. Clasificación según su uso (Arthur, 1976).

Las presas se pueden clasificar de acuerdo con la función más general que van a desempeñar, como de almacenamiento, de derivación, o regulación. Se puede precisar más las clasificaciones cuando se consideran sus funciones específicas.

Presas de almacenamiento, se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizar cuando se escasea. Estos periodos pueden ser estacionarios, anuales, o largos. Muchas presas pequeñas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano. Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto de almacenamiento, como abastecimiento de agua, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la estructura, y puede determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueda esperarse en el vaso y el del volumen de filtración que pueden permitirse.

Presa de derivación, se construyen ordinariamente para proporcionar la carga necesaria para derivar el agua hacia zanjas, canales, u otros sistemas de conducción hasta el lugar en el que se va a usar. Se utilizan los sistemas de riego, para la derivación de una corriente natural hacia un vaso de almacenamiento que se localiza fuera del cauce natural de la corriente, para usos municipales e industriales o para la combinación de los mismos.

Presas reguladoras, se construyen para recargar el escurrimiento de las avenidas y disminuir el efecto de las ocasionales. Las presas reguladoras se dividen en dos tipos. En uno de ellos, el agua se almacena temporalmente, y se deja salir por una obra de toma con un gasto que no exceda de la capacidad del cauce aguas abajo. En el otro tipo, el agua se almacena tanto tiempo como sea posible y se deja infiltrar en las laderas del valle o por los estratos de grava de la cimentación. A este tipo se le llama algunas veces de distribución o dique, porque su principal objeto es recargar el acuífero. Las presas reguladoras también se construyen para detener los sedimentos. A menudo a estas se le llama para arrastres.

2.9.2. Clasificación según su funcionamiento hidráulico (Arthur, 1976)

Las presas se pueden clasificar también como presas vertedoras o no vertedoras.

Presas vertedoras, se proyectan para descargar sobre su cresta vertedora. Deben estar hecha de materiales que no se erosionen con tales descargas. Es necesario emplear concreto, mampostería, acero y madera, excepto en las estructuras vertedoras muy bajas de unos cuantos pies de altura.

Presas no vertedoras, son las que se proyectan para que no rebasen el agua por su cresta vertedora. Este tipo de proyectos permiten ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

Con frecuencia se combinan los dos tipos, para formar una estructura compuesta, que consiste, por ejemplo, una parte vertedora de concreto de gravedad con extremos formados por terraplenes.

2.9.3. Clasificación según los materiales (Arthur, 1976).

La clasificación más común que se usa en la discusión de los procedimientos de construcción, se basa en los materiales que forman la estructura. En esta clasificación se menciona el tipo básico de proyecto como, por ejemplo, presa de concreto de gravedad, o de concreto de tipo arco.

Presas de tierra, las de tierra constituyen el tipo de presas más común, principalmente por que en su construcción intervienen materiales en su estado natural que requieren el mínimo de tratamiento. Además, los requisitos para sus cimentaciones son menos exigentes que para los otros tipos. Es probable que las presas de tierra continúen prevaleciendo sobre los demás tipos para fines de almacenamiento parcialmente, debido a que el número de emplazamientos favorables para las estructuras de concreto está disminuyendo como resultado de los numerosos sistemas de almacenamiento de agua que se han emprendido, especialmente en las regiones áridas y semiáridas en la que su conservación del agua para riego es una necesidad fundamental.

Presas de enrocamiento, en las presas de enrocamiento se utiliza roca de todos los tamaños para dar estabilidad a una membrana impermeable. La membrana puede de ser una capa de material impermeable del lado del talud mojado, una losa de concreto, un recubrimiento de concreto asfáltico, placas de acero, o cualquier otro de dispositivo semejante; o puede ser un núcleo interior delgado de tierra impermeable.

El tipo de enrocamiento se adapta a los emplazamientos remotos donde abunda la roca buena, donde no se encuentra tierra buena para una presa de tierra, y donde la construcción de una presa de concreto resultaría muy costosa.

Presas de concreto, del tipo de gravedad: Son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Las presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que si disponen de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructura bajas se pueden establecer sobre estratos aluviales si se construyen los dados adecuados.

Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y, debido a esta ventaja, a menudo se usan formando la parte vertedora de las presas de tierra y de enrocamiento o de una presa derivadora.

Presas de concreto tipo de arco, las presas de concreto del tipo de concreto de arco se adaptan a los lugares en los que la relación de la distancia entre los arranques del arco a la altura no es grande y donde la cimentación en estos mismos arranques es roca sólida capaz de resistir el empuje del arco.

Presas de concreto del tipo de contrafuertes, las presas del tipo de contrafuerte comprenden las de losa y las de arco. Requieren aproximadamente el 60% menos de concreto que las presas macizas de gravedad, pero los aumentos debido a los moldes y al esfuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías de concreto. Se construyeron varias presas de contra fuerte en la década de los 30's, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los materiales era comparativamente baja. Este tipo de construcción no se puede

competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

Otros tipos de presa, se han contruido presas de otros tipos aparte de los mencionados, pero la mayor parte de los casos satisfacen los requisitos de los usuales o son de naturaleza experimental. En pocos casos, se han usado acero estructural para la pantalla de aguas arriba y en armaduras de soporte en las presas. Antes de 1920, se construyeron numerosas presas de madera, especialmente en el noreste. La cantidad de mano de obra necesaria en la construcción de las presas de madera, combinada con la corta vida de la estructura, hace este tipo sea antieconómica en la construcción moderna.

2.10. Factores físicos que gobiernan la selección de la presa.

Topografía.

La topografía en gran parte, dicta la primera elección del tipo de presa. Una corriente angosta corriendo entre desfiladeros de roca sugiere una presa vertedora.

Las llanuras bajas, onduladas, con las misma propiedad, sugieren una presa de tierra con vertedor de demasías separado. Cuando las condiciones son intermedias, otras consideraciones toman importancia, pero el principio general de la conformidad con las condiciones naturales siguen siendo la guía principal.

La localización del vertedor es un factor importante que dependerá en gran parte de la topografía local y que, a su vez, tendrá una gran importancia en la selección final del tipo de presa (Arthur, 1976).

2.10.1. Las condiciones geológicas y la cimentación (Arthur, 1976).

Las condiciones de la cimentación depende de las características geológicas y del espesor de los estratos que van a soportar el peso de la presa; de su inclinación, permeabilidad, y la relación con los estratos subyacentes, fallas y fisuras.

La cimentación limitará la elección del tipo de presa en cierta medida, aunque estas limitaciones se modifican con frecuencia al considerar la altura de la presa propuesta. Se discuten en seguida las diferentes cimentaciones comúnmente encontradas.

Cimentación de roca sólida, debido a su relativamente alta resistencia a las cargas, y resistencia a la erosión y filtración, representa pocas restricciones por lo que al tipo de presas que puede construirse encima de ellas el factor decisivo será la economía que se pueda obtener en los materiales o en el costo total. Con frecuencia será necesario remover la roca desintegrada y tapar grietas y fracturas con inyección de cemento.

Cimentación de grava, si esta bien compactada, es buena para construir presas de tierra, de enrocamiento, y presas bajas en concreto como las cimentaciones de grava frecuente muy permeables, deben tomarse precauciones especiales contruyendo dados efectivos o impermeabilizantes.

Cimentación de limo o de arena fina, se pueden utilizar para apoyarse presas de gravedad de poca altura si están bien proyectadas, pero no sirve para las presas de enrocamiento. Los principales problemas son los asentamientos, evitar las tubificaciones y las pérdidas excesivas por filtración, y la protección de la cimentación en el pie del talud, contra la erosión.

Cimentación de arcilla, se pueden usar para apoyar las presas, pero requieren un tratamiento especial. Como pueden producirse grandes asentamientos de la presa si la arcilla no está consolidada y su humedad es elevada, las cimentaciones de arcilla, generalmente no son buenas para la construcción de presas de escolleras. Generalmente es necesario efectuar pruebas del material en su estado natural para determinar las características de consolidación del material y su capacidad para soportar la carga que va a sostener.

Cimentaciones irregulares, ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no será posible encontrar cimentaciones razonablemente uniformes que corresponde a alguna de las clasificaciones anteriores y que obligara a construir condiciones

desfavorables pueden a menudo resolverse empleando detalles especiales en el proyecto. Cada lugar, sin embargo presenta un problema que deben tratar ingenieros experimentados.

2.11. Obra de excedencia para las presas.

Definición.

El colegio de posgraduados de chapingo (1980), define la obra de excedencia como una estructura que tiene por objeto, proteger al sistema de almacenamiento permitiendo el paso encauzado de los volúmenes de agua excedentes a la capacidad normal del vaso de almacenamiento y su descarga en el arroyo, agua abajo del bordo.

Clasificación .

Existen diferentes tipos de obras de excedencia que se seleccionan tomando en cuenta principalmente la topografía del lugar, el gasto por desalojar, su costo y las condiciones de cimentación. En general para el caso de pequeñas obras, se utilizan las estructuras conocidas como: lavaderos y vertedores.

Los lavaderos, son estructuras que constan de un canal de acceso, una sección de control o cresta vertedora y un canal de descarga. Su característica principal es que la cresta tiene la misma elevación que la cota de arranque de la rasante de la plantilla del canal de descarga. Las condiciones ideales para su selección, son en laderas que tiene una pendiente suave en el sitio donde van a quedar alojados los canales de acceso y descarga.

Vertedor tipo Creager, este tipo de obra de excedencia es una estructura que consta de un canal de acceso, sección de control, tanque amortiguador o dissipador de energía y canal de descarga. Se caracteriza por que su sección de control esta formada por un cimacio que adopta la forma de flujo del agua y se conoce como perfil Creager. Las condiciones para su selección son las que existen en aquellas laderas que presentan una pendiente fuerte y que el material es duro para la excavación, por lo que se requiere un vertedor de longitud corta, que pueda

compensar esa longitud con un aumento de carga y logre desfogar la avenida de diseño.

2.12. Presas de almacenamiento

Mora (1993), menciona que a partir de las estadísticas, sean de operación o de proyecto, es muy importante tener una clara apreciación de la capacidad de la presa en relación con los escurrimientos del río; si es menor, los frecuentes derrames del vertedor de excedencia los harán evidentes en la estadística; si es mayor, la presa raramente alcanzará su capacidad de almacenamiento.

Además no debe ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que las avenidas de los ríos, producto de la captación y del escurrimiento de agua meteórica de su cuenca, suelen tener para distinta magnitud ciclos de retorno mucho mayores que el tiempo de registro estadístico.

Por lo que siempre podrá presentarse una avenida fuerte, para la que no fue calculada la presa, sin que esto signifique falla para el proyecto. No así el vertedor, que tiene o debe tener una base de cálculo para su capacidad mucho más conservadora.

2.12.1. Definición de términos de la presa de almacenamiento.

Cortina: estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua.

Boquilla o sitio: lugar escogido para construir la cortina.

Sección de la cortina: en general, es cualquier corte transversal de la presa.

Altura de la cortina: es la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación.

Corona o cresta: es la superficie superior de la cortina, normalmente, es parte de la protección de la presa contra oleaje y sismo, y sirve de acceso a otras estructuras.

Talud: es cualquier plano que constituye una frontera entre los materiales de la cortina o con el medio circundante.

El corazón impermeabilizante: es el elemento de la presa que sierra el valle al paso del agua contenida en el embalse o vaso.

Respaldo impermeable: Son las masas granulares que integran, con el corazón impermeable, la sección de la cortina, pueden estar formados por filtros, transiciones y enrocamiento.

NAME: abreviación del nivel de aguas, máximo extraordinario; es la elevación del agua en el vaso cuando la presa esta llena y además funciona el vertedor a su máxima capacidad. La diferencia entre la elevacion de la corona y el NAME es el bordo libre (Marsaly Resendiz, 1983).

2.13. Fuerzas que obran sobre la presa.

United States Departamen of Interior Bureau of Reclamation (1978), manifiesta que el proyecto de las presas de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se pueden suponer que afectan la estabilidad de las estructuras. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad, son las debidas a: la presión del agua, (o subpresión), la presión del azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por el terremoto, el peso de la estructura y la reacción resultante de la cimentación. Otras fuerzas, entre las que se incluyen los vientos y las olas, son insignificantes para las presas pequeñas y no es necesario considerarlas en los análisis de estabilidad.

2.14.Requisitos de estabilidad de la presa.

United States Departamen of Interior Bureau of Reclamation (1978), menciona que las presas de concreto de gravedad deben proyectarse para que resistan, con

un amplio factor de seguridad, estas tres causas de destrucción : el vuelco, el deslizamiento y esfuerzos excesivos.

El calculo de la estabilidad se hace comparando las fuerzas que tienen al producir el deslizamiento de una cierta masa de tierra (fuerzas desestabilizadora) con aquellas que tienden a contraerse el movimiento (fuerzas resistentes) (Lambe y Whitman, 1984).

2.15.Vaso de la presa.

Comisión Federal de Electricidad (1980c), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A 1.9. menciona que un vaso de almacenamiento cumple una función esto es, permite almacenar los volúmenes que escurren en exceso para que pueden aprovecharse cuando los escurrimientos sean escasos.

2.16. Obras de toma de la presa.

Comisión Federal de Electricidad (1983), Manual de Diseños de Obras Civiles Número A 2.2. señala que la función principal de una obra de toma es permitir y controlar las extracciones del agua de una presa o un río, en la cantidad y momento que se requiera. Los elementos indispensables de una obra de toma deben diseñarse de tal manera que cumplan los propósitos siguientes:

- a) Regular y conducir el gasto necesario.
- b) Asegurar, con pequeñas pérdidas de energía, el gasto en la conducción.
- c) Evitar la entrada de basura, escombros y otros materiales flotantes.
- d) Prevenir, o al menos reducir, el azolvamiento de la conducción.

El colegio de posgraduados de Chapingo (1980), define la obra de toma de un bordo de almacenamiento como una estructura que tiene como función, regular las extracciones que se haga de él para satisfacer las demandas de agua, en el tiempo oportuno y en cantidad necesario para riego, abrevadero y uso doméstico.

Consideraciones necesarias.

Las obras de toma se deben planear de manera que las extracciones se pueden hacer con un mínimo de disturbios de flujo, así como de pérdidas de carga a través de compuertas, rejillas y transiciones.

Clasificación.

El colegio de posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma de válvulas a la salida y obra de toma con muros de cabeza de mampostería y compuertas deslizables, la selección de tipo de obra a escoger estará determinada por la cantidad de agua que se pretende manejar y el aspecto económico de la obra.

2.17. Vertedor de demasías

United States Department of Interior Bureau of Reclamation (1978), la función de los vertedores de demasías en las presas de almacenamiento y en los reguladores es dejar pasar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio destinado para el almacenamiento y en las presas derivadoras dejar pasar los excedentes que no se envían al sistema de derivación. La importancia que tiene un vertedor seguro no se puede exagerar, muchas de las fallas de las presas se a debido a vertedores mal proyectados o de capacidad insuficiente. Además de tener suficiente capacidad, el vertedor debe ser hidráulico y estructuralmente adecuado, y debe estar localizado de manera que las descargas del vertedor no erosionen ni socaven el talón agua debajo de la presa. Las superficies que forman el canal de descarga del vertedor deben ser resistente a las velocidades erosivas creadas por la caída desde la superficie del vaso a la de descarga y generalmente es necesario algún medio para disipación de la energía al pie de la caída.

2.18. Estudio de avenidas

La Avenida es el producto del escurrimiento por la lluvia, el control de avenidas es la prevención de daños por desbordamiento o derrames de las corrientes

naturales, las medidas comúnmente aceptadas para reducir los daños de las avenidas son: reducir el escurrimiento máximo con vasos de almacenamientos y encauzamiento del escurrimiento dentro de la sección de un cause previamente determinado por medio de bordos, muros de encauzamiento, o un conducto cerrado.

La función de un vaso para control de avenidas, es almacenar una porción del escurrimiento de la avenida, de tal manera que se reduzca el máximo de la avenida en el punto de protegerse. En un caso ideal el vaso está situado inmediatamente aguas arriba del área protegida y se opera "cortar" el pico o Máximo de avenida (Linsley y Franzini, 1975).

Comisión Federal de Electricidad (1980d), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.10, que recomienda para diseñar una obra de excedencia se necesita determinar las avenidas con las que supuestamente va a trabajar, ya sea las que se presentan únicamente en condiciones extraordinarias, o las que frecuentemente se tendran que manejar.

Secretaría de Recursos Hidráulicos (1973), la determinación de la máxima avenida probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones, que contribuyen a la formación de la avenida. Uno de los factores más importantes, es la determinación del escurrimiento que pueda resultar de la ocurrencia de una tormenta máxima probable, basada en factores meteorológicos.

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A 2.9, cita que el escurrimiento se origina cuando la lluvia es de tal magnitud que excede la capacidad de infiltración o retención del terreno y vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento y se desplaza por efecto de gravedad hacia las partes mas bajas de la cuenca, reconociendo arroyos más sercanos. También cita que las estimaciones del gasto por medio del método de secciones y pendientes es un problema hidráulico distinto para cada avenida, pero puede utilizarse para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basandose en las huellas dejadas por la corriente y a la topografía de la

sección transversal esto utilizando la formula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaría de Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulicas se deben a la subestimación de las avenidas máximas de la corriente que es posible esperar, y por lo tanto a la diferente capacidad de la obra de excedencia para dar paso ala dicha avenida.

2.18.1. Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable

Método directo.

Secretaría de Recursos Hidráulicos, (1975); dice que la determinación del gasto de una avenida utilizando el método de sección y pendiente, servirá de comparación con el gasto determinado con las curvas ensolventes.

Métodos indirectos:

Curva envolvente: Creager obtuvo sobre avenidas máximas registrada en diferentes cuencas del mundo y se formó una gráfica de envolventes mundiales en las que se relaciona el área de cada cuenca (A), con el gasto por unidad de área (q), trazó una envolvente cuya ecuación resultó.

$$Q=1.303(C(0.386 A)) A^{-1}$$

Donde:

$$Q= 0.936 /(A)^{0.048}$$

A= área de la cuenca, en km^2

Q= gasto máximo por unidad de área de la cuenca, en $m^3/ seg./km^2$

Formula racional. Es de las más antiguas (1889) y problemente todavia unas de las más utilizadas, considera que el gasto máximo se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración. La fórmula racional es:

$$Q_p = 0.278 C i A$$

Donde:

Q_p = gasto máxima o pico, en m^3

C = coeficiente de escurrimiento

i = intensidad media de lluvia para una duración al tiempo de contracción de la cuenca, mm/h.

A = área de la cuenca, en km^2

Para calcular el tiempo de concentración se utiliza la forma de Kirpich

$$t_c = (0.86 L^3 / H)^{0.325}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración, en hrs.

L = longitud del cauce principal, en km^2

H = desnivel entre los extremos del cauce principal, en m.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Datos generales

El concentrado siguiente es para dar a conocer el nombre de la zona de estudio, la cual se utilizó para poder buscar fuentes de información y consultar recursos en línea para planear la forma de trabajo acorde al lugar del proyecto.

Concentración de identificación zona estudio.

Tabla 3.2: Tabla de concentrado de identificación zona de estudio

Nombre de la obra:	Pequeña presa de Mampostería
Comunidad beneficiada:	San Martin (Doce de Diciembre)
Municipio:	Ramos Arizpe
Estado:	Coahuila
Inversión:	\$1,925,306.08
Finalidad de la obra:	almacenar (55,000 m ³)
Programa:	COUSSA

3.2. Propósito de la obra.

Utilizar racionalmente el agua de escurrimientos superficiales provocados por las lluvias y derivarlos hacia la presa de tierra existente.

3.3. Localización.

La presa derivadora se pretende construir en el arroyo San Martín en las coordenadas 25°34'00.41"N y 101°13'59.32"O a 1674 msnm y un desarenador de mampostería en las coordenadas 25°33'13.70"N y 101°08'59.22"O a 1825 msnm.



Figura 3.4: Ubicación del Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila

Rutas de acceso al ejido San Martín (Doce de Diciembre) , Municipio de Ramos Arizpe , Coahuila

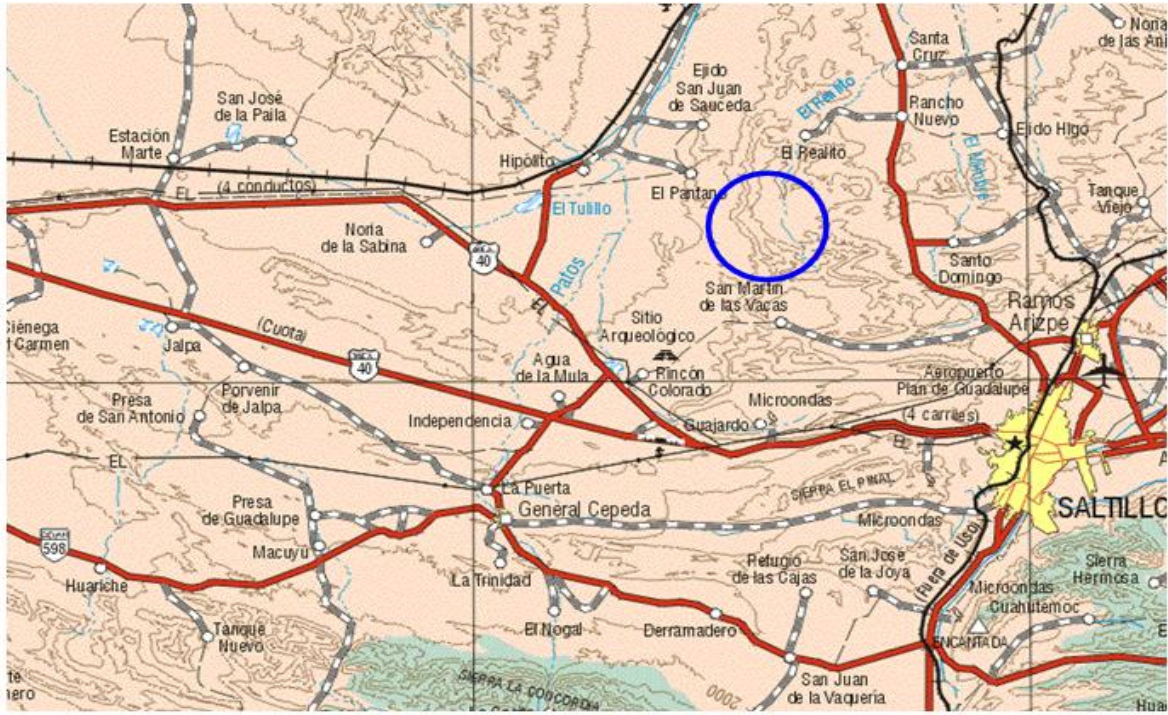


Figura 3.5: Ejido San Martín (Doce de Diciembre) se ubica a 30 km de Saltillo por la carretera federal 57 en el tramo Saltillo – Castaños.

3.4. Climatología.

El clima de la región es BSO hx', que se ubica dentro de los subtipos secos y semicálidos, con lluvias predominantes en el periodo de mayo-septiembre. El tipo de suelo es franco-limoso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de Crasirosulfolio.

Cartas de climatología

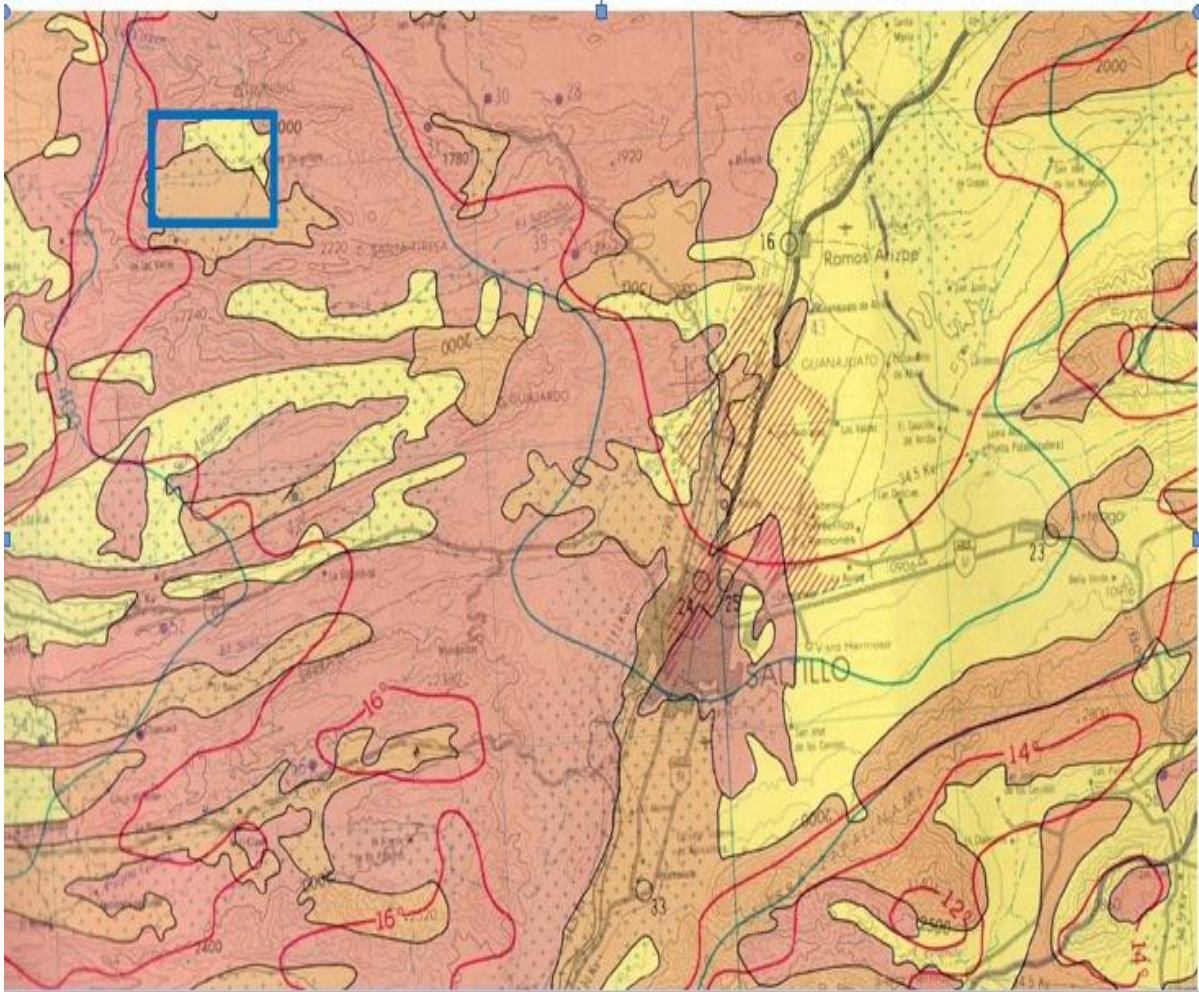


Figura 3.6: Ejido San Martín, precipitación de 400 mm

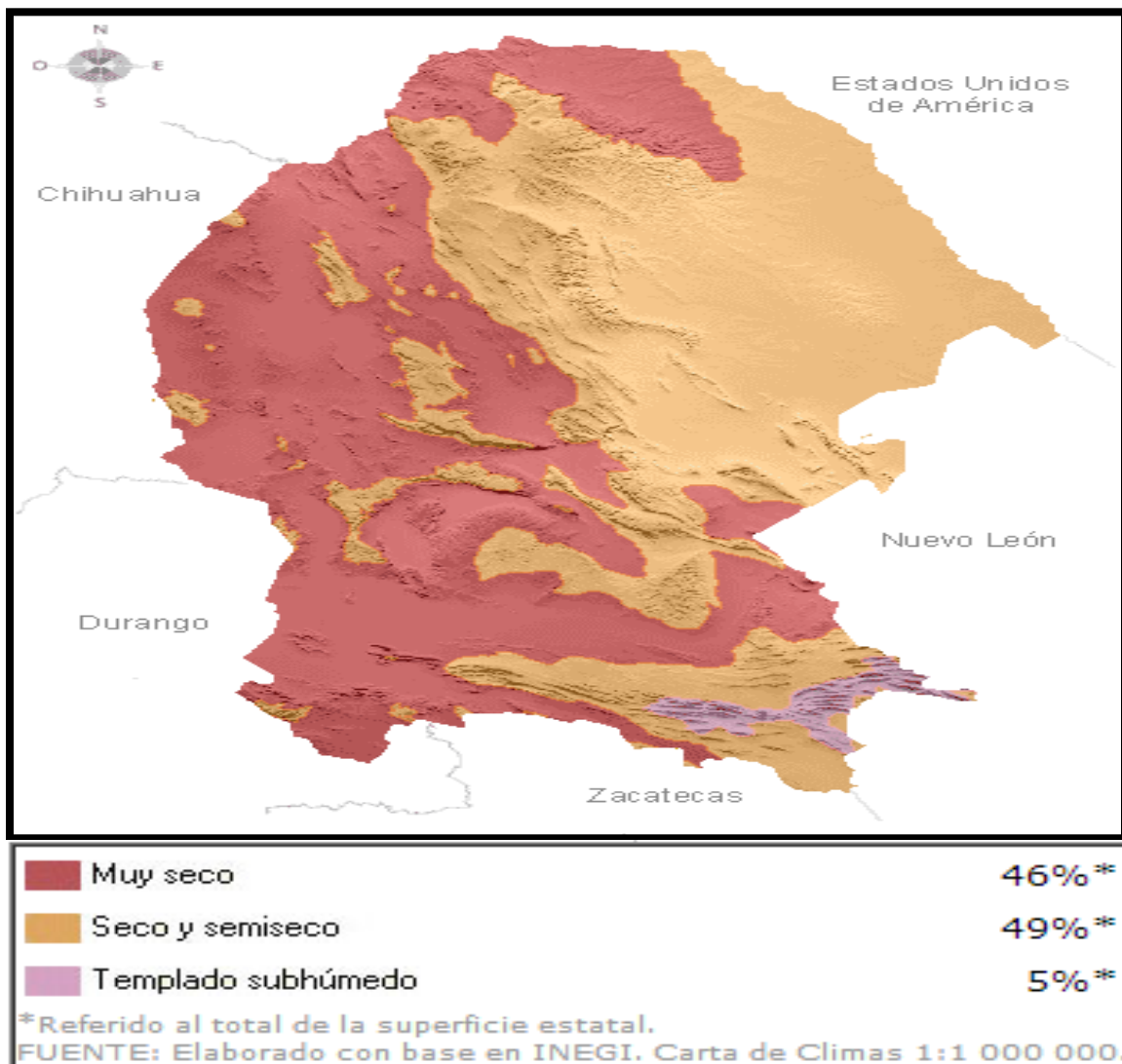


Figura 3.7: Climatología del Estado de Coahuila

3.5. Precipitaciones

Durante el periodo de 1951-2010 las estadísticas reportan por las normales climatológicas de la precipitación del Ejido San Martín es de 400 mm, registrándose normalmente en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, y septiembre. Escasas el resto del año.

Tabla 3.3: Normales Climatológicas

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

ESTADO DE: COAHUILA DE ZARAGOZA

PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00005140 RAMOS ARIZPE (DGE)
MSNM.

LATITUD: 25°32'21" N.

LONGITUD: 100°57'03" W.

ALTURA: 1,400.0

--												
ELEMENTOS ANUAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

--												
TEMPERATURA MAXIMA												
NORMAL	20.8	22.3	26.6	28.7	31.3	32.2	31.6	31.1	28.9	27.3	23.2	21.1
27.1												
MAXIMA MENSUAL	26.8	29.9	30.1	35.1	37.4	38.8	39.6	40.0	38.3	33.2	28.2	27.4
AÑO DE MAXIMA	2009	2008	1986	2004	1986	1986	1986	1986	1986	2004	2007	2007
MAXIMA DIARIA	39.0	38.0	38.0	43.0	42.0	42.0	44.0	49.0	42.0	41.0	35.0	36.0
FECHA MAXIMA DIARIA	23/2008	26/2009	23/2009	29/2004	01/2002	07/2007	04/1986	13/1986	24/1986	01/1986	29/2004	28/2010
AÑOS CON DATOS	25	27	27	26	25	25	24	27	25	25	23	23
TEMPERATURA MEDIA												
NORMAL	12.0	13.3	16.8	19.5	22.7	23.9	23.7	23.3	21.1	18.8	14.7	12.5
18.5												
AÑOS CON DATOS	25	27	27	26	25	25	24	27	25	25	23	23
TEMPERATURA MINIMA												
NORMAL	3.2	4.4	6.9	10.2	14.0	15.7	15.7	15.6	13.4	10.0	6.2	4.0
9.9												
MINIMA MENSUAL	0.9	1.9	2.7	7.4	10.1	12.9	11.7	12.9	5.9	1.1	4.1	1.3
AÑO DE MINIMA	1999	1985	1996	1988	2004	1985	1985	1984	1990	2003	1999	1997
MINIMA DIARIA	-7.0	-7.0	-8.0	0.0	2.0	2.0	0.0	10.0	0.0	-1.0	-5.0	-10.0
FECHA MINIMA DIARIA	03/2008	11/2010	07/1986	01/1985	13/2004	24/2004	25/2009	26/1983	10/1990	31/1993	28/1992	19/1996
AÑOS CON DATOS	25	27	27	26	25	25	24	27	25	26	23	23
PRECIPITACION												
NORMAL	14.3	12.3	9.8	17.0	41.0	50.8	59.7	28.3	56.0	21.9	9.9	15.1
336.1												
MAXIMA MENSUAL	111.5	42.5	152.5	46.0	256.5	385.0	213.5	114.7	195.0	100.0	38.6	103.0
AÑO DE MAXIMA	1992	1995	1993	1985	1995	1990	2007	2008	1988	1987	1997	1995
MAXIMA DIARIA	25.5	30.5	130.0	23.5	71.5	166.0	115.0	40.1	87.0	75.0	24.0	33.0
FECHA MAXIMA DIARIA	08/1992	25/1987	02/1993	21/1994	04/1995	28/2007	26/2007	17/1981	16/1988	20/1987	12/1997	02/1989
AÑOS CON DATOS	25	27	27	26	25	25	24	27	25	26	23	24

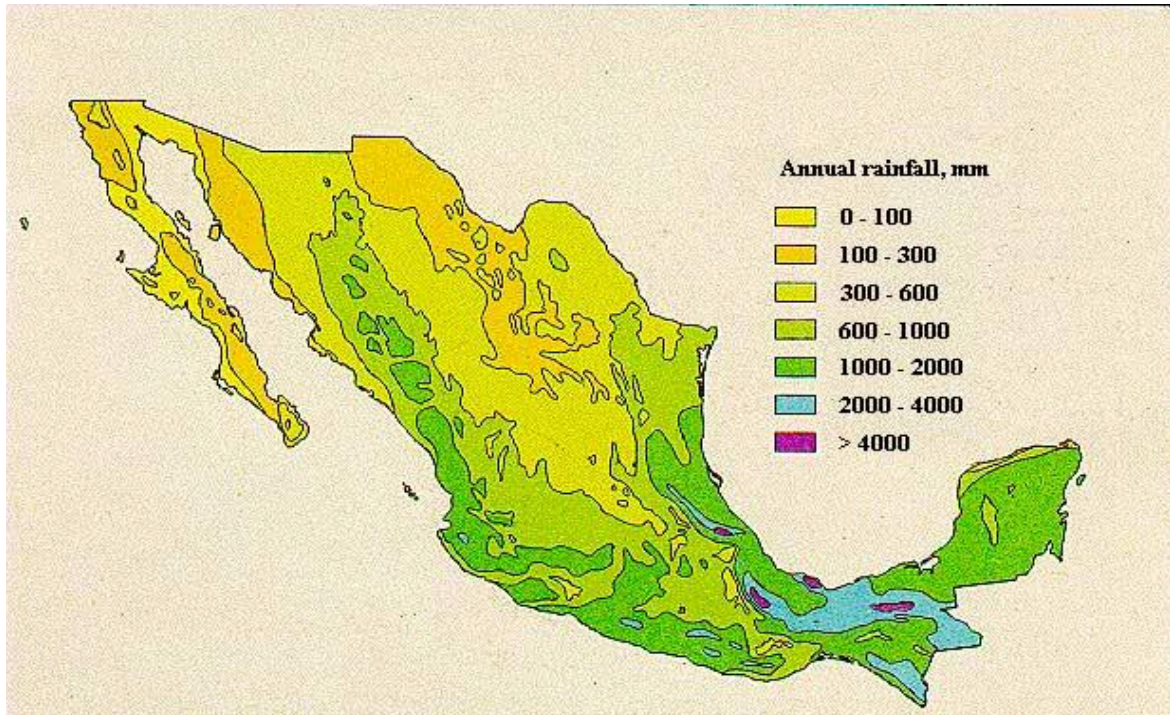


Figura 3.8: Source: Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática. Dirección General de Geografía. Cartas de precipitación Total Anual, escala 1:1000000, México.

3.6. Estudios Hidrológicos

La obra deriva del sistema de entarquinamiento tiene una cuenca de 2.9 km². Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales, el volumen de escurrimiento anual es de 116,000 m³.

Tabla 3.4: Concentrado del estudio Hidrológico de acuerdo el SIALT.

Área de la cuenca	2.9 km ² =2,900,000m ²
Precipitación media anual	400 mm = 0.40 m
Volumen anual para lluvia precipitada	1,160,000 m ³
Coefficiente de escurrimiento	0.1 = 10%
Volumen anual escurriendo	116,000 m ³
Volumne aprovechable	60% =69,600m ³

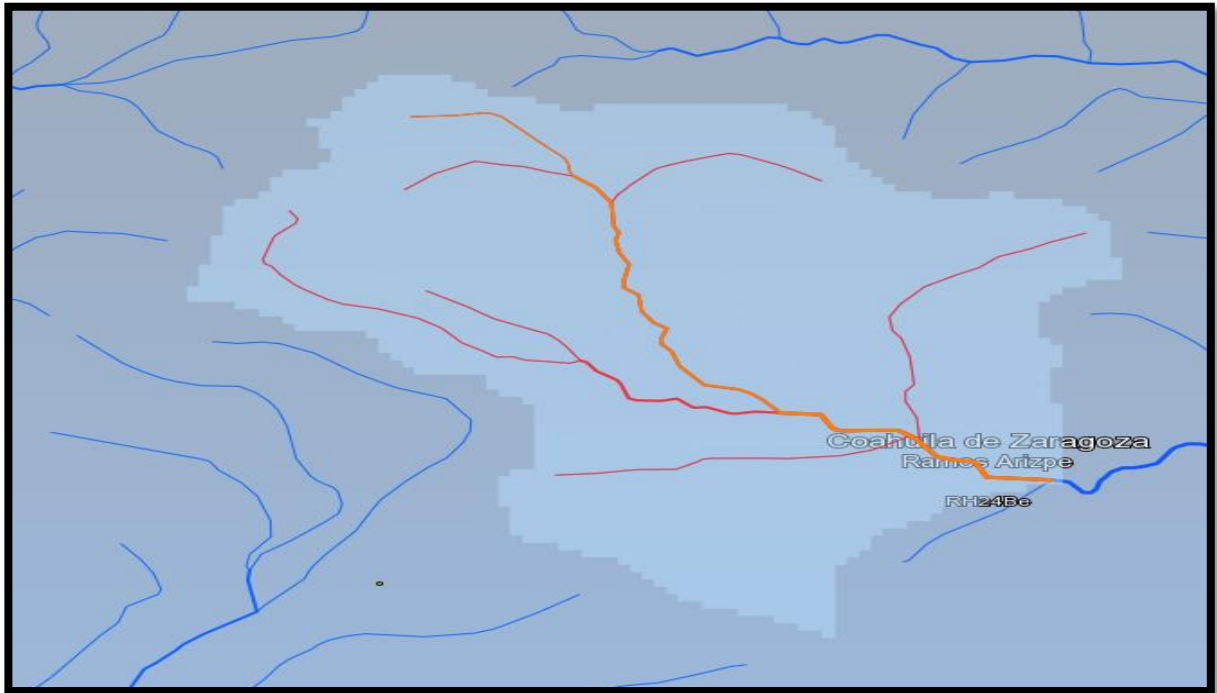


Figura 3.9: Cuenca hidrológica de la presa en el ejido San Martín (Doce de Diciembre), Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.

3.7. Avenida maxima

Para determinar la avenida máxima utilizaremos gráficas de gastos propuestos para proyectos de puentes en la república mexicana en el cual el gasto está en función del área de la cuenca en km^2 . El gasto obtenido con la gráfica es de 10 (m^3/s) para una cuenca de $2.9 km^2$.

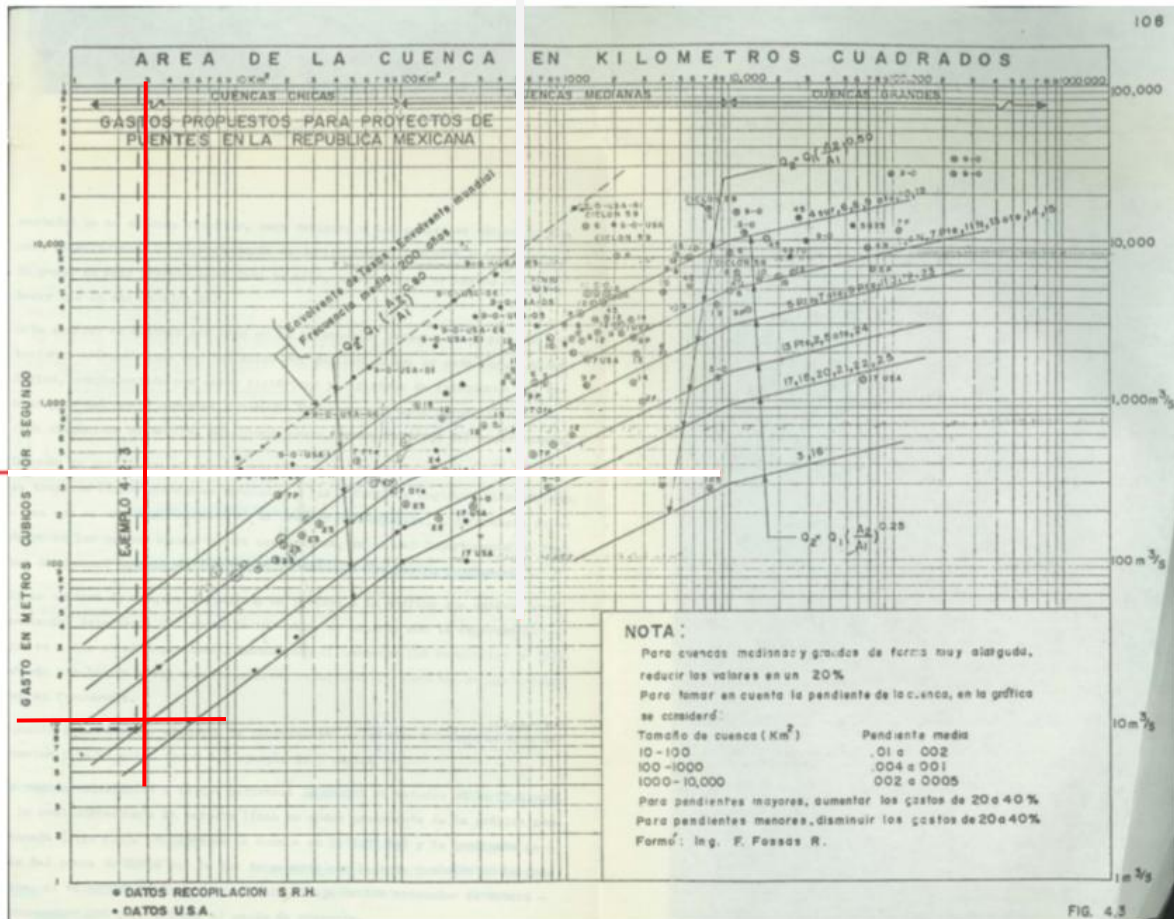


Figura 3.10: Gráfica de Gastos Propuestos para Proyectos de Puentes en la República Mexicana.

3.8. Características ambientales

3.8.1. Vegetación

El ejido San Martín cuenta con una amplia vegetación que está formada por lechuguilla, coyonostle, candelilla y diversas especies de palmas típicas de esta región.

3.8.2. Geología

El tipo de roca del que está compuesto el suelo es franco-limoso.

3.8.3. Características del suelo

El tipo de suelo es franco-arcilloso y la vegetación es predominantemente matorral inerme y subinerme y de crasorosulifolius.

3.9. Estudios hidrológicos

La obra deriva del sistema de almacenamiento tiene una cuenca de 2.9 km². Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales, el volumen de escurrimiento anual es de 116,000 m³.

Tabla 3.5: Datos de la cuenca Hidrológica

Área de la cuenca	2.9 km²=2,900,000 m²
Precipitación media anual	400 mm = 0.40 m
Volumen anual para lluvia precipitada	1,160,000 m³
Coeficiente de escurrimiento	0.1 = 10 %
Volumen anual escurriendo	116,000 m³
Volumen aprovechable	60% =69,600m³

Para el análisis del estudio hidrológico se tomó en cuenta los datos de las precipitaciones de Ramos Arizpe, Coahuila, las primeras se describen en el tabla 1. Y conforme a las precipitaciones se obtuvo el periodo de retorno.

$$T = \frac{n+1}{m} \quad \text{Y} \quad P = \frac{m}{n+1}$$

Donde:

T: Período de retorno (años)

n=Número de años de registro

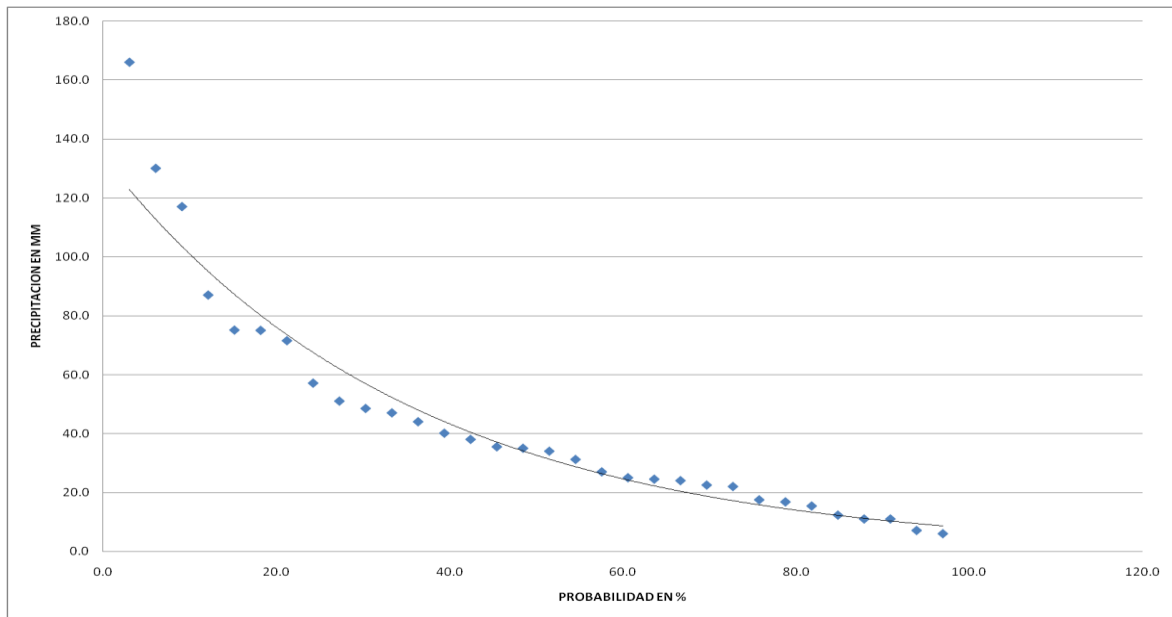
m=Número de orden.

P= Probabilidad

Tabla 3.6: Precipitaciones de 32 años de Ramos Arizpe.

Número	Años	Lluvia máxima(mm)	$(K-1)^2$	Probabilidad P,(%)
1	2007	166	14.5283	3.0303
2	1993	130	7.6625	6.0606
3	1990	117	5.7183	9.0909
4	1988	87	2.3157	12.1212
5	1989	75.1	1.3849	15.1515
6	1987	75	1.3781	18.1818
7	1995	71.5	1.1502	21.2121
8	2004	57.1	0.4291	24.2424
9	1996	51	0.2287	27.2727
10	2013	48.5	0.1647	30.3030
11	1992	47	0.1313	33.3333
12	2002	44	0.0758	36.3636
13	1981	40.1	0.0263	39.3939
14	1998	38	0.0103	42.4242
15	1991	35.5	0.0008	45.4545
16	2008	35	0.0002	48.4848
17	2010	34	0.0002	51.5152
18	1984	31.2	0.0091	54.5455
19	1994	27	0.0473	57.5758
20	1985	25	0.0758	60.6061
21	1986	24.5	0.0840	63.6364
22	1997	24	0.0926	66.6667
23	1983	22.5	0.1210	69.6970
24	1982	22	0.1313	72.7273
25	2003	17.5	0.2428	75.7576
26	2009	16.8	0.2632	78.7879
27	2011	15.4	0.3065	81.8182
28	2005	12.3	0.4141	84.8485
29	1980	11	0.4640	87.8788
30	2000	11	0.4640	90.9091
31	2006	7.1	0.6308	93.9394
32	1999	6	0.6824	96.9697
	Σ	1425.1	K=Prec/Med	
	Media	34.5	$P=(m/N+1)*100$	

Figura 3.11: Curva de probabilidad de las precipitaciones máximas diarias (mm).



3.10. Coeficiente de escurrimiento

Para calcular el coeficiente de escurrimiento tenemos que conocer las variables como el área de la cuenca, la precipitación media, el tipo de terreno, que suelo es y la vegetación de existen, para esto nos basamos en las cartas de INEGI como son las edafológica, topográficas y las uso de suelo para obtener valores planteado. En los cuadros anteriores podemos ver los coeficientes en función de las características de las variables mencionadas.

Ecuación para determinar el coeficiente de escurrimiento.

$$Ce = (Ce/Ac + Ce/Pm + Ce/Cv + Ce/Gs) / 4$$

Donde:

Ac = área de la cuenca

Pm = precipitación media

Cv = cobertura vegetal

Gs = tipo de suelo

Tabla 3.7: Coeficiente de escurrimiento en la cuenca

Coeficientes de escurrimientos		
Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca	Área de la cuenca (km^2)	Ce/Ac
	Menor de 10	0.20
	11 a 100	0.15
	101 a 500	0.10
Coeficiente de escurrimiento por área de cuenca	Precipitación media anual (mm)	Ce/Pm
	Menor de 800	0 a 0.05
	801 a 1,200	0.06 a 0.15
	1,201 a 1,500	0.16 a 0.25
	Mayor de 1,500	0.35
Coeficiente de escurrimiento por cubierta vegetal	Cubierta vegetal	Ce/Cv
	Bosque matorral	0.05 a 0.20
	Pastos y cultivos	0.01 a 0.30
	Sin vegetación	0.25 a 0.50
Coeficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno	Grupos de suelo	Ce/Gs
	Alta permeabilidad	0.05 a 0.25
	Moderado permeabilidad	0.01 a 0.30
	Baja permeabilidad	0.25 a 0.60

Tabla 3.8: El coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio

Descripción	Datos	Coeficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	2.9 km^2	0.10
Precipitación	400 mm	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.15
Permeabilidad del terreno	Moderado permeabilidad	0.20

Ahora con los valores obtenidos sustituimos en la ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento.

$$C_e = (C_e/A_c + C_e/P_m + C_e/C_v + C_e/G_s) / 4$$

$$C_e = (0.10 + 0.05 + 0.15 + 0.20) / 4$$

$$C_e = \mathbf{0.125}$$

Finalmente obtenemos que el coeficiente de escurrimiento sea de 0.125

3.11. Escurrimiento medio anual

Considerando el área de la cuenca (2.9 km^2) y considerando la precipitación media anual de la zona de los últimos años (400 mm). El cálculo del escurrimiento medio anual se calcula aplicando la siguiente fórmula;

$$E_mA = (A \times C_e \times P_m)$$

Donde:

$$E_mA = \text{Escurrimiento medio anual (m}^3\text{)}$$

C_e = Coeficiente de escurrimiento

$$A = \text{Área de la cuenca km}^2$$

P_m =Precipitación media anual (mm)

$$E_mA = (2,900,000 \text{ m}^2 \times 0.1 \times 0.40 \text{ m})$$

$$E_mA = \mathbf{116,000 \text{ m}^3}$$

3.12. Cálculo del volumen medio anual escurrido

Tenemos que estimar el valor del volumen anual escurrido para que nos pueda llevar a un volumen anual por lluvia, esta operación es muy sencilla y consiste en multiplicar el coeficiente de escurrimiento que obtuvimos de la cuenca de estudio por el escurrimiento medio anual y así obtenemos el volumen anual escurrido .

$$V_a \text{ esc} = (C_e \times E_mA)$$

$$V_{a \text{ esc}} = (0.125 \times 116,000 \text{ m}^3)$$

$$V_{a \text{ esc}} = \mathbf{14,500 \text{ m}^3}$$

Donde:

Ce = coeficiente de escurrimiento

EmA = escurrimiento medio anual m^3

3.13. Calculo del volumen aprovechable medio anual

Para este cálculo vamos hacer la siguiente operación estimando a un 70% ya que dado el coeficiente es 0.10 o 10 % y le sumamos las pérdidas por evaporación e infiltración obtenemos a un 0.20 o 20%, por esa razón decimos que es al 70%.

$$V_{AMA} = 0.7 \text{ (EMA)}$$

$$V_{AMA} = 0.7 (116,000 \text{ m}^3)$$

$$V_{AMA} = \mathbf{81,200 \text{ m}^3}$$

3.14. Avenida máxima

En 1865 C.H. Dickens publicó un artículo llamado Gasto de Avenidas de rios en donde planteó usar para el cálculo de las avenidas máximas la siguiente ecuación.

$$Q = 0.0139 C (A)^{0.75}$$

Donde:

Q= gasto del proyecto en (m^3/seg)

A= área de la cuenca en km^2

C = coeficiente que depende de las características de la cuenca y de la precipitación.

0.0139 = factor de conversación y de homogeneidad de unidades

$$Q = 0.0139 (300) (2.9)^{0.75}$$

$$Q = 9.266 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Así tenemos cual es nuestra avenida máxima dato de suma importancia ya que con este es la base para el diseño de la presa, es decir la diseñaremos con este gasto máximo. Ya que se implemento este método para determinar las avenidas máximas a diferencia de muchos autores esta ecuación relaciona las variables de la precipitación, de hecho de ahí el coeficiente “C” de la ecuación ya que los parámetros que establece dan valores dependiendo de las precipitaciones y tipo de suelo. A continuación se presenta la siguiente tabla.

La secretaría de comunicaciones y transporte propone valores de C extraído del “Manual para Ingenieros de Carreteras” de Harger y Bonney.

Tabla 3.9: Características topográficas de la cuenca

Características topográficas de la cuenca	Para precipitación de 10 cm en 24 horas	Para precipitaciones de 15 cm en 24 horas
Terreno del plano	200	300
Con lomerío suave	250	325
Con mucho lomerío	300	350

3.15. Métodos para calcular avenidas de cuencas no aforadas

Los métodos estarán en función de los datos que se tengan en cuanto a parámetros de precipitación, características de la cuenca, y además datos que pueda haber en la región, en todos estos métodos es indispensable tener la carta topográfica del área que se va a estudiar. Es necesario tener en cuenta, que los datos de precipitación, no precisamente son de la cuenca en estudio dado que los mayores problemas que existen es la falta de estaciones climatológicas. En algunas estaciones climatológicas solo existen pluviómetros, razón de tomar como dato la lluvia máxima en 24 horas y en otras, no se tiene la descripción de la lluvia, lo cual nos indica que se debe tomar los datos de precipitación de la estación más

cercana, asumiendo que las características de la lluvia son semejantes, para una región con características similares (árida y semiárida).

3.15.1. Método de Ryves

$$Q = 10.106 (A)^{0.67}$$

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 2.9 km^2$$

$$Q = 10.106 (2.9)^{0.67}$$

$$\mathbf{Q = 20.624 m^3/seg}$$

3.15.2. Método de Valentini

$$Q = 27 (A)^{0.5}$$

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 2.9 km^2$$

$$Q = 27 (2.9 km^2)^{0.5}$$

$$\mathbf{Q = 45.979 m^3/seg}$$

3.15.3. Método de kuichling

$$Q = \left(\left(\frac{3596.24}{A+958.296} \right) + 0.081 \right) * A$$

A = área de la cuenca en km^2

$$A = 2.9 km^2$$

$$Q = \left(\left(\frac{3596.24}{2.9+958.296} \right) + 0.081 \right) * 2.9$$

$$\mathbf{Q = 11.08 m^3/seg}$$

3.16. Diseño de la obra

Esta obra cuenta con un vertedor de demasías y obra de toma.

Tabla 3.10: Características de la presa.

LONGITUD DE LA CORTINA.....	150 m
ANCHO DE LA CORONA.....	1 m
ALTURA MÁXIMA.....	7 m
ELEVACIÓN DE LA CORONA.....	1681 msnm
ELEVACIÓN DE EMBALSE MÁXIMO.....	1681 msnm
ANCHO DE LA BASE.....	5.25 m
TALUD AGUAS ARRIBA.....	0:0
TALUD AGUAS ABAJO.....	0.625

Resistencia a la compresión $f=150 \text{ kg/cm}^2$

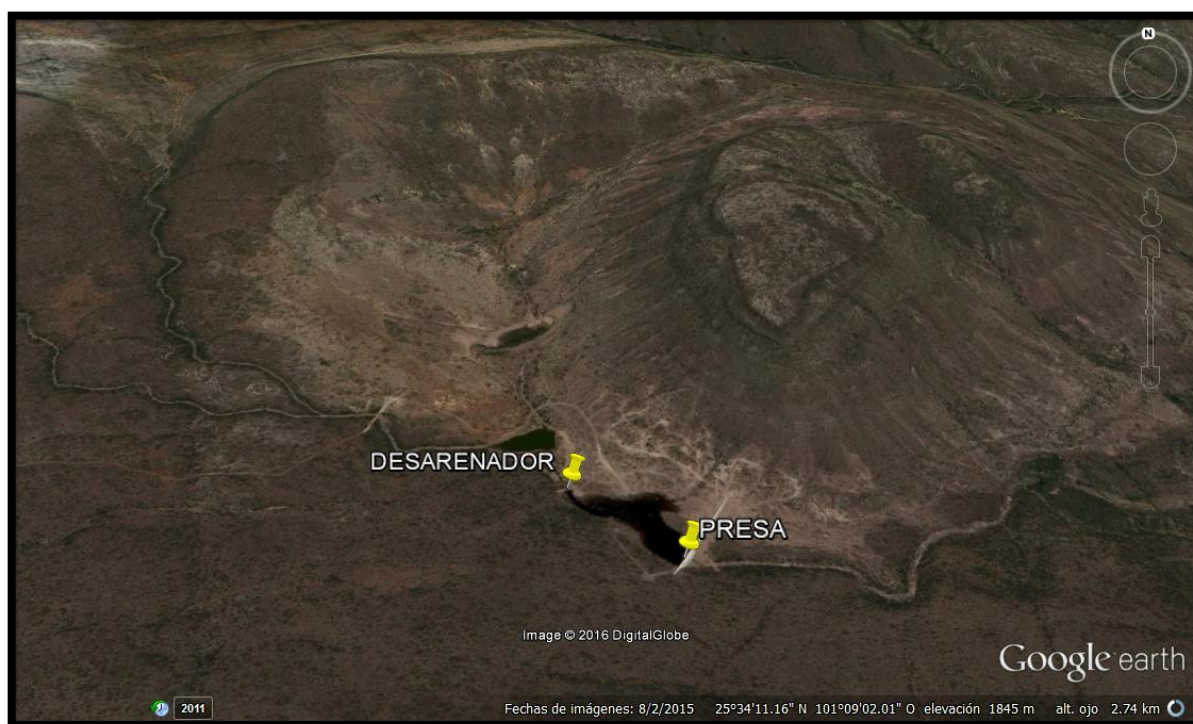


Figura 3.12: Localización de la presa y desarenador del proyecto San Martin

3.16.1. Diseño de la presa San Martin

Medidas

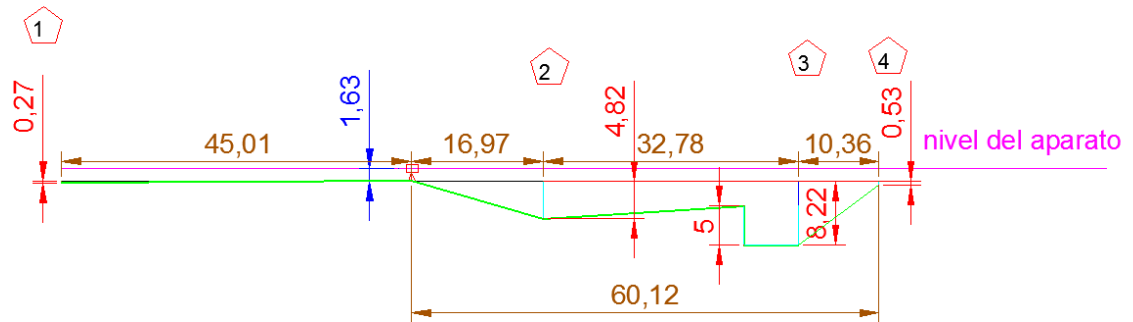
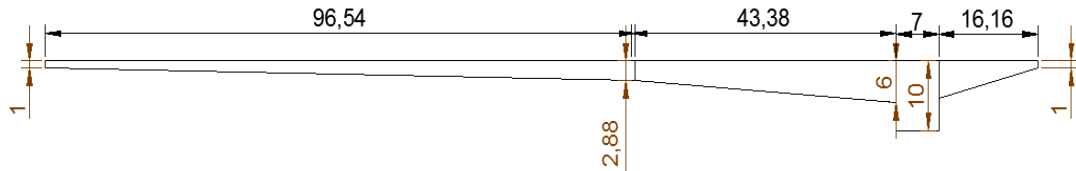


Figura 3.13: Medidas de la presa San Martin, realizado por el software de AutoCAD

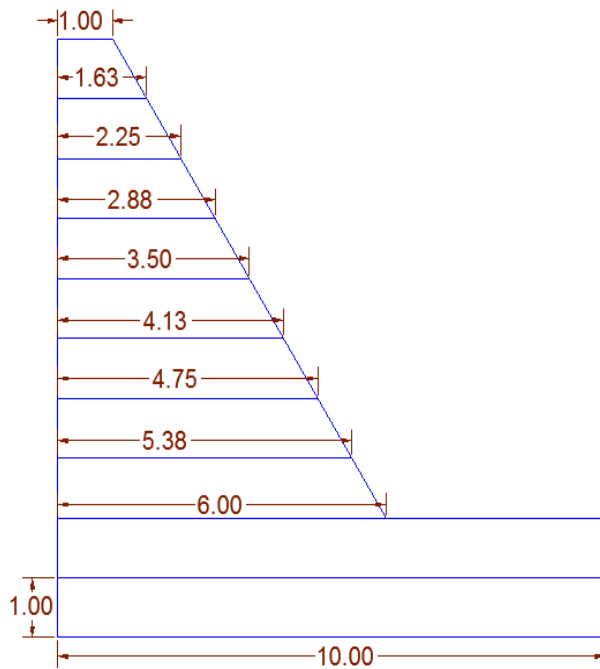
Áreas



ÁREAS m ²	ALTURA m	VOLUMEN m ³
187.28	0.8458	158.40
189.81	0.8458	160.54
70	0.8458	59.21
51.55	0.8458	43.60
VOLUMEN TOTAL		421.75

Figura 3.14: Áreas de la presa San Martin, realizada por el software de AutoCAD

Volumen



AREA m ²	LONGITUD m	VOLUMEN m ³
1.31	146.42	191.81
1.94	95.88	186.01
2.56	56.04	143.46
3.19	45.23	144.28
3.84	34.57	131.71
4.44	24.06	106.10
5.06	13.40	67.83
5.68	7.54	42.88
7.5	9.33	70.00
7.5	9.33	70.00
Volumen del cemento		421.76
Volumen total		1575.84

Figura 3.15: Volumetría de la presa San Martín, realizado por el software de AutoCAD.

Isometría de la presa

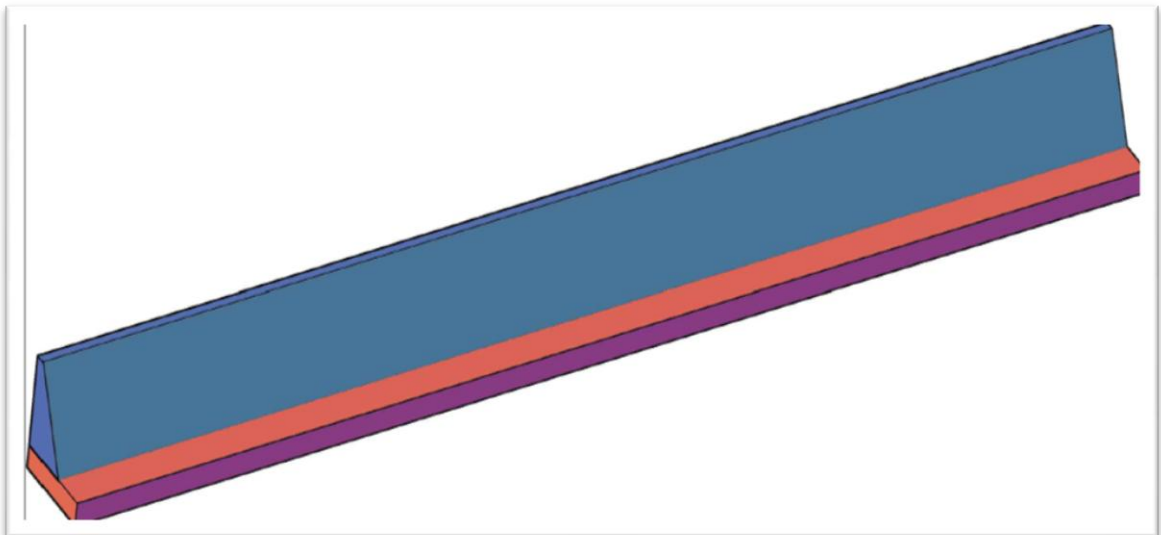


Figura 3.16: Vista del diseño en 3D realizado en el software de AutoCAD

3.17. Esquema del diseño del desarenador

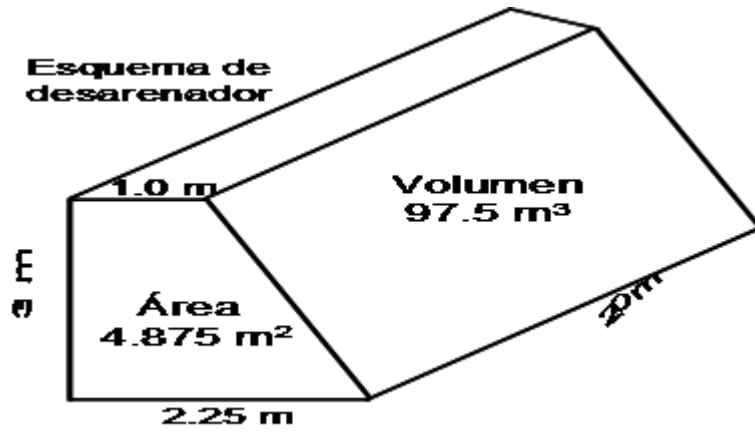


Figura 3.17: Vista del desarenador diseñado en el software de AutoCAD

Desarenador

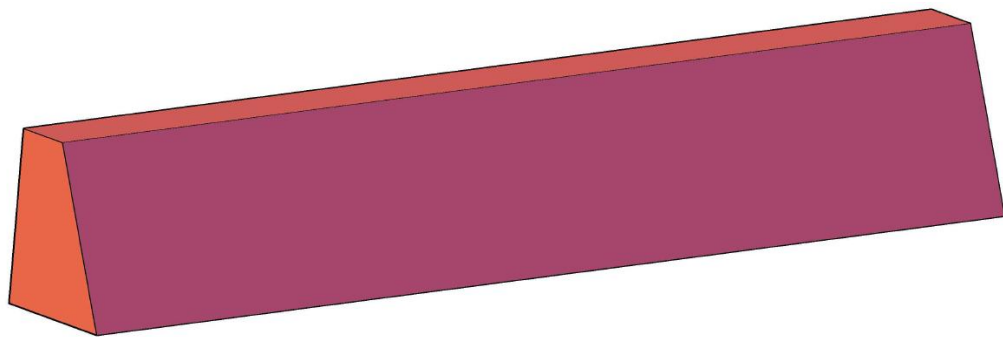


Figura 3.18: Vista en 3D del desarenador diseñado en el software de AutoCAD

3.18. Obras de excedencias:

El vertedor de demasías del muro de derivación tiene una capacidad para desfogar 10 m³/s. Para calcularlo se usó la siguiente fórmula:

$$Q = b m (2g)^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{Q}{bm(2g)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} h = \left(\frac{10}{(148)(0.48)(2 \times 9.81)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.10 \text{ mts.}$$

Dónde:

$$b = 148 \text{ m}$$

$$m = 0.48$$

$$h = 0.10 \text{ m}$$

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

m-coeficiente de gasto

b- ancho del vertedor

h -carga sobre el vertedor

De acuerdo con el resultado de h=0.10 m, la obra de excedencias tiene suficiente capacidad para desfogar la avenida máxima.

3.19. Obra de toma:

La obra de toma se proyecta en la parte central del muro.

El gasto en la obra de toma se determina por la formula siguiente:

$$Q = AV = m^3/\text{seg}$$

Tomando en cuenta la obra de toma representa un conducto cerrado, entonces el gasto máximo de desfogue es igual a:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} [(H \times 2g/c)]^{0.5} = m^3/seg$$

$$Q = [3.1416 \times (0.0762)^2] / 4 * [(7 \times 2(9.81)/c)]^{0.5}$$

$$Q = m^3/seg$$

Donde:

$$\frac{\pi d^2}{4} = A \sim \text{área de la sección viva de la tubería}$$

$$[(H \times 2g/c)]^{0.5} V \sim \text{Velocidad del agua en la tubería } m/seg$$

C ~ coeficiente de resistencia hidráulica

$$C = [1 + C_{ent} + C_v + (f l)/d] = 3.95$$

Donde:

D= diámetro de la tubería en metros

$$C_{ent} = 0.5$$

$$C_v = 0.09$$

$$f = 0.03$$

$$l = 6 \text{ m}$$

$$d = 3 \text{ pulgadas} = 0.0762 \text{ m}$$

$$H = 7 \text{ m}$$

$$Q = 0.0261 m^3/seg$$

$$Q = 26.1 \text{ l/seg}$$

3.20. Norma de riego

Tomando en cuenta las precipitaciones medias de la región, se determinará la norma de riego para los cultivos de forraje que es aproximadamente 5,000 - 6,000 m³/ha.

3.21. Posible área a irrigar

Tomando en cuenta que el volumen aportado es de 69,600 m³, vemos que se tiene agua para regar 13.92 has.

3.22. Estimación de la estabilidad del muro de la presa

En este apartado tendremos que estimar ciertas variables que darán la estabilidad y la resistencia a nuestra presa que en este caso se cuenta como una obra hidráulica basada en un muro con un solo lado totalmente perpendicular al suelo y por otro lado un vertedor demasías la altura de la presa constante desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la cresta 7 m, el peso específico del ciclópeo

= 2,300 kg/m³ y el agua es = 1000 kg/m³.

Calculo de la estabilidad del muro

$$F_{R.P.H} = A_{D.P} * B$$

Donde

$A_{D.P}$ = área del diagrama de presiones

B= sección del muro de un metro de ancho

Tenemos que el diagrama de presiones es:

$$A_{D.P} = \left(\frac{\gamma(hp + h \text{ carga}) + \gamma(h \text{ carga})}{2} \right) * hp$$

$$A_{D.P} = \left(\frac{1000 \frac{kg}{m^3} (7m + 0.10m) + 1000 \frac{kg}{m^3} (0.10m)}{2} \right) * 7m$$

$$A_{D.P} = 25,200 \frac{kg}{m}$$

3.23. Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática

$$F_{R.P.H} = 25,200 \frac{kg}{m} * 1m$$

$$F_{R.P.H} = 25,200 \text{ kg}$$

$$F_{R.P.H} = 25.20 \text{ ton}$$

3.24. Calculo del peso del muro (pw) área

$$A = \left(\frac{B+b}{2} \right) * H$$

$$A = \left(\frac{1+6}{2} \right) * 7$$

$$A = 24.5 \text{ m}^2$$

3.25. Volumen del muro

$$V = A * B$$

$$V = 24.5 \text{ m}^2 * 1m$$

$$V = 24.5 \text{ m}^3$$

3.26. Peso del muro

$$pw = v * \gamma \text{ ciclopeo}$$

$$pw = 24.5m^3 * 2300 \frac{kg}{m^3}$$

$$pw = 56,350kg$$

$$pw = 56.350 \text{ ton}$$

3.27. Calculo de la fuerza resultante

$$\alpha = \frac{F_{R.P.H}}{pw}$$

$$\alpha = \frac{25.20 \text{ ton}}{56.350 \text{ ton}}$$

$$\tan^{-1}(\alpha) = 0.44$$

$$\alpha = 23^{\circ} 44' 58.18''$$

$$x^2 = ((25.20 * 25.20) + (56.350 * 56.350)) = 3810.36$$

$$fr = \sqrt{3810.36}$$

$$fr = 61.72 \text{ ton}$$

Revisión por volteo

$$fr = \frac{\text{fuerza resultante}}{\text{fuerza actuante}} > 1$$

$$fr = \frac{61.72}{56.350} > 1$$

$$fr = 1.09 > 1$$

Como el factor de seguridad es mayor de la unidad, el peso de la presa está en condiciones de resistir las fuerzas de la presión hidrostática.

3.28. Análisis del presupuesto de la obra

Construcción de la presa de mampostería

Análisis por acción

Tabla 3.11: Relación de agregados para un m^3 de construcción

CONCEPTO	U.M	CANT.	P.U (\$)	IMPORTE (\$)
Cemento	ton	0.17	2,457.00	417.69
Arena	m^3	0.7	290.00	203.00
Grava	m^3	0.6	290.00	174.00

Piedra bola	m^3	0.6	304.50	182.70
TOTAL				977.39

Tabla 3.12: Componente de mezcla para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m^3	Cemento ton	Arena m^3	Grava m^3	Piedra m^3
	1,575.84	267.89	1,103.09	945.50	945.50

Tabla 3.13: Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	PROGRAMA (\$)	PRODUCTOR (\$)
Cemento	ton	267.89	2,457.00	658,205.73	592,385.16	65,820.57
Arena	m^3	1,103.09	290.00	319,896.10	287,906.49	31,989.61
Grava	m^3	945.5	290.00	274,195.00	246,775.50	27,419.50
Piedra bola	m^3	945.5	304.50	287,904.75	259,114.28	28,790.48
Mano de obra que considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento y desplante de cortina, construcción de la presa.	jornal	1,592.91	147.70	235,272.81	211,745.53	23,527.28
			TOTAL:	1,775,474.39	1,597,926.96	177,547.44
			%	100	90	10

Tabla 3.14: Desarenador

Agregados de componentes	Volumen m^3	Cemento ton	Arena m^3	Grava m^3	Piedra m^3
	97.5	16.58	68.25	58.50	58.50

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U. (\$)	IMPORTE (\$)	PROGRAMA (\$)	PRODUCTOR (\$)
-----------------	-------------	--------------	----------------------	-------------------------	--------------------------	---------------------------

Cemento	ton	16.57	2,457.00	40,712.49	36,641.24	4,071.25
Arena	m ³	68.25	290.00	19,792.50	17,813.25	1,979.25
Grava	m ³	58.50	290.00	16,965.00	15,268.50	1,696.50
Piedra bola	m ³	58.50	304.50	17,813.25	16,031.93	1,781.33
Mano de obra que considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento, desplante y construcción de desarenador de mampostería.	jornal	98.5	147.70	14,548.45	13,093.61	1,454.85
TOTAL:				109,831.69	98,848.53	10,983.18
%				100	90	10

Tabla 3.15: Costo y financiamiento del proyecto pequeña presa de mampostería en el ejido San Martín, municipio de Ramos Arizpe.

OBRA	IMPORTE (\$)	PROGRAMA(\$)	PRODUCTOR(\$)
Construcción de la presa de mampostería	1,775,474.39	1,597,926.96	177,547.44
Construcción de desarenador de mampostería	109,831.69	98,848.53	10,983.18
Elaboración del proyecto	10,000.00	9,000.00	1,000.00
Puesta en marcha	30,000.00	27,000.00	3,000.00
TOTAL:	1,925,306.08	1,732,775.49	192,530.62
%	100	90	10

IV.- CONCLUSIONES

Observando los resultados y haciendo un análisis de ellos, llegamos a la conclusión de que la problemática del ejido San Martín (Doce de Diciembre), fue resuelta por la alternativa planteada, es decir la hipótesis resultó aceptada ya que pudimos resolver un problema de la sequía mediante la captación de los escurrimientos superficiales y con esto todo lo que se deriva. A través de este proyecto autorizado legalmente se pudo demostrar que las aguas de lluvia, por medio de escurrimiento superficiales son recursos naturales que aún no se explotan al 100%. Logrando incrementar la agricultura de riego.

El ejido San Martín se aprovechara los 400 mm que llueve anualmente y este proyecto contribuirá a la mejora del ejido y podemos decir que las obras hidráulicas tienen como fin solventar las necesidades de la producción agropecuaria, mejorando las condiciones socioeconómicas de las comunidades en el campo.

La problemática de las regiones semiáridas en el país puede ser solucionado con la construcción de obras productivas como estas, que generen fuentes de empleo dependiendo de la magnitud de la obra y lleguen a ser regiones autosustentables ya que pueden establecer varios cultivos (maíz, calabacita, trigo, forraje, etc.) y

cambiando de una agricultura de temporal a la riego que es más redituable la cual pueden ellos ya no depender de las lluvias locales para la producción de sus cultivos.

Hoy en día así como este, ya existe un sinnúmero de problemas en el campo mexicano y tenemos que tener la visión para ver las posibles soluciones, siendo que recomiendo implementar proyectos semejantes a estas, y aunque son costosos, nos permite resolver la calidad de vida mejorando la calidad de vida de estas regiones del país.

V.- LITERATURA CITADA

Colegio de Posgraduados. 1980. Manual para Proyectos de Pequeñas Obras Hidráulicas para Riego y Abrevadero; Tomo 1, 1ª Edición; SPP, Chapingo México D.F.

Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9. Esguerramiento Superficial Libre. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p.A.I. 2.9.1.

Comisión Federal de Electricidad. 1980c. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.9. Simulación del Funcionamiento de un Vaso. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p. A.I. 1.9.1. – 1.9.2.

Comisión Federal de Electricidad. 1980d. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.10. Avenida de Diseño. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p.A.I. 1.10.1 – 1.10.4.

Comisión Federal de Electricidad. 1981a. Manual de Diseños de Obras Civiles Número. Hidrotecnia. A.1.2. Precipitación. Instituto de Investigación Eléctrica. México 5. D.F. p. A.I. 1.2.1-1.2.8.

Comisión Federal de Electricidad. 1981b. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A. 13. Esguurrimento. Instituto de Investigación Eléctrica. México 5 D.F. p. A.I. 1.3.1

Comisión Federal de Electricidad. 1983. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.2. Obras de Toma para Plantas Hidroeléctricas. Instituto de investigación Eléctrica. México 5 D.F. p. A.I. 2.2.1 – 2.2.2.

García, N.J.M. 1985. Principios de Hidráulica Potencial. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Talleres de Gráficos de la División de Ciencias Forestales. 340. P

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Cartas de Clima Regionales, escala 1:50,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 1992. Cartas de Clima Regionales, escala 1:50,000.

Lambe, T.W. y Whitman, R.B. 1984. Mecánica de Suelos, Editorial Limusa. S.A. de C.V. México 1, D.F. 582 p.

Linsley, R.E. y Franzini, J.B. 1975. Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental S.A. CV. México 22. D.F. 791 p.

Mancera C. Francisco. 2002. Proyecto para la modificación de la presa de almacenamiento “El Bajío”. Tesis de licenciatura. U.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.

Marsal, R.J. y Reséndiz N.D, 1983. Presa de Tierra y Enrocamiento. Editorial Limusa, México 1, D.F. 546 p.

Mora, R.P. 1993. La Ingeniería de Operación en los Distritos de Riego. Trillas. México. P. 14-17.

Presa de Derivación Modelo México 4. Ing. Velazco Sánchez Octavio, Secretaria de Recursos Hidráulicos.

Secretaria de los Recursos Hidráulico.1973. Recursos Hidráulicos. Número 1. Volumen II. México 6, D.F. p. 71.

Secretaria de los Recursos Hidráulico.1975. Pequeños Almacenamiento, Plan Nacional de Obras de Riego para el Desarrollo Rural. Talleres Gráficos de la Nación. México 2, D.F. 353 p.

Secretaria de los Recursos Hidráulico.1975. Presa de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional de Obras Hidráulicas para el Desarrollo Rural México D.F.

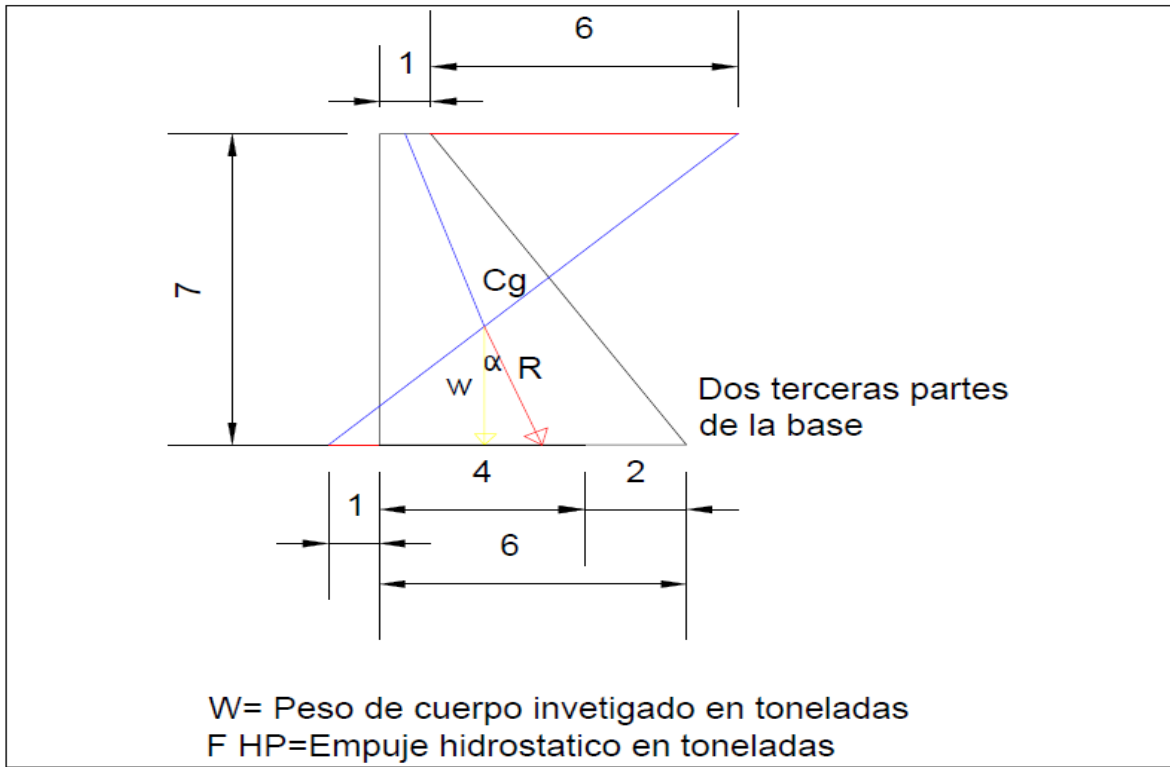
Secretaría de recursos hidráulicos (S.R.H) 2004.

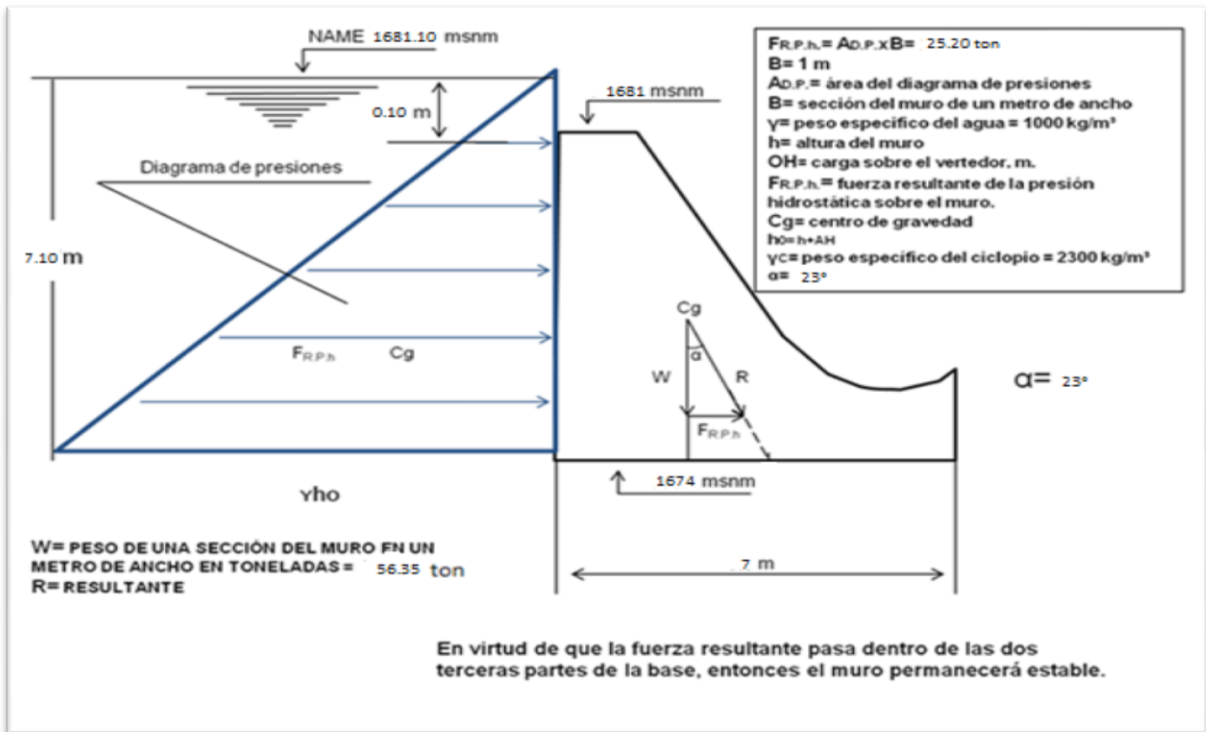
Subsecretaria de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural Catálogos de Obras y Prácticas de Conservación de Suelos y Agua.

United States Department of the interior Bureau of Reclamation. 1978. Diseño de Presas Pequeñas. Una Publicación Técnica de Recursos Hidráulico. Compañía Editorial Continental. México 22, D.F. 639 p.

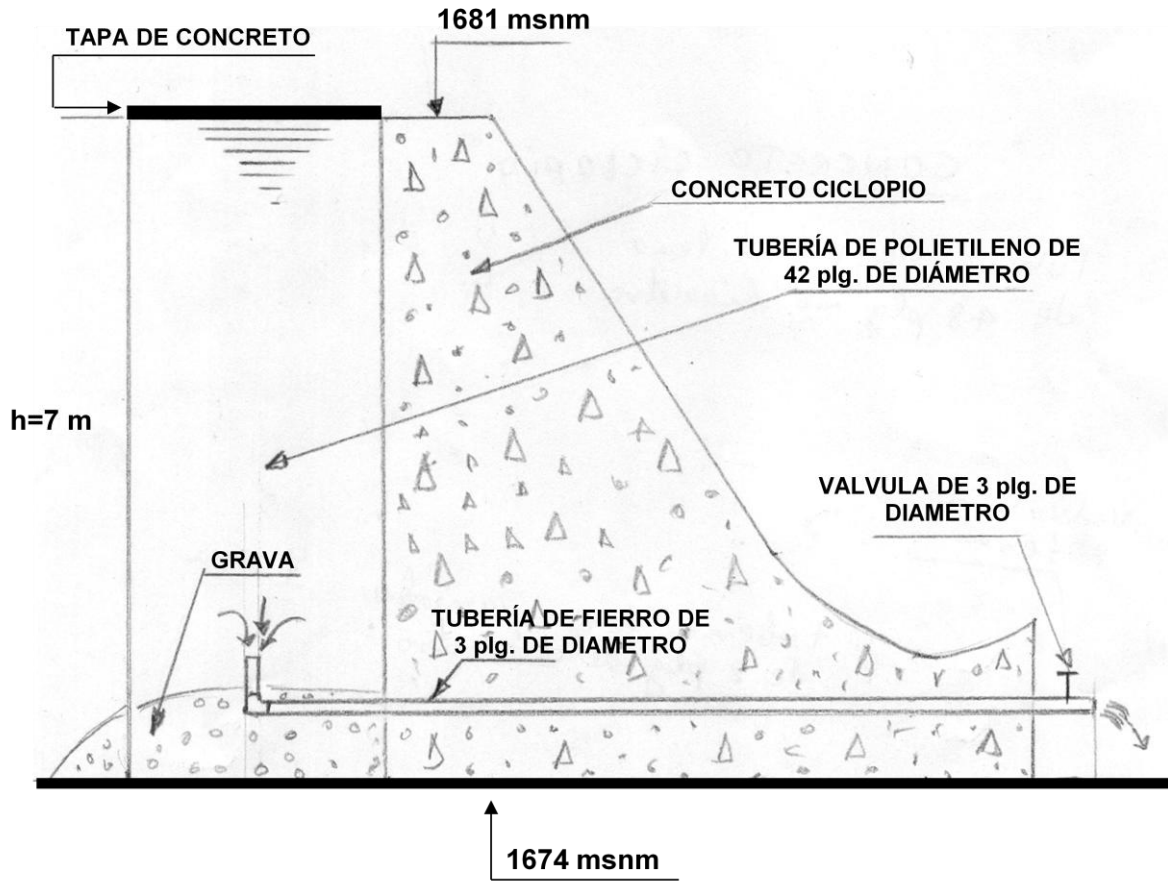
ANEXOS

Esquema para determinar la estabilidad de la presa San Martin

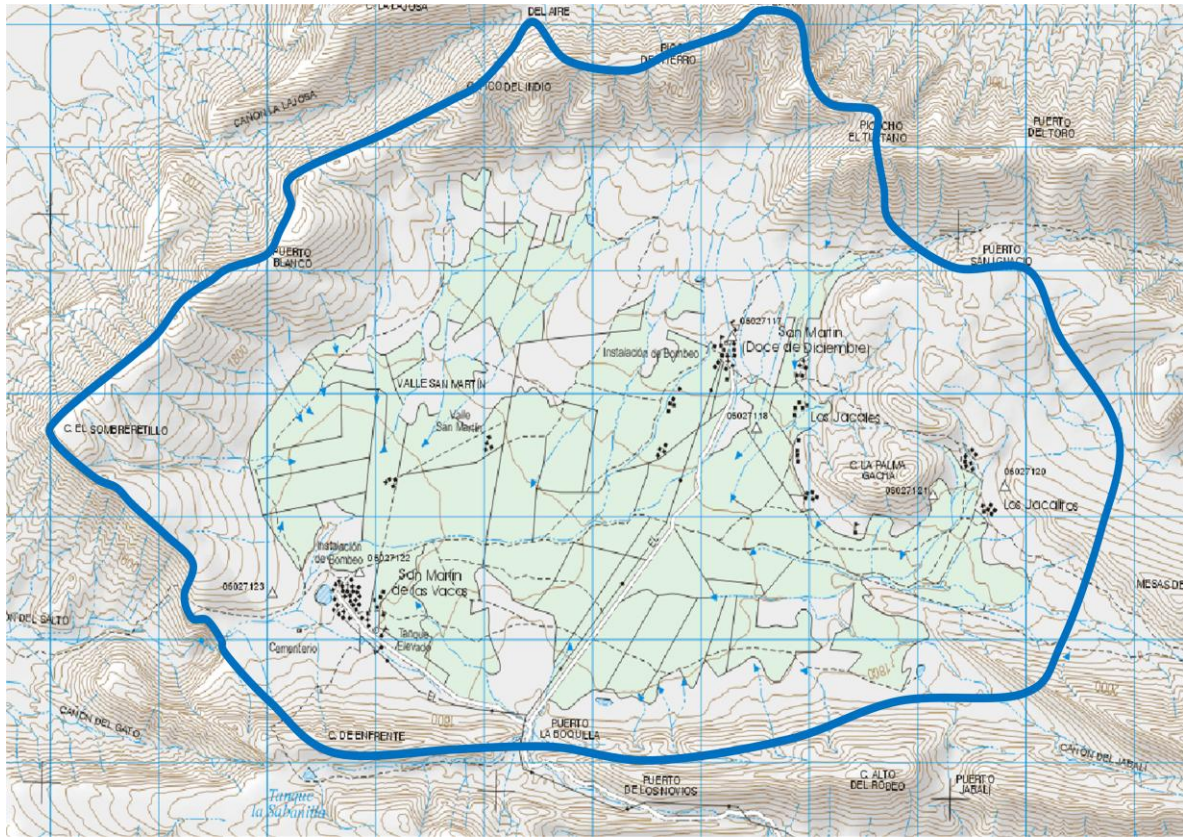




CORTE TRANSVERSAL DE LA PRESA DE MAMPOSTERÍA



40 km² de cuenca hidrológica del ejido San Martín (Doce de Diciembre).



Ubicación de la presa San Martín del Doce en las coordenadas 25°34'0.47" N; 101°8'59.29"O.



