
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”



DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.

“ALMACENAR Y DERIVAR AGUA DE MANANTIAL A TRAVÉS DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN”

POR:

ALMA ROSA ROBLERO PEREZ

TESIS.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. JUNIO DEL 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

“ALMACENAR Y DERIVAR AGUA DE MANANTIAL A TRAVÉS DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN”

TESIS:

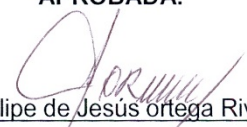
POR:

ALMA ROSA ROBLERO PEREZ

Que somete a consideración del H. jurado Examinador como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.

APROBADA.


Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera

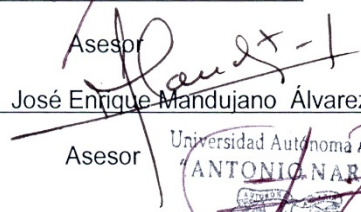
Asesor principal


Mc. Gregorio Briones Sánchez.

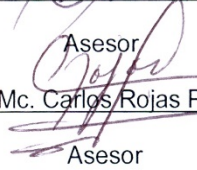
Asesor


Ing. Tomas Reyna Cepeda.

Asesor


Ing. José Enrique Mandujano Álvarez

Asesor


Mc. Carlos Rojas Peña.

Asesor


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez.

Coordinador de división de ingeniería

Buenavista, Saltillo Coahuila México, a Junio del 2013.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primero que nada por permitirme estar aquí y haberme dado la fuerza y las herramientas necesarios para poder salir adelante y cumplir esta gran meta, nunca me faltó nada para lograrlo, siempre estuvo conmigo brindándome la fuerza necesaria para salir de todo tipo de problemas, por haberme dado la sabiduría y la fortaleza en cada momento de mi carrera y mi vida.

Agradezco a Dios por los éxitos y los fracasos, porque de ellos he aprendido para bien. Gracias Señor porque me libraste de todos mis temores, porque tu diestra me sostiene, por restaurarme, por romper todas mis cadenas, porque soy libre, por los propósitos que Tú tienes para mí, por mantenerme humilde.

A mis padres que siempre han estado apoyándome incondicionalmente y me han dado esos sabios consejos que he necesitado en los momentos difíciles de mi vida.

A mi “Alma Mater” por cobijarme entre sus alas, alimentarme con herramientas y conocimientos que constituyen un pilar fundamental en mi vida.

Departamento de riego y drenaje por abrirme sus puertas, permitiéndome adquirir los conocimientos necesarios para terminar la carrera, alcanzar mis metas, forjarme como profesional y poner en alto el nombre de nuestra universidad.

Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera. Por su apoyo y colaboración incondicional en la elaboración de este trabajo, pero sobre todo por su amistad que me brindó desde siempre y sus sabios consejos.

Mc. Gregorio Briones Sánchez. Por su valioso apoyo con su asesoría en la realización de ésta tesis, sus comentarios, así como sus aportaciones fueron de gran importancia en mi formación profesional.

Mc. Tomás Reyna Cepeda. Por su apoyo, comentarios y sugerencias para la culminación de éste trabajo y también por su gran amistad.

Ing. Carlos Rojas Peña. Por el valioso apoyo y colaboración incondicional en la elaboración de este trabajo como por sus sugerencias y por su amistad.

DEDICATORIAS

Agradezco de todo corazón a dios y a mis padres porque a través de ellos me concedió la vida en este mundo.

A mi madre **Sitlali Antonia Perez Perez** que es el ser más maravilloso de este mundo. Gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niña me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre **Oscar José Roblero Gálvez** porque desde pequeña ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con amor, esto ha hecho que sea lo que hoy soy.

Sabiendo que jamás encontrare la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, solo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes.

Por el amor, cariño y apoyo moral, que siempre he recibido y con el cual he logrado culminar mi esfuerzo, terminando así mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias que me han podido dar estoy eternamente agradecido con ustedes son los mejores padres que dios pudo elegir para mí los amo y los amare toda la vida, hasta el día de mi último suspiro.

A mis hermanos.

José Iván Roblero Perez

Jesús Ansony Roblero Perez

José Antonio Roblero Perez

Sabiendo que jamás encontrare la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, solo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes por que juntos hemos enfrentado tristezas y alegrías, malos y buenos momentos, gracias por estar siempre a mi lado por ser mis hermanos y al mis tiempo mis amigos los amo.

A mis abuelos.

Oscar Roblero Salas, Rosalinda Gálvez Hernández, Darinel Pérez Velásquez, Nely Pérez Roblero, por su cariño, amor y su inmenso apoyo durante toda mi vida, así como sus sabios consejos que han fortalecido y me han servido para no decaer en los obstáculos que durante mi corta vida se han presentado.

A mis tíos.

Marco Antonio Escalante y Core Perez Perez que son mi segunda familia gracias por el inmenso cariño, apoyo moral y por sus consejos los quiero mucho siempre ocuparan un lugar especial en mi corazón.

A todos los tíos (a) en general por haberme apoyado en las diferentes circunstancias de mi vida.

A mis amigos.

La amistad es un tesoro invaluable. Los amigos son aquellas piezas de oro que cualquier buscador de tesoros anhela encontrar, yo me siento profundamente agradecida con dios por haberlos puesto en mi camino, Martha Maribel, José Rodolfo, Humberto de Jesús, Alejandro Omar, Honey, David, Saúl García, Eustrain Roblero, gracias por compartir esos bellos momentos juntos, siempre estarán presentes en vida, los quiero.

(†) A mi amigo Julio Cesar (jar-8) por que donde quiera que estés ves por nosotros, porque siempre estuviste ahí apoyándome, dándome esos buenos consejos para no decaer en el difícil camino, por que fuiste no solo mi amigo si no también mi hermano, sé que desde el cielo estas sonriéndome porque he cumplido, logre terminar la carrera así como un día te lo prometí gracias por todo, siempre te extrañare, hoy eres un bello ángel que dios nos ha dado a todos tus amigos en especial a mí (y si no es en esta vida en la otra vida será).

A **Mariano Alexander** gracias por el inmenso apoyo que me has dado, por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, por la paciencia, T.A.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	III
1.-RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	1
2.-INTRODUCCIÓN.....	3
2.1.-SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN EN TEMPORAL.....	3
3.-JUSTIFICACIÓN.....	4
4.-OBJETIVOS GENERALES.....	5
5.-OBJETIVOS ESPECÍFICO	5
6.-METAS	6
7.-REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
7.1.-HIDROLOGÍA.....	6
7.1.1Objetivo de la hidrología	6
7.1.2.-El Ciclo del Agua.....	7
7.2.-CUENCAS.....	9
7.2.1.-Cuencas hidrológicas	10
7.2.2.-Evaporación y transpiración.....	10
7.3.-LA PRECIPITACIÓN	10
7.3.1.-Tipos de precipitación.....	10
7.3.2.-Precipitación en Zonas Áridas y Semiáridas.....	11
7.4.-ESCURRIMIENTOS.....	11
7.4.-Tipos de corrientes.....	11
7.5.-PRESAS	11
7.5.1.-SECCIÓN TÍPICA DE LAS PRESAS.....	12
7.5.2.-CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUNCIÓN.....	13
7.5.3.-SEGÚN COMO PERMITAN EL PASO DEL AGUA.....	14
7.5.3.1Las presas con sección	14
7.5.3.2.-Las presas con sección mixta	14
7.5.3.3.-Las presas vertedoras o hidroaliviadoras	14
7.5.4.-SEGÚN LA RELACIÓN DE ESBELTEZ.....	15
7.5.5.-SEGÚN LA RELACIÓN DE ESBELTEZ LAS PRESAS PUEDEN SER DE TRES TIPOS:.....	15

7.5.5.1.-Presas flexible $\beta \geq 1.0$:	15
7.5.5.2.-Presas de concreto gravedad $0.6 \leq \beta < 1.0$:	15
7.5.5.3.-Presas de arco gravedad $0.3 \leq \beta < 0.6$:	16
7.5.6.-SEGÚN LA ALTURA DE PRESIÓN CREADA POR LA PRESA	16
7.5.6.1.-Presa altas:	16
7.5.6.2.-Presas intermedias	16
7.5.6.3.-Presas bajas:	16
7.5.7.-SEGÚN LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN	16
7.5.7.1.-Las presas rígidas	16
7.5.7.2.-Las presas flexibles	17
7.5.8.-SEGÚN EL TIPO DE FUNDACIÓN	17
7.5.8.1.-Las fundaciones rocosas	17
7.5.8.2.-Las fundaciones norocosas	17
7.5.9.-PARA REALIZAR EL DISEÑO DE UNA PRESA SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:	17
7.5.10.-CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA UBICACIÓN DE LA PRESA	18
7.5.10.1.-Consideraciones topográficas	18
7.5.10.2.-Consideraciones geológicas	18
7.5.10.3.-Consideraciones hidrológicas	18
7.5.10.4.-Consideraciones hidráulicas	19
7.5.10.5.-Consideraciones estructurales	19
7.5.10.6.-Consideraciones generales	19
7.6.-OBRAS DE EXCEDENCIA	19
7.6.1.-Clasificación de las obras de excedencias	19
7.6.1.1.-Los lavaderos:	19
7.6.1.2.-Vertedores con canales laterales	20
7.6.1.3.-En los vertedores de cresta de caída recta, o casi recta,	20
7.6.1.4.-El vertedor con cimacio tipo Creager	20
7.7.-ELECCIÓN DEL TIPO DE OBRA DE EXCEDENCIA	20
7.8.-AVENIDA DE DISEÑO	20
7.9.-LAS PRESAS DE MAMPOSTERÍA	21
7.9.1.-Objetivos	21

7.9.2.-Ventajas	21
7.9.3.-Desventajas	21
7.10.-CONDICIONES PARA ESTABLECER UNA PRESA DE MAMPOSTERÍA.....	21
7.10.1.-Para realizar el diseño de una presa de mampostería se deben considerar los siguientes puntos:	22
7.11.-PRESA DE ALMACENAMIENTO.....	23
7.12.-CONCEPTOS DE UNA PRESA.....	23
7.12.1.-Cortina.	23
7.12.2.-Boquilla,	23
7.12.3.-Sección de la cortina,	23
7.12.4.-Corona:.....	23
7.12.5.-Altura:	23
7.12.6.-Bordo libre:	23
7.12.7.-Taludes exteriores:.....	23
7.12.8.-FETCH.....	24
7.13.-FUERZAS QUE SE EJERCEN SOBRE LA PRESA.....	25
7.14.-REQUISITOS DE ESTABILIDAD DEL MURO.....	25
7.15.-VASO DE LA PRESA.....	25
7.16.-OBRAS DE TOMA.....	25
7.16.1.-Consideraciones necesarias	25
7.16.2.-Función de la obra de toma:.....	25
7.16.4-CLASIFICACION.....	26
7.17.-VERTEDOR DE DEMASÍAS.....	26
7.18.-ESTUDIO DE AVENIDAS.....	27
7.19.-MÉTODOS PARA CALCULAR EL GASTO DE LA AVENIDA MÁXIMA PROBABLE.	28
.....	28
7.19.1.-MÉTODO DIRECTO.....	28
7.19.1.1.-Método de secciones y pendientes.....	28
7.19.2.-MÉTODO INDIRECTO.....	28
7.19.2.1.-Curva envolvente:	28
1.19.2.2.-Fórmula racional.....	28
7.20.-LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	29
7.21.-RIEGO.....	29

7.21.1.-Riego por inundación	29
7.21.2.-Riego por surcos	30
7.21.3.-Riego por aspersión.....	30
7.22.-MÉTODOS DE RIEGO.....	31
7.22.1.-Riego por goteo:	31
7.22.1.1.-Ventajas del sistema.....	32
7.22.1.2.-Ventajas	32
7.22.1.3.-Desventajas	33
7.22.1.4.-Eficiencia en el uso del agua	33
7.22.2.-Topografía y Suelo	34
7.22.3.-Producción y calidad del producto.....	34
7.22.4.-Condiciones Agronómicas.....	35
7.22.4.-Desventajas del sistema	35
7.22.4.1.-Taponamiento de emisores	35
7.22.4.2.-Requerimientos técnicos	35
7.23.-Componente del método de riego por goteo.....	35
7.23.1.-Cabezal de control.....	36
7.23.2.-Tuberías de distribución.....	37
7.23.3.-Emisores	37
7.24.-CULTIVO DE MAÍZ.....	38
7.24.1.-CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	38
7.24.2.-DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	38
7.24.3.-DESARROLLO VEGETATIVO DEL MAÍZ.....	39
7.24.4.-EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	39
7.24.4.1.-Exigencia de clima	39
7.24.4.2.-Pluviometría.....	39
7.25.-LABORES CULTURARES.....	40
7.25.1.-Preparación del terreno.	40
7.25.2.-Siembra.	40
7.25.3.-Fertilización.....	40
7.25.4.-Herbicidas.....	41
7.25.5.-Aclareo	41
7.25.6.-Recolección.....	41

7.25.7.-Conservación.....	42
7.25.8.-Plagas	42
7.25.9.-Enfermedades.	43
7.26.-NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.....	43
7.26.1.-Evapotranspiración.....	44
7.26.2.-Evapotranspiración de referencia	45
7.26.3.-Método del tanque evaporímetro:	45
7.26.4.-Método de Penman-Monteith:	45
7.26.5.-Evapotranspiración potencial	46
7.26.6.-Coeficientes de cultivo.....	47
7.26.7.-Evapotranspiración real.....	47
7.26.8.-Precipitación efectiva	47
7.26.9.-Necesidades de riego de los cultivos	48
7.26.10.-Humedad total aprovechable (HTA)	48
7.26.11.-Fracción del agua del suelo fácilmente disponible (f).....	49
7.26.12.-Humedad fácilmente aprovechable (HFA)	49
7.26.13.-Intervalo de riego (Ir)	49
7.26.14.-Eficiencia de aplicación, lámina neta y lámina bruta.....	50
7.26.15.-Programación del riego	50
7.26.16.-Factores que afectan la evapotranspiración.....	51
7.26.17.-Métodos para medir o estimar la evapotranspiración.....	51
7.26.17.1.-Directos.....	52
7.26.17.2.-Indirectos:	52
7.26.17.3.-Precipitación efectiva.....	52
7.26.18.-Cálculo del Requerimiento (Necesidades) de riego del cultivo (NRC).....	54
7.26.19.-Calendario de riego (Programación de riego)	54
7.26.20.-Procedimiento general para determinar un programa o calendario de riego	55
7.27.-DISEÑO AGRONÓMICO E HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	55
7.27.1.-Lámina de riego	55
7.27.2.-Volumen de agua requerido por la planta.....	56
7.27.3.-Gasto requerido por la planta (qa).....	57
7.27.4.-Número de emisores por planta y gasto de diseño.	57

7.27.5.-Tiempo de riego	57
7.27.6.-Dosis total de riego (Dp)	57
7.27.7.-Intervalo crítico de riego (Irc)	58
7.27.8.-Tiempo de riego (Tr).....	58
7.27.9.-Superficie de riego diaria (Srd)	59
7.27.10.-Número de laterales.....	59
7.27.11.-Número de aspersores.....	60
8.-MATERIALES Y MÉTODOS	60
8.1.- ASPECTOS GENERALES.....	60
8.2.-PROPÓSITO DE LA OBRA.....	60
8.3-LOCALIZACIÓN Y ACCESO.....	60
8.4.-CLIMATOLOGÍA.....	62
8.4.1.-Evaporación.	62
8.4.2.-Vientos.....	62
8.4.3.-Temperaturas.....	62
8.4.4.-Régimen de lluvia.	62
8.5.-CARTOGRAFÍA DE CLIMAS.....	62
8.6.-ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.....	63
8.7.-CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	70
8.7.1.-Vegetación.....	71
8.7.2.-Geología.....	71
8.7.3.-Características del suelo.	71
8.8.-CUENCA HIDROLÓGICA.....	71
8.9.-COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTOS.....	73
8.9.1.-Esgurrimiento medio anual.....	74
8.9.2.-Calculo del volumen anual escurrido.....	75
8.9.3.-Calculo del volumen aprovechable medio anual	75
8.9.4.-Calculo de la avenida máxima.....	75
8.10.-CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	76
8.11.-OBRAS DE EXCEDENCIAS.....	77
8.12.-CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO.....	78
8.12.1.-Tenemos que el área del diagrama de presiones es:	78
8.12.2.-Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática.....	78

8.12.3.-Calculo del Peso del muro (pw) Área:.....	79
8.12.4-Volumen:	79
8.12.5.-Peso del muro.....	79
8.12.6.-Calculo de la fuerza resultante:	79
8.13.-OBRA DE CONDUCCIÓN.....	80
8.13.1.-Ecuación de Hazen-Williams	80
8.13.2.-Diseño de la línea de conducción	81
9.-RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	81
9.1.-DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.....	81
9.2.-COEFICIENTE DE KC.....	82
9.3.-DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO.....	82
9.4.-MÉTODO: BLANEY -CRIDDLE.....	83
9.5.-DISEÑO AGRONÓMICO.....	85
9.5.1.-ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO.....	89
9.5.2.-ATRAQUES DE MAMPOSTERÍA.....	90
9.5.2.1.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO	90
9.5.2.2.-REGISTRO DE ALBAÑIL	91
9.5.2.3.-ENCOFRADO DE GARZA Y TUBERÍA.....	92
9.5.2.3.1.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO	92
9.6.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL EJIDO PRESA DE SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE PARRAS.....	93
10.-CONCLUSIONES.....	96
11.-LITERATURA CITADA	99
12.-APÉNDICE	99

1.-RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

En el municipio de Parras de la Fuente se encuentra la localidad Presa de San Antonio la cual se localiza en las coordenadas de 25°28'16.07" latitud norte y 101°44'32.88" longitud oeste a 1382 msnm, a una distancia de 128 km de Saltillo, capital de Coahuila.

La superficie que se va a beneficiar con el proyecto son 50 hectáreas de agricultura, en beneficio directo de 25 productores. Los solicitantes cuentan con un censo ganadero de 200 cabezas de ganado bovino y 700 cabezas de ganado caprino.

Los productores solicitan apoyo para la construcción de una pequeña presa de mampostería y la adquisición e instalación de una línea de conducción que transportará el agua almacenada de la presa hasta las áreas de cultivo.

La presa se construirá sobre el cauce del arroyo San Miguel para abastecer de agua a los productores de la comunidad en sus tierras de temporal. La ubicación geográfica de la presa es 25°25'43.15" latitud norte y 101°46'44.99" longitud oeste, se localiza y a 1446 m.s.n.m.

El costo total del proyecto es de \$ **3,401,527.04** pesos, de los cuales se solicitara apoyo al uso sustentable de los recursos naturales de producción primaria por \$ **2,891,297.99** pesos. Mientras que la aportación de los beneficiarios será de \$ **510,229.06** pesos.

Una vez construida la pequeña presa de mampostería e instalada la línea de conducción, se logrará un mejor aprovechamiento de los escurrimientos superficiales, los cuales servirán para obtener e incrementar los rendimientos de los cultivos (maíz y sorgo forrajero) con lo cual el ganado contará con una mejor alimentación lo que le permitirá incrementar su peso, y mejorar sus parámetros reproductivos y de sanidad.

Todo esto va a repercutir en una mayor ganancia de peso en los becerros, los cuales pueden ser destetados, con más kilos a menor edad y la venta se puede realizar a mejor precio, con ello los productores incrementan sus ingresos y les permite mejorar las calidad de vida de sus familias.

PALABRAS CLAVE: PRESA DE ALMACENAMIENTO, SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO, CUENCA, LINEA DE CONDUCCION, CULTIVO DE MAIZ, HIDROLOGIA, EVAPOTRANPIRACION, OBRAS DE TOMA,.

2.-INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. Actualmente a nivel mundial la falta de agua es uno de los grandes problemas, que tendrán que resolverse presentando alternativas de solución viables.

A pesar de que el agua cubre dos terceras partes de la superficie de la tierra, el agua dulce disponible es muy pequeña y está repartida de manera muy desigual en el mundo. Actualmente más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable. Entre los factores que influyen sobre la escasez de agua, por un lado se tiene abatimiento de los acuíferos por el uso irracional de ellos y la falta de recarga de los mismos, el crecimiento demográfico, la contaminación y la sequía.

En México, en las zonas áridas y semiáridas, la escasez y errática distribución de la lluvia genera fuertes limitaciones para la producción agrícola y pecuaria y es frecuente la pérdida de grandes superficies de cultivo y cabezas de ganado por sequía. Las lluvias en estas zonas son de carácter torrencial, lo que ocasiona que sólo se aproveche una parte mínima de lluvia y el resto se pierda como escurrimiento superficial.

A nivel mundial una manera de resolver la escasez del agua, es de llevarles este preciado líquido en cisternas, utilizando el sistema de bombeo a grandes distancias, construcción de presas para el abastecimiento del agua.

Las prácticas para la captación y almacenamiento del agua de lluvia a través del aprovechamiento de escurrimientos superficiales y pequeños manantiales, se reducen el riesgo de escasez de agua, ya que esto permite incorporar volúmenes adicionales de agua para un mejor desarrollo agrícola y pecuario

Para transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el lugar deseado se hace necesario la instalación de un sistema de conducción que dirija el curso de las corrientes de agua.

Para un uso eficiente del agua en la agricultura. La irrigación tiene como objetivo principal, reponer el nivel óptimo de humedad ocasionado por la insuficiencia pluvial, lo que hace necesario compensar los requerimientos de agua en los cultivos.

2.1.-SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN EN TEMPORAL.

Los habitantes de las zonas áridas y semiáridas, tiene como actividad el dedicarse a la agricultura de temporal y al pastoreo de ganado caprino, ovino y vacuno. Actualmente los productores de la llamada agricultura de temporal, tiene los rendimientos muy bajos pues su agricultura es muy deficiente en lo que se refiere al aprovechamiento del escurrimiento superficial, por lo cual se hace necesario aplicar nuevas tecnologías, para aprovechar mejor las escasas y erráticas precipitaciones,

motivo por el cual se propone la aplicación del sistema de almacenamiento como son la construcción de una pequeña presa de mampostería.

Muchos de los coahuilenses desconocen que el estado de Coahuila se encuentra geográficamente ubicado dentro del gran Desierto Chihuahuense, delimitado por dos barreras naturales que lo circundan, como son la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental.

Una de las características de todo desierto es la ausencia de las precipitaciones fluviales, por lo que sus recursos hidrológicos son bastantes escasos, ya que tienen una precipitación fluvial de 360 mm anuales. En temporadas normales se observa un período lluvioso en los meses de junio a septiembre, durante los cuales ocurre el 75% de la lluvia media anual con valores máximos en los meses de agosto y septiembre; los meses de transición entre el período húmedo y seco son mayo y octubre; la estación seca corresponde al período de noviembre a abril, presentándose los valores mínimos en febrero y marzo, de ahí la importancia del buen manejo de nuestro recurso natural.

En Coahuila se cuenta con cuatro regiones hidrológicas cuyos nombres son: Bravos-Conchos, Mapimí, Nazas Aguanaval y el Salado (practica con el anexo uno sobre la ubicación geográfica en el estado). Predominan climas secos y muy secos, los escurrimientos superficiales, muy limitados en su mayor parte, son intermitentes. Por la consecuente condición de escasas lluvias los acuíferos se recargan muy lentamente, lo que restringe el uso potencial para la agricultura, la ganadería y el doméstico; sin embargo se cuenta con abundantes afloramientos de calizas potencialmente formadoras de acuíferos.

Coahuila es una entidad seca, sus niveles de precipitación no alcanzan ni siquiera la media nacional. Aquí se depende básicamente del agua subterránea en más de un 90%, 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.

3.-JUSTIFICACIÓN

El estudio tiene como meta el desarrollo integral de las zonas áridas porque posee 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 los recursos que ahí se localizan, han hecho que se desarrollen una compleja estructura productiva, de gran importancia por su magnitud y peso en la economía nacional. El grado de desarrollo alcanzado por la mayor parte de las entidades federativas localizadas en el territorio árido situado a esta en una posición de ventaja frente a muchos 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 obliga a la población rural a realizar enormes esfuerzos a cambios de mínimas remuneraciones con su limitada infraestructuras y uso de los recursos naturales. La promoción del desarrollo en las áreas rurales de las zonas áridas deberá 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.

En la construcción de la presa derivadora de mampostería en las zonas áridas y semiáridas del futuro se reducirán los índices de siniestralidad por sequía. Contribuirá al incremento de la productividad y la producción así como también fomentará la base para la autonomía económica y crecimiento sostenido de los productores.

4.-OBJETIVOS GENERALES.

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 crecientes demandas de la población y también para fomentar acciones que eviten el deterioro y degradación del suelo.

5.-OBJETIVOS ESPECÍFICO

Construir y optimizar la infraestructura hidrotécnica para mejorar e incrementar la actividad agrícola y pecuaria.

Aprovechar los escurrimientos superficiales del agua en las actividades agrícolas.

Asegurar y aumentar el rendimiento en el cultivo de maíz y especies forrajeras.

Lograr que a través de la construcción de una pequeña presa de mampostería y la instalación de una línea de conducción, los escurrimientos superficiales almacenados puedan llegar a las áreas agrícolas y así poder pasar de una agricultura de temporal a riego.

6.-METAS

Se beneficiara a una superficie de 50 ha de tierra para uso agrícola, como resultado de la construcción de una pequeña presa de mampostería e instalación de una línea de conducción.

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

7.-REVISIÓN DE LITERATURA.

7.1.-HIDROLOGÍA

La hidrología se ha desarrollado como ciencia en respuesta a la necesidad de comprender el complejo sistema hídrico de la Tierra y ayudar a solucionar los problemas de agua.

La **Hidrología** (del griego *hydor*, agua) es la disciplina científica dedicada al estudio de las aguas de la Tierra, incluyendo su presencia, distribución y circulación a través del **ciclo hidrológico**, y las interacciones con los seres vivos. También trata de las propiedades químicas y físicas del agua en todas sus fases.

7.1.1 Objetivo de la hidrología

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente. Ya que la hidrología se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, y particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan ahí esto es, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo.

La investigación hidrológica es importante para el desarrollo, gestión y control de los recursos de agua. Sus aplicaciones son muchas, incluyendo el desarrollo de sistemas de irrigación, control de inundaciones y erosión de suelos, eliminación y tratamiento de aguas usadas, disminución de la contaminación, uso recreativo del agua, la conservación de los peces y vida silvestre, la generación hidráulica, y el diseño de estructuras hidráulicas.

Las personas interfieren el *ciclo del agua* para sus propias necesidades. El agua es desviada temporalmente de una parte del ciclo, ya sea extrayéndola del suelo o tomándola de un río o lago. Esa agua es usada para diversas actividades en el hogar, los negocios y en las industrias; para el transporte de los desechos a través de las cloacas; para la irrigación de fincas y plazas; y para la producción de energía eléctrica.

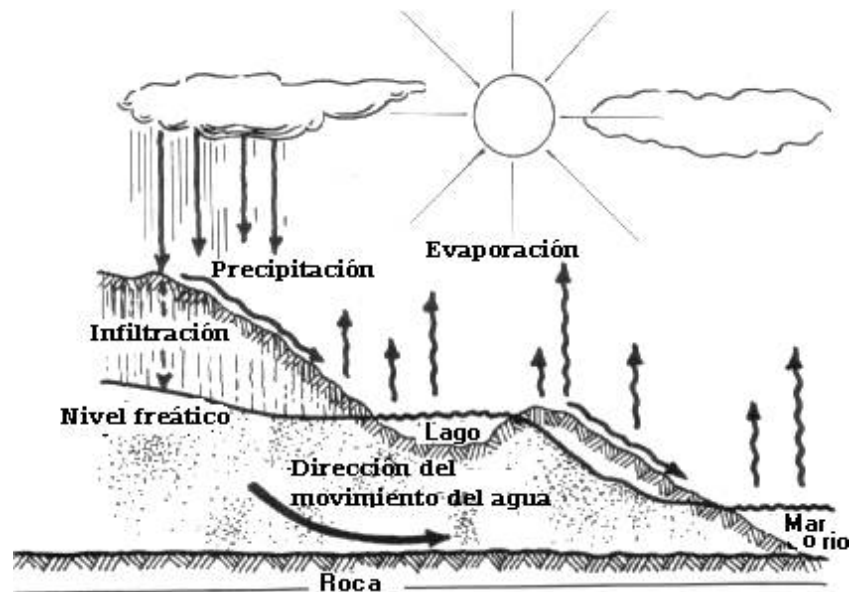
Luego de ser usada, el agua es regresada a otra parte del ciclo: descargada, quizás, aguas abajo o dejada a que se infiltre en el suelo. Normalmente, el agua usada es de

menor calidad, incluso luego de ser tratada, lo cual ocasiona problemas a los usuarios aguas abajo.

7.1.2.-El Ciclo del Agua

Se puede considerar que la cantidad total de agua que existe en la Tierra, en sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa, se ha mantenido constante desde la aparición de la Humanidad. El agua de la Tierra que constituye la **hidrósfera** se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera, entre los cuales existe una circulación continúa el **ciclo del agua** o **ciclo hidrológico**. El movimiento del agua en el ciclo hidrológico es mantenido por la energía radiante del sol y por la fuerza de la gravedad.

El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la **evaporación** directa, a la **transpiración** por las plantas y animales y por **sublimación** (paso directo del agua sólida a vapor de agua).



La cantidad de agua movida, dentro del ciclo hidrológico, por el fenómeno de sublimación es insignificante en relación a las cantidades movidas por evaporación y por transpiración, cuyo proceso conjunto se denomina **evapotranspiración**.

El vapor de agua es transportado por la circulación atmosférica y se condensa luego de haber recorrido distancias que pueden sobrepasar 1,000 km. El agua condensada da lugar a la formación de nieblas y nubes y, posteriormente, a precipitación.

La precipitación puede ocurrir en la fase líquida (*lluvia*) o en la fase sólida (*nieve* o *granizo*). El agua precipitada en la fase sólida se presenta con una estructura

crystalina, en el caso de la nieve, y con estructura granular, regular en capas, en el caso del granizo.

La precipitación incluye también el agua que pasa de la atmósfera, a la superficie terrestre por condensación del vapor de agua (**rocío**) o por congelación del vapor (**helada**) y por intercepción de las gotas de agua de las nieblas (nubes que tocan el suelo o el mar).

El agua que precipita en tierra puede tener varios destinos. Una parte es devuelta directamente a la atmósfera por evaporación; otra parte escurre por la superficie del terreno, escorrentía superficial, que se concentra en surcos y va a originar las líneas de agua. El agua restante se infiltra, esto es penetra en el interior del suelo; esta agua infiltrada puede volver a la atmósfera por evapotranspiración o profundizarse hasta alcanzar las capas freáticas.

Tanto el escurrimiento superficial como el subterráneo van a alimentar los cursos de agua que desaguan en lagos y en océanos.

La escorrentía superficial se presenta siempre que hay precipitación y termina poco después de haber terminado la precipitación. Por otro lado, el escurrimiento subterráneo, especialmente cuando se da a través de medios porosos, ocurre con gran lentitud y sigue alimentando los cursos de agua mucho después de haber terminado la precipitación que le dio origen.

Así, los cursos de agua alimentados por capas freáticas presentan unos caudales más regulares.

El agua que precipita sobre los suelos va a repartirse, a su vez, en tres grupos: una que es devuelta a la atmósfera por evapotranspiración y dos que producen escurrimiento superficial y subterráneo. Esta división está condicionada por varios factores, unos de orden climático y otros dependientes de las características físicas del lugar donde ocurre la precipitación.

Así, la precipitación, al encontrar una zona impermeable, origina escurrimiento superficial y la evaporación directa del agua que se acumula y queda en la superficie. Si ocurre en un suelo permeable, poco espeso y localizado sobre una formación geológica impermeable, se produce entonces escurrimiento superficial, evaporación del agua que permanece en la superficie y aún evapotranspiración del agua que fue retenida por la cubierta vegetal. En ambos casos, no hay escurrimiento subterráneo; este ocurre en el caso de una formación geológica subyacente permeable y espesa.

La energía solar es la fuente de energía térmica necesaria para el paso del agua desde las fases líquida y sólida a la fase de vapor, y también es el origen de las circulaciones atmosféricas que transportan el vapor de agua y mueven las nubes.

La fuerza de gravedad da lugar a la precipitación y al escurrimiento. El ciclo hidrológico es un agente modelador de la corteza terrestre debido a la erosión y al transporte y deposición de sedimentos por vía hidráulica. Condiciona la cobertura vegetal y, de una forma más general, la vida en la Tierra.

El ciclo hidrológico puede ser visto, en una escala planetaria, como un gigantesco sistema de destilación, extendido por todo el Planeta. El calentamiento de las regiones tropicales debido a la radiación solar provoca la evaporación continua del agua de los océanos, la cual es transportada bajo forma de vapor de agua por la circulación general de la atmósfera, a otras regiones. Durante la transferencia, parte del vapor de agua se condensa debido al enfriamiento y forma nubes que originan la precipitación. El regreso a las regiones de origen resulta de la acción combinada del escurrimiento proveniente de los ríos y de las corrientes marinas.

7.2.-CUENCAS

Se entiende por cuenca a aquella depresión o forma geográfica que hace que el territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar. Las cuencas hidrográficas son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas o del deshielo, descienda por la depresión hasta llegar al mar. En algunos casos, la cuenca puede no alcanzar el nivel del mar si se trata de un valle encerrado por montañas, en cuyo caso la formación acuífera será una laguna o lago.

Las cuencas hidrográficas pueden ser divididas en dos tipos principales:

Las cuencas endorreicas, aquellas que no llegan al mar, que tienen como resultado la formación de sistemas de agua estancada (como lagos o lagunas).

Las cuencas exorreicas, aquellas que sí llegan al mar y que por lo tanto no quedan encerradas entre los diferentes conjuntos de montañas.

Las cuencas, tanto sean endorreicas o exorreicas pueden generar un gran número de afluentes que caen todos en el curso de agua principal, ya sea mar, océano, lago o laguna. Al mismo tiempo, a medida que esos afluentes se acercan a su destino final van perdiendo la intensidad original que tenían al comenzar su curso de descenso.

Las cuencas hidrográficas son de gran importancia para el medio ambiente así como también para el ser humano. En este sentido, actúan como importantes reservorios de agua que pueden ser aprovechadas no sólo por el ser humano para su consumo personal, diferentes actividades económicas como la agricultura o la navegación, sino también para el consumo de los animales y plantas y por tanto el desarrollo de sistemas bióticos completos y duraderos.

7.2.1.-Cuencas hidrológicas: Este tipo de presa varía con la 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.

7.2.2.-Evaporación y transpiración

Desde el punto de vista de la ingeniería hidráulica es importante conocer, por un lado, la cantidad de agua que se pierde por evaporación en grandes depósitos, como presas, lagos o en sistemas de conducción, y, por otra la cantidad de agua con que es necesario dotar a los distritos de riego, para determinar las fuentes y dimensiones de los sistemas de abastecimiento.

Evaporación es el proceso por el cual el agua pasa en estado líquido en que se encuentra en los almacenamientos, conducciones y en el suelo, en las capas cercanas a su superficie, ha estado gaseoso y se transfiere a la atmosfera.

Transpiración es el agua que se pierde en forma de vapor de las hojas en las plantas. Esta agua es tomada por las plantas naturalmente del suelo.

Evapotranspiración es la combinación de vapor y transpiración.

Uso consuntivo es la combinación de evapotranspiración y el agua que las plantas retienen para su nutrición. Esta última cantidad es pequeña en comparación con la evapotranspiración (aproximadamente representa solo el 1%), por lo que los términos evapotranspiración y uso consuntivo se usan como sinónimos.

7.3.-LA PRECIPITACIÓN

Se entiende por precipitación la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos en hidrología.

7.3.1.-Tipos de precipitación

En general, las nubes se forman por el enfriamiento del aire por debajo de su punto de saturación. Este enfriamiento puede tener lugar por varios procesos que conducen al ascenso adiabático con el consiguiente descenso de presión y descenso de temperatura. La intensidad y cantidad de precipitación dependerán del contenido de humedad del aire y de la velocidad vertical del mismo. De estos procesos se derivan los diferentes tipos de precipitación:

1.-Precipitación ciclónica. Es la que está asociada al paso de una perturbación ciclónica. Se presentan dos casos: frontal y no frontal.

2. Precipitación convectiva. Tiene su origen en la inestabilidad de una masa de aire más caliente que las circundantes. La masa de aire caliente asciende, se enfría, se condensa y se forma la nubosidad de tipo cauliforme, origen de las precipitaciones en forma de chubascos o tormentas. El ascenso de la masa de aire se debe, generalmente, a un mayor calentamiento en superficie

3. Precipitación orográfica. Es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzado por una barrera montañosa.

7.3.2.-Precipitación en Zonas Áridas y Semiáridas.

La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual a los 400 mm. 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 de seca.

7.4.-ESCURRIMIENTOS

García (1995), 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 van a parar a los ríos, constituyendo su caudal, 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 de infiltración tienden a mantener la constancia del caudal

7.4.-Tipos de corrientes

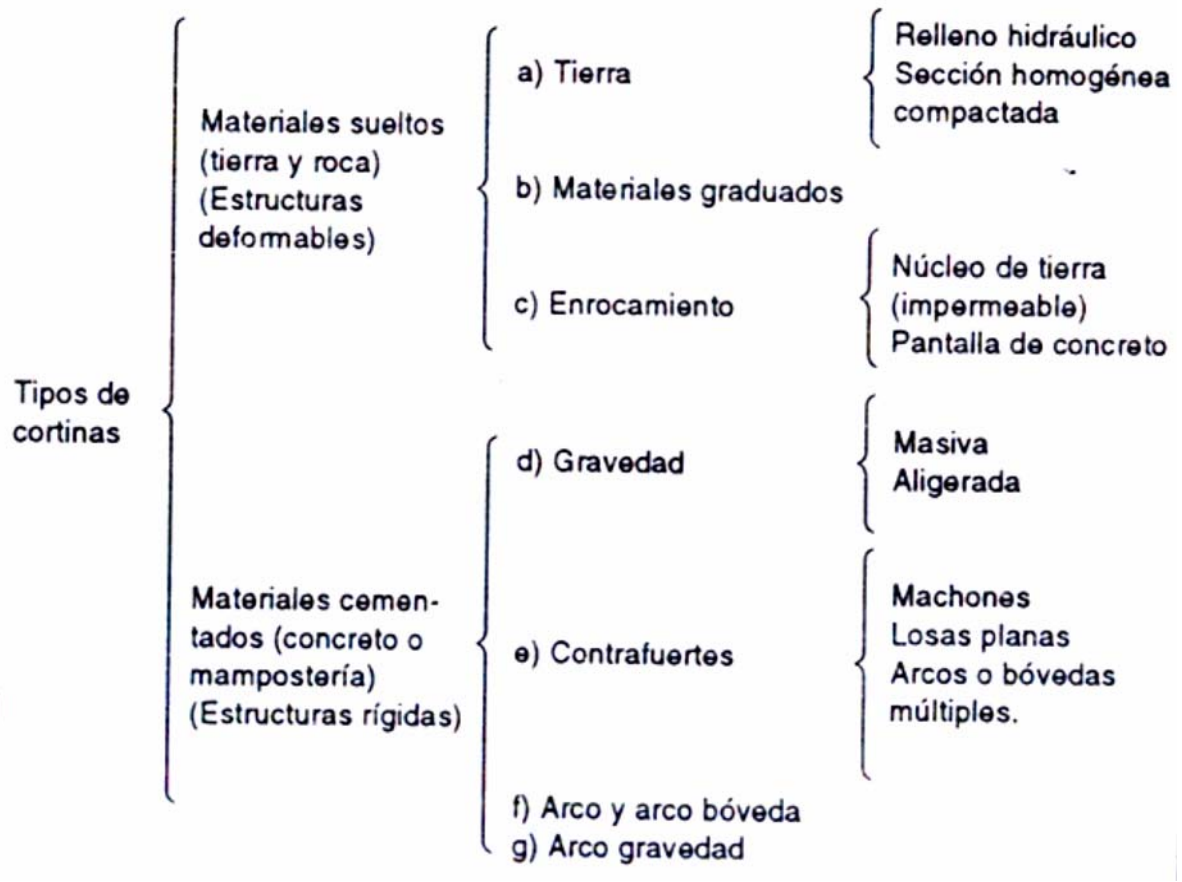
Efímera: Es aquella que sólo lleva agua cuando llueve.

Intermitente: Lleva agua la mayor parte del tiempo pero principalmente en épocas de lluvias; su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.

Perenne: Contiene agua todo el tiempo, ya que el nivel freático permanece por arriba del fondo del cauce.

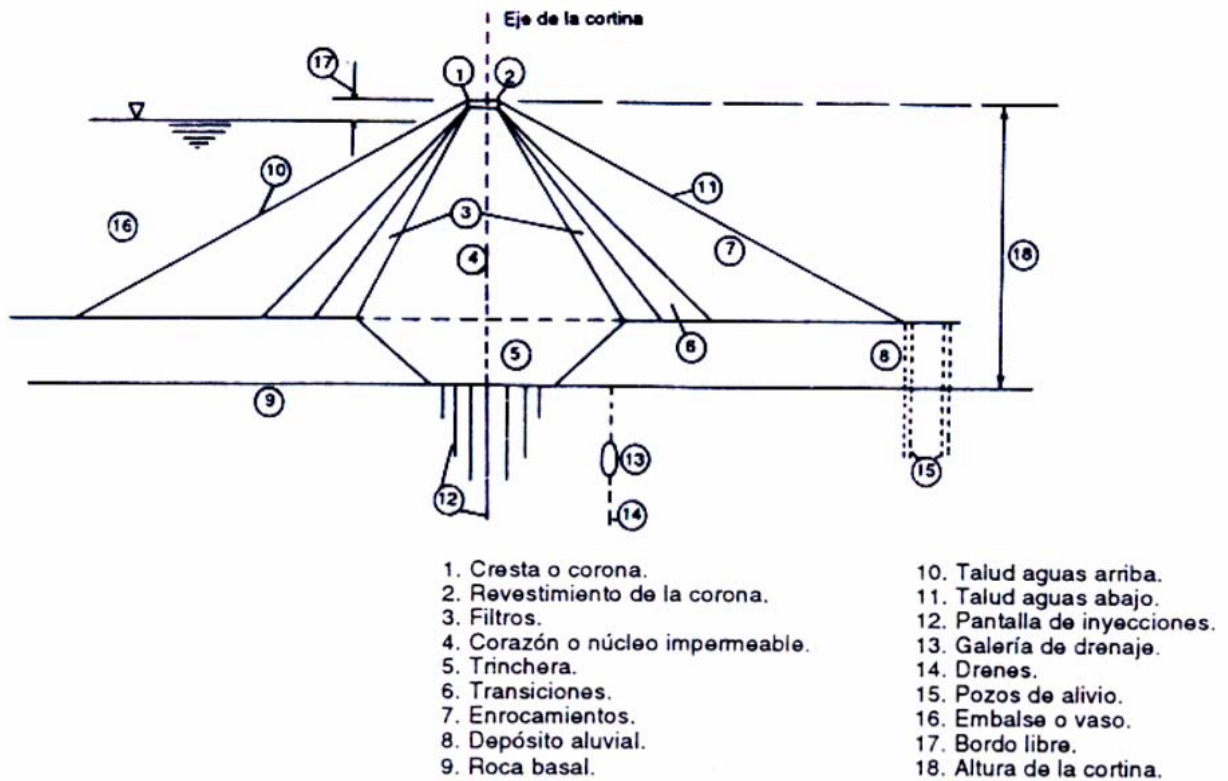
7.5.-PRESAS

Existen varias clasificaciones de las presas, sin embargo la más común de acuerdo a sus materiales de construcción y a su concepción estructura que es la que se cita a continuación:



7.5.1.-SECCIÓN TÍPICA DE LAS PRESAS

A continuación se presenta la sección de una presa típica, así como su planta.



Las presas son estructuras hidráulicas de contención que permiten conseguir niveles de inundación previstos y el embalsamiento de las aguas.

7.5.2.-CLASIFICACIÓN SEGÚN LA FUNCIÓN

Presas de embalse

Presas de derivación

Estos dos tipos de presas sirven para elevar el nivel del agua y hacer posible su derivación.

Las presas de embalse: tienen principalmente el objeto de almacenar agua para regular el caudal de un río. Usualmente no están construidas para permitir el vertimiento de las aguas por encima sino que tienen aliviaderos laterales que sirven para descargar el agua excedente. Esta disposición separada de presa y vertedero se usa usualmente en el caso de que la presa esté construida por materiales sueltos. Las presas rígidas facilitan combinar en una sola estructura la sección sorda y la sección vertedora, lo cual resulta más económico.

Las presas de derivación: se disponen preferentemente para elevar el nivel del agua contribuyendo a incrementar la carga; el almacenamiento de agua es un objetivo secundario.

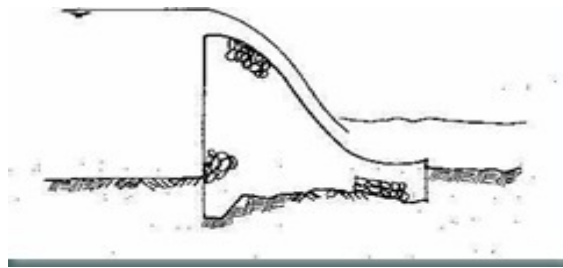


Figura 1. Presa baja derivadora. Vega R. O. Arreguín C., F. I. 1987.

7.5.3.-SEGÚN COMO PERMITAN EL PASO DEL AGUA

Presas de sección sorda

Presas de sección vertedora

Presas de sección mixta

7.5.3.1 Las presas con sección sorda no permiten el vertimiento de agua por encima de su estructura. En este caso, el agua se conduce al nivel inferior mediante estructuras de conducción o aliviaderos anexos a la presa.

7.5.3.2.-Las presas con sección mixta se construyen de forma que parte de la presa permite el vertimiento del agua y parte no.

7.5.3.3.-Las presas vertedoras o hidroaliviadoras permiten el paso del agua a través de orificios superficiales alojados en su cuerpo. Las presas de concreto se construyen hidroaliviadoras y solo se deja una parte sorda en contacto con las orillas. Presas en concreto con sección sorda se hacen muy pocas

Las presas vertedoras pueden ser móviles o fijas. En las presas vertedoras móviles la descarga de agua puede regularse con compuertas que guarden los orificios (superficiales o profundos). El nivel del agua puede mantenerse constante en este caso gracias a la operación de las compuertas. En estas presas el nivel normal del agua puede colocarse al nivel superior de la compuerta. Las presas vertedoras fijas (sin compuertas) no permiten la regulación de la lámina de agua. La cresta vertedora se coloca al NNE. Durante crecientes, el nivel del agua en el embalse varía desde el nivel forzado hasta el nivel normal. En épocas normales, varía entre el NNE y el NMOE y en casos extremos hasta el NME.



Figura 2. Esquema típicos de presas a) Vertedera móvil, b) vertedera fija y c) presa sorda. Novak, P., Moffat, A.I.B., Nalluri, C. y Narayanan, R. 1990.

7.5.4.-SEGÚN LA RELACIÓN DE ESBELTEZ

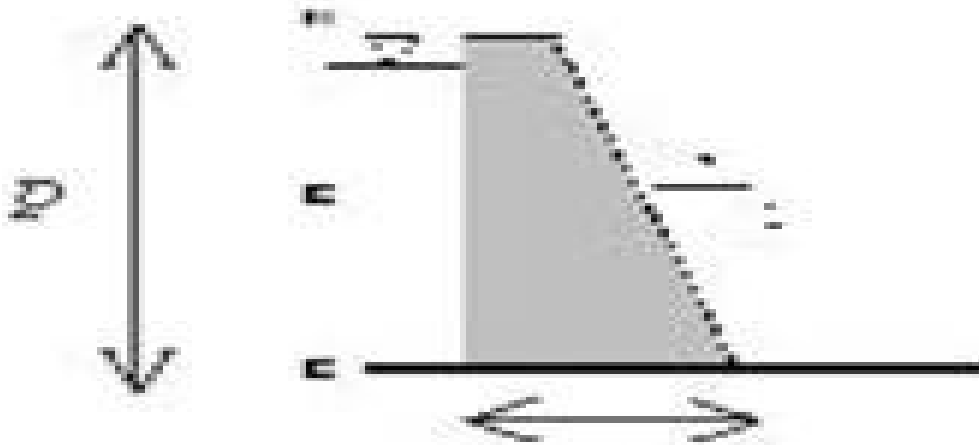


Figura 3. Relación de esbeltez.

$\beta = B/P$ B= ancho de la base de la presa P= altura de la presa

7.5.5.-SEGÚN LA RELACIÓN DE ESBELTEZ LAS PRESAS PUEDEN SER DE TRES TIPOS:

Presas flexible $\beta \geq 1.0$

Presas de concreto gravedad $0.6 \leq \beta < 1.0$

Presas de arco gravedad $0.3 \leq \beta < 0.6$

7.5.5.1.-Presas flexible $\beta \geq 1.0$: La presa está formada por un corazón impermeable amplio y asimétrico con respaldos de material permeable y una capa de roca en el lado de aguas arriba para protección contra el oleaje, en gran parte de la longitud de la presa se construyó un dentellón de concreto simple para ligar el núcleo impermeable con lutitas o areniscas. Las ataguías de las obras de desviación quedaron vinculadas también a la presa. Un aspecto importante de la construcción fue la cimentación en la que encontraron distintos aspectos geológicos que se resolvieron de acuerdo con las necesidades de cada tramo.

7.5.5.2.-Presas de concreto gravedad $0.6 \leq \beta < 1.0$: Son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Están ampliamente difundidas en todo el mundo gracias a la sencillez de su esquema constructivo y métodos de ejecución, a la seguridad para cualquier altura de presa y para diferentes condiciones naturales de su emplazamiento La relación de esbeltez para los primeros trabajos de este tipo, realizados en Egipto, fue de 4:1. Los romanos mejoraron esta relación a 3:1 pero en la actualidad son comunes relaciones menores que 1.

7.5.5.3.-Presas de arco gravedad $0.3 \leq \beta < 0.6$: Algunas presas de gravedad son ligeramente curvas en planta por razones estéticas o de otro tipo, sin confiar en la acción del arco para su estabilidad. Cuando se introduce deliberadamente un pequeño grado de acción de arco en el diseño, permitiendo un perfil mucho más delgado, debe emplearse el término de arco-gravedad que da origen a este tipo de presa.

7.5.6.-SEGÚN LA ALTURA DE PRESIÓN CREADA POR LA PRESA

7.5.6.1.-Presas altas: Las presas se pueden considerar altas si sobrepasan los 75 m de altura. La seguridad requerida por la presa adquiere más importancia a medida que aumenta su altura.

7.5.6.2.-Presas intermedias: La presión actuante sobre las estructuras es media. Las presas tienen una altura comprendida entre 25 m y 75 m.

7.5.6.3.-Presas bajas: Presas menores de 25 m pueden clasificarse como bajas. Una presa derivadora puede tener alrededor de tres metros de altura. El daño por la falla de una presa baja puede limitarse a la destrucción de la presa misma

7.5.7.-SEGÚN LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Las presas pueden ser de concreto simple, concreto ciclópeo, concreto reforzado, materiales sueltos compactados, gaviones, madera, materiales plásticos para modelaje hidráulico.

Según la forma de trabajo estructural

- Presas rígidas
- Presas flexibles

7.5.7.1.-Las presas rígidas son básicamente construidas en concreto. Pueden ser: a) masivas o actuando por gravedad, b) de contrafuertes o presas de gravedad aligeradas, c) de arco o que transmiten las fuerzas lateralmente al cañón rocoso.



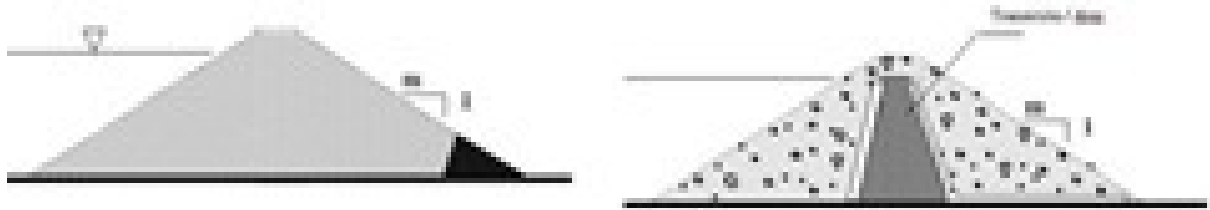
a) Presas de gravedad b) Presas de contrafuertes



c) Presas en arco d) Presas de gravedad aligeradas

Figura 4. Ejemplos de presas rígidas. Novak, P., Moffat, A.I.B., Nalluri, C. y Narayanan, R. 1990.

7.5.7.2.-Las presas flexibles son rellenos de suelos y/o enrocado. Su sección transversal es un trapecio con tendido de los taludes del terraplén de acuerdo a las condiciones de estabilidad del material que lo conforma.



a) b)

Figura 5. Esquemas de presas flexibles. a) Presa homogénea con dren de pata. b) Presa de enrocado con núcleo impermeable. Novak, P., Moffat, A.I.B., Nalluri, C. y Narayanan, R. 1990.

7.5.8.-SEGÚN EL TIPO DE FUNDACIÓN

7.5.8.1.-Las fundaciones rocosas permiten la construcción de presas con casi cualquier altura de presión.

7.5.8.2.-Las fundaciones norocosas permiten construir solamente estructuras con altura de carga media y baja (< 30 m), con excepción de las presas de suelos cuya altura puede exceder los 100 m.

El tipo de fundación tiene una importancia excepcional para la seguridad de las estructuras hidráulicas.

7.5.9.-PARA REALIZAR EL DISEÑO DE UNA PRESA SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- Determinar el sitio más adecuado para la construcción de la presa.
- Determinar la pendiente del cauce en el sitio seleccionado.
- Obtener en campo la sección transversal de la cárcava o del cauce en el sitio donde se desea construir la presa.
- Calcular los gastos de diseño utilizando el método simplificado de las huellas máximas.
- Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la sección transversal levantada a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.

- Diseñar el vertedor a fin de satisfacer la capacidad de descarga del escurrimiento máximo.
- Realizar el cálculo estructural de la presa, que constituye el análisis de cada fuerza que actúa sobre el muro y determina la estabilidad de la obra.
- Considerar el diseño de un colchón hidráulico, a fin de evitar que la fuerza de la caída del agua desalojada a través del vertedor, origine la socavación del lecho aguas abajo y el deterioro de las paredes laterales, que pongan en peligro la estabilidad de la estructura.
- Considerar los empotramientos mínimos requeridos en ambos márgenes de la cárcava, con el fin de evitar filtraciones que debiliten la seguridad de la obra.
- Determinar los volúmenes de excavación y de obra que la construcción demande, de acuerdo con la dureza del suelo y las condiciones físicas del lecho del cauce o de la cárcava.

7.5.10.-CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA UBICACIÓN DE LA PRESA

7.5.10.1.-Consideraciones topográficas La presa debe tener la menor longitud posible, lo cual se logra ubicándola en cañones estrechos. En este caso la presa resultante suele ser de mayor altura para lograr el embalsamiento necesario que si se ubica en valles amplios. Cañones estrechos también dificultan la desviación del cauce para la construcción de las obras resultando que las ataguías y conducciones son más costosas y difíciles de construir. Es conveniente ubicar la toma de agua en la parte externa de la curva del cauce en caso de que la presa se sitúe en un tramo curvilíneo. Un valle amplio permite la construcción de las obras en etapas. Si existe un rápido en el cauce, resulta mejor localizar la presa aguas arriba de él, en zonas de más bajas pendientes. En cauces navegables, la presa debe tener la longitud suficiente para ubicar el vertedero, las esclusas de navegación, y las escalas para peces.

7.5.10.2.-Consideraciones geológicas La ubicación de la presa se fija por la necesidad de aprovechar una buena cimentación o estribación. Así mismo, se requiere estabilidad de las laderas del embalse creado.

7.5.10.3.-Consideraciones hidrológicas La disposición rectilínea de la presa se usa cuando con ella se logra suficiente longitud del vertedero pues da menor longitud y menores costos. En caso contrario se puede pensar en alineamientos curvos, tipo abanico, que permiten tener longitudes del frente vertedero mayores y así poder disminuir la carga de agua sobre la estructura y disminuir altura total de presa.

Es conveniente usar la disposición rectilínea, en el caso de presas bajas localizadas en ríos de aguas limpias, en que no se tema por sedimentos que produzcan islotes de forma que en épocas de estiaje no se logre la derivación del agua.

7.5.10.4.-Consideraciones hidráulicas El sitio escogido debe facilitar la desviación del cauce durante la construcción de las obras y la derivación del río durante la operación del proyecto. Si el cauce es navegable, la presa debe tener la longitud suficiente de forma que se pueda ubicar el vertedero y las esclusas.

7.5.10.5.-Consideraciones estructurales La disposición curva de la presa aumenta la distribución de los esfuerzos hacia los estribos pero resulta más difícil constructivamente.

7.5.10.6.-Consideraciones generales Se busca ubicar la presa próxima al sitio de suministro. Esto no siempre es conveniente. Por ejemplo: la altura de carga sobre las turbinas puede mermar a medida que se acerca la presa a la casa de máquinas. Para compensar esto, tocaría aumentar la altura de la presa. Cuando la solución no es obvia, se requiere hacer la comparación técnica y económica considerando aspectos tales como la altura de la presa, la longitud, tipo y dimensiones de la conducción, pérdidas de carga y altura de presión disponible.

7.6.-OBRAS DE EXCEDENCIA

Las obras de excedencia o vertedores de demasías son estructuras que tienen como objeto, proteger al sistema de almacenamiento, permitiendo el paso encausado de los volúmenes de agua excedentes a la capacidad normal del vaso de almacenamiento y su descarga en el arroyo, aguas abajo del bordo. En el caso de presas derivadoras, por el vertedor, pasan las aguas excedentes que no serán aprovechadas. Mientras que en una presa de almacenamiento se trata de evitar desfoces y por lo tanto el uso de vertedores. En el caso de las presas derivadoras, el funcionamiento de la obra de excedencias será más frecuente y, en algunos casos, permanente.

7.6.1.-Clasificación de las obras de excedencias

Generalmente los vertedores se clasifican de acuerdo con su rasgo más prominente como pueden ser la forma de la cresta, la forma como desfoca la corriente o alguna otra característica. Sin embargo, considerando únicamente la cresta vertedora, a continuación se da la clasificación de vertedores más usual en presas de almacenamiento:

1. Vertedores de cresta de caída recta.
2. Vertedores con cimacio tipo Creager

Los cuales pueden ser a) Económico o lavadero b) Descarga directa c) Canal lateral d) Abanico

7.6.1.1.-Los lavaderos: Son estructuras que constan de un canal de acceso, sección de control, o cresta vertedora y su 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.

7.6.1.2.-Vertedores con canales laterales. Son aquellos en los que el vertedor de control se coloca a lo largo del costado, y aproximadamente, paralelo a la porción superior del canal de descarga del vertedor.

7.6.1.3.-En los vertedores de cresta de caída recta, o casi recta, debe procurarse, en el lado inferior de la lámina de agua, ventilar lo suficiente para evitar vibraciones en el cuerpo de la cortina. También deberá evitarse la socavación en la descarga del vertedor a través de un estanque amortiguador acondicionado, preferentemente, con bloques de impacto.

7.6.1.4.-El vertedor con cimacio tipo Creager es el más recomendado en cortinas de mampostería o concreto, donde la longitud del vertedor puede quedar alojado en el cuerpo de la estructura. Los cimacios tipo Creager se recomiendan su uso, respecto a vertedores de pared gruesa, ya que eliminan la turbulencia por carecer de aristas. Este tipo también es recomendado en cortinas de tierra donde el vertedor puede situarse en uno de los extremos de la boquilla.

7.7.-ELECCIÓN DEL TIPO DE OBRA DE EXCEDENCIA

Los factores más importantes para la elección del tipo de obra de excedencias, dependerán de las condiciones topográficas y geológicas de la zona donde se alojará la obra de excedencias o vertedor de demasías; y del carácter del régimen de la corriente aprovechada; de la importancia de la obra, de los cultivos o construcciones localizadas aguas abajo; de los materiales; y del presupuesto disponible.

Se evitará que las presas de materiales graduados o tierra sirvan de apoyo para la obra de excedencias, por lo que se buscará una de las laderas de la boquilla o, de preferencia, algún puerto apropiado. Solamente se aceptará que el vertedor esté apoyado en la cortina cuando se trate de presas de concreto y de mampostería.

7.8.-AVENIDA DE DISEÑO

La obra de excedencias deberá diseñarse para el gasto máximo de descarga, y a la avenida que se utilice se le llamará “avenida de proyecto”. En la mayor parte de los casos, especialmente para las estructuras que tienen un gran volumen de almacenamiento, la avenida de proyecto es la máxima avenida probable, es decir, la mayor avenida que puede esperarse razonablemente en una corriente y punto determinado que se elija.

La avenida de diseño tiene implicaciones técnicas, económicas y sociales; del análisis de la combinación más conveniente definirá su magnitud.

7.9.-LAS PRESAS DE MAMPOSTERÍA

Son estructuras permanentes construidas con piedra, arena y cemento, ubicadas de forma transversal a la corriente dentro de un cauce o una cárcava, con el fin de reducir la velocidad del escurrimiento superficial, retener azolves y almacenar agua.

Su uso se recomienda en cárcavas de cualquier tamaño pero con profundidades mayores a 2 metros.

7.9.1.-Objetivos

Reducir la velocidad de los escurrimientos en el cauce o en la cárcava, con lo cual se propicia la sedimentación y retención de azolves y al tratarse de una estructura impermeable también, sirve para el almacenamiento de agua.

7.9.2.-Ventajas

- Es una estructura permanente.
- Presenta una alta durabilidad y eficiencia.
- Reduce la velocidad del escurrimiento.
- Retiene azolve y agua.
- Reduce la pendiente media de la cárcava.
- El agua almacenada puede tener diversos usos para las poblaciones rurales.

7.9.3.-Desventajas

Requiere conocimiento técnico para su diseño.

Alto costo.

Se requieren obras complementarias de control de azolves en cauces tributarios para evitar su rápido azolvamiento y la reducción de su vida útil.

7.10.-CONDICIONES PARA ESTABLECER UNA PRESA DE MAMPOSTERÍA

Las presas de mampostería se deberán construir al final de una serie de estructuras de control de los escurrimientos y azolves, y en un sitio apropiado tratando de maximizar el vaso de almacenamiento y la vida útil de la presa, ya que de lo contrario se corre el riesgo de que se llene de azolve en muy poco tiempo.

Este tipo de presas pueden construirse en aquellas zonas donde pueda obtenerse piedra de buena calidad y apropiada para trabajos de albañilería; durante su construcción, es conveniente utilizar piedras lo más uniformes posibles, de tal

manera que la cantidad de mortero necesario para juntarlas, sea mínimo y permita a su vez un mayor avance de obra por jornada de trabajo.

Para asegurar el éxito de la estructura, hay que darle especial atención a los empotramientos y a la longitud de la base, cuidando que éstos sean lo suficientemente grandes para asegurar la estabilidad de la presa.

También es importante considerar la profundidad del cauce o cárcava ya que a partir de ésta se determina la altura de la presa, el volumen de la obra y su costo. Por lo general, las presas de mampostería se construyen con la finalidad de cubrir la totalidad de la profundidad de la cárcava.

El diseño del vertedor también es de vital importancia, debido a que es la única forma de paso de los escurrimientos a través de la estructura.

7.10.1.-Para realizar el diseño de una presa de mampostería se deben considerar los siguientes puntos:

1. Determinar el sitio más adecuado para la construcción de la presa.
2. Determinar la pendiente del cauce en el sitio seleccionado.
3. Obtener en campo la sección transversal de la cárcava o del cauce en el sitio donde se desea construir la presa.
4. Calcular los gastos de diseño utilizando el método simplificado de las huellas máximas.
5. Estimar el escurrimiento máximo que tiene lugar en la sección transversal levantada, a fin de diseñar la capacidad máxima del vertedor.
6. Diseñar el vertedor a fin de satisfacer la capacidad de descarga del escurrimiento máximo. La proporción del mortero debe ser 3:1 (arena: cemento).
7. Realizar el cálculo estructural de la presa, que constituye el análisis de cada fuerza que actúa sobre el muro y determina la estabilidad de la obra.
8. Considerar el diseño de un colchón hidráulico a fin de evitar que la fuerza de la caída del agua desalojada a través del vertedor origine la socavación del lecho aguas abajo y el deterioro de las paredes laterales que pongan en peligro la estabilidad de la estructura.
9. Considerar los empotramientos mínimos requeridos en ambos márgenes de la cárcava con el fin de evitar filtraciones que debiliten la seguridad de la obra.

10. Determinar los volúmenes de excavación y de obra que la construcción demande, de acuerdo con la dureza del suelo y las condiciones físicas del lecho del cauce o de la cárcava.

7.11.-PRESA DE ALMACENAMIENTO

Las presas son estructuras permanentes construidas con piedra, arena y cemento, ubicadas de forma transversal a la corriente dentro de un cauce o una cárcava, con el fin de reducir la velocidad del escurrimiento superficial, retener azolves y almacenar agua. Su uso se recomienda en cárcavas de cualquier tamaño pero con profundidades mayores a 2 metros.

Además no debe de ignorarse que el comportamiento meteorológico es variable y que la estabilidad de los ríos, producto de la capacidad de escurrimiento del agua meteórica de su cuenca, suelen tener para sus distinta magnitud ciclo tornos mucho mayor que el tiempo de registro.

Por lo que siempre podrá presentarse una avenida fuerte en serie, para que no fuera calculada la presa, sin que este signifique fallas para el proyecto. No así el vertedor, que tiene o debe de tener una base de cálculo para la capacidad mucho más conservadora. Lo importante para la operación, es aproximarse lo más posible a la predicción del volumen anual que capta la presa.

7.12.-CONCEPTOS DE UNA PRESA

7.12.1.-Cortina. Es una estructura que se coloca a través de un lecho de un río, como obstáculo al flujo del mismo, con el objeto de formar un almacenamiento o una derivación. Tal estructura debe satisfacer las condiciones normales de estabilidad y ser relativamente impermeable.

7.12.2.-Boquilla, Es el lugar escogido para construir la cortina.

7.12.3.-Sección de la cortina, es cualquier corte transversal de la presa; pero a menos que se especifique la estación o cadenamiento de dicho corte, es la sección de máxima altura de la cortina.

7.12.4.-Corona: Parte superior de la estructura, generalmente revestida para prevenir el secado del corazón impermeable y proporcionar una vía para el tránsito de vehículos.

7.12.5.-Altura: Diferencia entre las elevaciones de la corona y el punto más bajo de la cimentación.

7.12.6.-Bordo libre: Distancia vertical entre el nivel de la corona y el de las aguas máximas extraordinarias

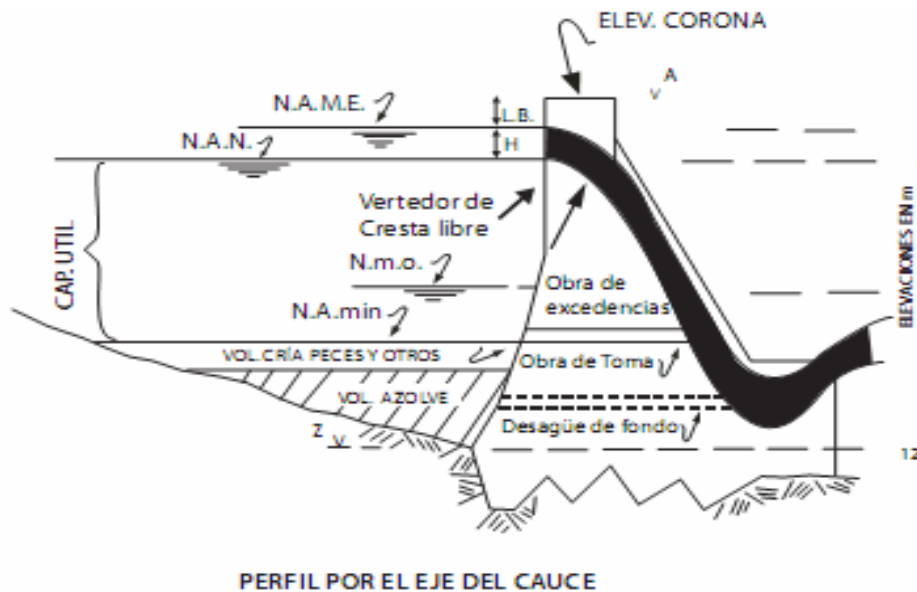
7.12.7.-Taludes exteriores: Están relacionados a la clasificación de suelos que se va a usar en la construcción, especialmente suelos impermeables. El talud elegido es

estrictamente conservador, y dependen del tipo de cortina y de la naturaleza de los materiales.

(NAME); este último se alcanza cuando el vertedor trabaja a su capacidad límite de descarga. El bordo libre debe de proteger a una presa, con cierto margen de seguridad, de los efectos del oleaje generado por el viento o sismos y tomar en cuenta el asentamiento máximo de la corona.

Namo: Nivel de aguas máximas ordinarias. Coincide con la elevación de la cresta del vertedor en el caso de una estructura que derrama libremente; si se tienen compuertas, es el nivel superior de estas.

- N.A. min=Nivel de almacenamiento mínimo.
- N.A.M.Q.= Nivel de aguas máximas de operación.
- N.m.o=Nivel mínimo de operación (carga mínima de funcionamiento de la O. de T.).
- N.A.ME =Nivel de aguas máximas extraordinarias.
- H=Carga del vertedor para la avenida máxima de diseño.
- L.B=Libre bordo.



7.12.8.-FETCH=línea máxima medida desde la cortina hasta la cola del vaso no necesariamente en dirección normal al eje de la cortina.

7.13.-FUERZAS QUE SE EJERCEN SOBRE LA PRESA

United State Departamen of the Bureau of Reclamation (1978), manifiesta que para el proyecto de las presas de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se pueden suponer que afectan la estabilidad de la estructura. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad son las debidas a: la presión del agua, o (supresión), la presión de azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por los terremotos, el peso de las estructuras y las reacciones resultantes de la cimentación. Otras fuerzas, en las que influye el viento y las olas, son significativas para las presas pequeñas y no son necesarias considerarlas en los análisis de estabilidad.

7.14.-REQUISITOS DE ESTABILIDAD DEL MURO

United State Departamen of the Bureau of Reclamation (1978), menciona que las presas de concreto de gravedad deben de proyectarse para que persistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de construcción: el vuelco, el deslizamiento y esfuerzos excesivos.

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

7.15.-VASO DE LA PRESA

Es el elemento de retención del agua almacenada. Toda la superficie inundable forma parte de él. El volumen del vaso depende de la morfología del terreno y de la altura de la presa que lo define. Esta sirve para regular las escorrentías de una cuenca, es decir, para almacenar el volumen de agua en las temporadas lluviosas con el fin de usarlo posteriormente en las secas.

7.16.-OBRAS DE TOMA

Se denomina Obra de Toma al conjunto de estructuras que se construyen con el objeto de extraer el agua en forma controlada y poder utilizarla con el fin, para el cual ha sido proyectado su aprovechamiento. De acuerdo con el aprovechamiento se proyectan Obras de Toma para: Presas de Almacenamiento, Presas Derivadoras, Plantas de Bombeo y Tomas Directas.

7.16.1.-Consideraciones necesarias

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

7.16.2.-Función de la obra de toma:

En el caso de las Presas de almacenamiento, la función de la Obra de Toma depende de los objetivos de almacenamiento así se tienen tomas para generación de

energía eléctrica, riego, dotación de agua potable, como auxiliares en control de avenidas, desvió de la corriente durante la construcción y como desagües para el vaciado del escurrimiento durante su construcción.

También en las presas Derivadoras, Plantas de Bombeo y Tomas Directas, la función de las Obras de Toma está supeditada a los objetivos del aprovechamiento, construyéndose tomas para riego o para dotación de agua potable.

7.16.3.-Elementos adicionales en obras de toma

7.16.3.1.-Canal de llamada: Obra de conducción que tiene el objeto de entregar el agua de ríos y embalses para su disposición adecuada en el punto de la obra de toma.

7.16.3.2.-Rejilla: Elemento utilizado para impedir el paso del material sólido (flotante y de arrastre), que llevan las corrientes superficiales a las obras de toma.

7.16.3.3.-Agujas: Elemento utilizado (generalmente en ríos) para cortar el ingreso de agua a la obra de toma en casos en los que se tiene acceso directo desde el cuerpo de agua.

7.16.3.4.-Dique: Estructura utilizada para desviar agua de un río eliminando el acarreo del material de fondo en el cauce.

7.16.3.5.-Conducción: Es el conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control que permiten el transporte del agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio de entrega, donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

7.16.4-CLASIFICACION.

El Colegio de Posgraduados de Chapingo (1980), las clasifica como: obras de toma de válvulas a la salida y obras de toma con muros de cabeza de mampostería y compuestas deslizantes. La elección del tipo de obra a escoger estará determinada por la cantidad de agua que se maneja y el aspecto económico de la obra.

7.17.-VERTEDOR DE DEMASÍAS

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1978), la función de los vertedores de demasías en las presas de almacenamiento y en las reguladoras, 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 deben 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 de aguas debajo de la presa. Las superficies que forma el canal de

descarga del vertedor, debe ser resistentes 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.

7.18.-ESTUDIO DE AVENIDAS

La avenida es el producto del escurrimiento por la lluvia, el control de avenidas es la prevención de daños por desbordamientos o derrames de las corrientes naturales, las medidas comúnmente aceptadas para reducir los daños de las avenidas son: reducción del escurrimiento máximo con vasos de almacenamiento y encauzamiento del escurrimiento, dentro de la sección de un cauce previamente determinado por medio de bordos, muros de encauzamiento, o un conducto cerrado.

La función de un vaso para el 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 por protegerse. En un caso ideal el vaso está situado inmediatamente aguas arriba del área protegida y se opera para “cortar” el pico o máximo de avenida (Linsley y Franzini, 1975).

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Número A.1.10, recomienda que para diseñar una obra de excedencias 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 tendrán 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.

La Comisión Federal 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 más bajas de la cuenca, reconociendo arroyos más cercanos. También cita que las estimaciones del gasto por medio del método de secciones y pendientes, es un problema hidráulico distinto para cada avenida, pero se puede utilizar para tomarse un parámetro y situar la magnitud de las avenidas, basándose en las hullas máximas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal, esto utilizando la fórmula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaría de los Recursos Hidráulicos (1975), menciona que un gran porcentaje de fracaso en las obras hidráulicas, se debe a la subestimación de la avenida máxima

de la corriente que es posible esperar, y por lo tanto a la deficiente capacidad de la obra de excedencia para dar paso a la dicha avenida.

7.19.-MÉTODOS PARA CALCULAR EL GASTO DE LA AVENIDA MÁXIMA PROBABLE.

7.19.1.-MÉTODO DIRECTO.

7.19.1.1.-Método de secciones y pendientes.

La Secretaría de los Recursos Hidráulicos, (1975); dice que la determinación del gasto de una avenida utilizando el método de sección y pendiente, es de utilidad para fijar el gasto de diseño para la obra de excedencias y servirá de comparación con el gasto determinado con las curvas envolventes.

7.19.2.-MÉTODO INDIRECTO.

7.19.2.1.-Curva envolvente:

Creager obtuvo datos sobre avenidas máximas registradas 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:

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

Donde:

$$C: 0.936/([A])^{0.048}$$

A=área de la cuenca en Km^2

Q=gasto máximo por unidad de área de la cuenca en, $\frac{m^3}{s \cdot km^2}$

1.19.2.2.-Fórmula racional.

Es de las más antiguas (1889) y probablemente todavía una 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:

$$Qp=(0.278)(C)(i)(A)$$

DONDE:

Qp= gasto máximo o de pico, en $\frac{m^3}{s}$

C=coeficiente de escurrimiento

i=intensidad media de lluvia para una duración igual a tiempo de concentración de la cueca, en km^2 .

Para estimar el tiempo de concentración se utiliza la fórmula de Kirpich

$$t_c = \left(80.86 \frac{l^{0.325}}{H} \right)$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración hr

l=longitud del cauce principal km.

H=desnivel entre los extremos del cauce principal.

7.20.-LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

Tubería con capacidad suficiente para transportar un determinado caudal, desde la obra de toma hasta el tanque de distribución. Las líneas de conducción pueden funcionar por gravedad o por bombeo.

7.21.-RIEGO

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en jardinería. Los métodos más comunes de riego son:

Por arroyamiento o surcos.

Por infiltración o canales.

Por goteo o riego localizado. El riego de goteo libera gotas o un chorro fino, a través de los agujeros de una tubería plástica que se coloca sobre o debajo de la superficie de la tierra.

Por drenaje.

7.21.1.-Riego por inundación Consiste en el transporte de agua a través de acequias para luego anegar los terrenos de cultivo. Este sistema tiene muchos inconvenientes especialmente las grandes pérdidas por infiltración y evaporación durante el transporte del agua y el riego de las tierras; también en zonas con pendiente con este sistema de riego, los terrenos agrícolas son vulnerables a la erosión y arrastre de las capas superficiales del suelo, disminuyendo la calidad de los suelos y consecuentemente la calidad de los productos.

7.21.2.-Riego por surcos Por surco entendemos las hendiduras que se realizan en la tierra para dar paso al agua por debajo de la superficie de cultivo y a través del surco. Al taponar temporalmente el extremo del surco conseguiremos retener el agua el tiempo necesario hasta conseguir el riego deseado.

Es aconsejable en aquellos cultivos que son sensibles al exceso de humedad por el contacto directo del agua sobre los tallos de las plantas que deseamos cultivar.

Al final se trata de un forma de riego por inundación, desde la parte de las raíces y hacia arriba para evitar los daños que el agua puede producir en su contacto directo sobre los tallos o los frutos de las plantas que queremos cultivar y a los que, por sus especiales características, no les conviene ese contacto.

Generalmente estos surcos tienen forma de V o de U y tienen una dimensión que puede variar ente 25 a 80 centímetros de altura y una distancia entre surco y surco dependiente del suelo o del tipo de maquinaria que se vaya a utilizar.

Es un tipo de riego muy aconsejable cuando las plantas son de poca elevación o reptantes y con el fruto pegado al suelo (melones, calabazas, tomates, fresas etc.) o bien cuando la plantación se realiza en hileras (maíz, papas, lechuga etc.)

En el primer caso se recomienda surcos en forma de U y en las hileras la forma de V, aunque hay que aclarar que la forma del surco está también en relación con la mayor o menor velocidad de absorción que tenga la tierra y por tanto de su mayor o menor permeabilidad.

7.21.3.-Riego por aspersión Con este método el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías, cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración del terreno a regar. Por lo tanto una de las características fundamentales de este sistema, es que es preciso dotar al agua de presión a la entrada del terreno a regar por medio de un sistema de bombeo. La disposición de los aspersores se realiza de forma que se moje toda la superficie del suelo, en la forma más homogénea posible.

Un sistema tradicional de riego por aspersión está compuesto de tuberías principales (normalmente enterradas) y tomas de agua para la conexión de secundarias, ramales de aspersión y los aspersores. Todos o algunos de estos elementos pueden estar fijos en el campo, permanentes o solo durante la campaña de riego. Además también pueden ser completamente móviles y ser transportados desde un lugar a otro del terreno.

Los sistemas de riego por aspersión se adaptan bastante bien a topografías ligeramente accidentadas, tanto con las tradicionales redes de tuberías como con las

máquinas de riego. El consumo de agua es moderado y la eficiencia de uso bastante aceptable. Sin embargo, la aplicación del agua en forma de lluvia está bastante condicionada a las condiciones climáticas que se produzcan, en particular al viento, y a la aridez del clima, ya que si las gotas generadas son muy pequeñas, éstas podrían desaparecer antes de tocar el suelo debido a la evaporación. Son especialmente útiles para aplicar riegos relativamente ligeros y complemento de otros métodos de riego.

7.22.-MÉTODOS DE RIEGO

El uso de un método de riego u otro depende de numerosos factores, entre los que es preciso destacar los siguientes:

- La topografía del terreno y la forma de la parcela.
- Las características físicas del suelo, en particular las relativas a su capacidad para almacenar el agua de riego.
- Tipo de cultivo, del que es imprescindible conocer sus requerimientos de agua para generar producciones máximas, así como su comportamiento en situaciones de falta de agua.
- La disponibilidad de agua y el precio de la misma.
- La calidad del agua de riego.
- La disponibilidad de la mano de obra.
- El coste de las instalaciones de cada sistema de riego, tanto en lo que se refiere a inversión inicial como en la ejecución de los riegos y mantenimiento del sistema.
- El efecto en el medio ambiente. A su vez, una vez elegido el sistema de riego, existen bastantes tipos de sistemas o variantes, cuya elección se realizará teniendo en cuenta aspectos más particulares.

7.22.1.-Riego por goteo: es un sistema mecanizado a presión, que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo, produciendo un humedecimiento limitado y localizado. El agua se vierte en pequeños volúmenes por unidad de tiempo y a baja presión mediante emisores o goteros insertados en una tubería lateral de distribución, los cuales son absorbidos por las raíces de la planta, aprovechándose prácticamente en su totalidad.

El riego por goteo se podría definir como la aplicación frecuente de agua, filtrada al suelo en pequeñas cantidades a través de una red de tuberías y dispositivos especiales denominada "emisores", ubicadas a lo largo de la línea de distribución. De esta manera el agua es conducida desde la fuente a cada planta, eliminando totalmente las pérdidas por conducción y minimizando aquellas por evaporación y percolación.

Con este método se pretende además controlar, bajo adecuadas condiciones de diseño, operación y manejo, el patrón con que el agua se distribuye en el suelo generando en la zona radicular del cultivo un ambiente con características físicas, químicas y biológicas que permitan mayores rendimientos, productos de alta calidad que incrementen la rentabilidad de la empresa agrícola.

El diseño de los sistemas de riego por micro aspersión y goteo, desde un punto de vista ingenieril y agronómico, tiene como objetivo fundamental mantener un volumen de dimensiones adecuadas en la zona radicular de las plantas bajo un nivel de humedad cercano a Capacidad de Campo.

La distribución y el nivel de humedad del suelo, deben adecuarse en tal forma que la relación entre los factores agua-suelo-planta optimice el uso del recurso, el rendimiento de la planta en términos de producción, desarrollo, y maximice el beneficio neto a la empresa agrícola considerando restricciones medioambientales.

7.22.1.1.-Ventajas del sistema

El riego por goteo y micro-aspersión presenta numerosas ventajas, algunas de ellas son comunes a otros métodos de riego, sin embargo existen algunas que le son exclusivas.

7.22.1.2.-Ventajas

- La eficiencia del riego por goteo es muy alta (90 a 95%), y la distribución del agua es muy uniforme.
- Permite la fertirrigación con una gran eficiencia, es decir mezclar el agua con minerales o cualquier tipo de fertilizante y trasladarlos por mangueras o tuberías directamente a los sitios del suelo para hacer aprovechados por la planta.
- Con este sistema se puede regar muy frecuentemente con pequeñas cantidades de agua, de tal manera que el suelo esté siempre húmedo, con buena relación entre agua y aire.
- El régimen de aplicación (intervalos entre riegos y cantidad de agua), puede ajustarse exactamente de acuerdo con las condiciones del suelo y del cultivo.

- Es posible aprovechar el agua las veinticuatro horas del día, sin necesidad de supervisión continuada del riego.
- Se aplica el agua sólo sobre las raíces del cultivo, por lo tanto se evita mojar otras áreas de terreno, lo que significa un ahorro de agua.
- Contribuye a facilitar el control de las malezas al humedecer el suelo en forma localizada, ya que el agua es entregada directamente al lado de las plantas y a lo largo de la línea de cultivo, quedando seca la superficie entre las líneas. Además, el agua de riego se aplica finamente filtrada y libre de semillas de malezas.
- Este sistema presenta facilidades para manejar caudales controlados, lo cual presenta la ventaja de poder administrar, a través del riego, fertilizantes y pesticidas solubles en agua.
- Es posible ejecutar otras actividades agrícolas en el predio, durante el riego, como fumigación y cosecha.
- Los goteros dosifican su caudal, entregándolo gota a gota, de acuerdo a la capacidad de absorción del suelo y las necesidades del cultivo; así se minimizan las pérdidas por conducción y evaporación.
- El goteo impide que se forme un ambiente húmedo, como ocurre en otros sistemas de riego, disminuyendo con esto las condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades. Además, el follaje no se moja.

7.22.1.3.-Desventajas

- Alto costo inicial de la inversión.
- Este sistema requiere de un especial cuidado en el filtraje del agua y mantenimiento de los goteros, pues son muy sensibles al taponamiento por materia orgánica o impurezas, también por el crecimiento de algas en el interior de la tubería. Por esta razón, los filtros deben ser limpiados frecuentemente.

7.22.1.4.-Eficiencia en el uso del agua

En general las pérdidas que presenta el método son mínimas. Las pérdidas por conducción en un sistema bien instalado son nulas ya que el agua se conduce por tuberías. La evaporación desde el suelo es reducida ya que al estar el emisor sobre el suelo las fuerzas capilares tienden a absorber el agua muy rápidamente, además que el área humedecida es pequeña como para producir altos niveles de evaporación bajo un diseño adecuado que evite escurrimiento superficial.

Finalmente los niveles de percolación profunda, son muy pequeños en un sistema bien diseñado, aunque bajo ciertas condiciones se requiere para lixiviar sales. Con este sistema de riego, la zona radicular del cultivo permanece la mayor parte del tiempo bajo condiciones óptimas de humedad.

7.22.2.-Topografía y Suelo

El riego por micro-aspersión y goteo no presenta ninguna restricción de tipotopográfico para su establecimiento. Una de las mayores ventajas que presentan estos sistemas es precisamente el poder utilizarse en áreas con topografía muy heterogénea y con pendientes pronunciadas.

El método de goteo y microaspersión que se diseña y opera de manera adecuada, crea las condiciones en el suelo para mantener un medio adecuado de funcionamiento del sistema radicular, además permite un buen crecimiento que permanece relativamente constante en el tiempo. Un correcto manejo debe permitir una buena relación agua-aire en el suelo, para que el sistema radicular realice adecuadamente sus actividades de crecimiento y extracción de agua y nutrientes, y debe proveer de un volumen de suelo humedecido acorde con el potencial de desarrollo del sistema radicular de cultivo o frutal.

El riego localizado permite además utilizar aguas con altos contenidos de sales, ya que al no reducir el contenido de humedad la concentración de sales en el bulbo húmedo no llegan a niveles críticos para la planta. Es importante mencionar que cuando se riega con aguas de alto contenido salino se requieren normas de manejo y diseño que permitan un riego sustentable en el tiempo.

7.22.3.-Producción y calidad del producto

En general se ha encontrado que bajo riego localizado, se obtienen mayores producciones y un incremento en la calidad del producto. Esto se asocia a que bajo riego por goteo y micro-aspersión, se aplican los niveles de agua requerido por el cultivo en forma más precisa y se pueden controlar los niveles de agua en diferentes estados de desarrollo, para lograr los objetivos de calidad y producción esperados, que es difícil por ahora en otros sistemas de riego. Diferentes estudios realizados en que se relaciona el agua y la producción, han demostrado que se requiere un adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego por micro-aspersión y goteo, para lograr rendimientos potenciales para una zona en particular. Operación inadecuada puede producir resultados que afectan seriamente la producción, no logrando los niveles que justifican la incorporación de estos sistemas.

Finalmente es importante mencionar que los emisores deben ubicarse de manera tal que aplique el agua en la zona de mayor extracción radicular, lo que garantizara las producciones esperadas con la calidad requerida.

7.22.4.-Condiciones Agronómicas

El riego por goteo fundamentalmente, microjet, micro aspersión, presentan una serie de ventajas para las labores agronómicas de los cultivos y frutales.

Una de las que tiene mayor importancia, es el hecho que el riego no interfiere con la inyección de productos químicos, la cosecha, poda y otras series de labores culturales. Algunos especialistas han determinado que el mantener con bajo contenido de humedad entre hilera se tiene un mejor control malezas.

Sin embargo, el mayor impacto que tiene el no regar la entre hilera es prevenir la compactación del suelo, permitiendo una adecuada aireación y estructura. En la actualidad los sistemas de riego localizados permiten aplicar fertilizantes y otros productos químicos en forma efectiva y en base a las necesidades parciales del cultivo o frutal.

7.22.4.-Desventajas del sistema

Los sistemas de goteo y microaspersión, pueden presentar serios problemas en su operación y manejo si el diseño es inadecuado y no se consideran todos los antecedentes de calidad de agua, tipo de suelo y característica de los emisores.

7.22.4.1.-Taponamiento de emisores

El taponamiento de los emisores, que es el problema más común en estos métodos de riego, se debe fundamentalmente a causas físicas, químicas y biológicas del agua de riego, a los sistemas de filtrado, y el tipo de emisores.

Por lo expuesto un preciso análisis de la calidad del agua de riego es un factor importante para establecer un adecuado sistema de filtraje y la selección del tipo de emisor correctamente.

Los problemas más críticos de taponamiento de emisores son por causas biológicas y químicas, debido a que se presentan con bastante posterioridad al establecimiento del sistema y deben efectuarse acciones paliativas que bajo ciertas condiciones son de un costo elevado.

7.22.4.2.-Requerimientos técnicos

Los sistemas de riego por goteo y microaspersión requieren de una mayor capacidad técnica que otros métodos de riego ya que las instalaciones modernas aplican agua y fertilizantes en forma simultánea. La mayoría de los actuales sistemas utilizan elementos electrónicos que requieren de cierta preparación del operador para obtener el máximo provecho de los niveles de automatización.

7.23.-Componente del método de riego por goteo

7.23.1.-Cabezal de control

El cabezal del sistema consiste en una serie de dispositivos para entregar a la red hidráulica agua presurizada, de calidad adecuada, en el momento oportuno y en la cantidad requerida.

El cabezal de control se compone en general de medidores de flujo, válvulas de control, inyector de productos químicos, filtros, manómetros, sensores especiales, controles automáticos o computadoras y equipo de bombeo (optativo). Normalmente, el cabezal de control está localizado en o cerca de la fuente de agua y/o energía.

Es esencial utilizar aguas limpias para un buen trabajo del método de riego por goteo y por ello los filtros son una parte importante del cabezal. La mayoría de los filtros son equipos sencillos, pero deben cumplir con ciertas características como permitir limpieza automática y ser eficientes en el control de materias que provoquen obturación de los emisores.

El sistema de filtro debe tener la capacidad para transportar el caudal requerido y remover las partículas finas, de tamaño varias veces menor que el diámetro del elemento dentro del emisor. Normalmente las partículas que se filtran deben tener un tamaño igual o mayor a un octavo del área de flujo del emisor.

La mayoría de las instalaciones incluyen dos tipos de filtros: de arena y de malla, que evitan la obturación de los emisores con material extraño. Es recomendable utilizar desenredadores en la zona adyacente al pozo de captación para proteger la bomba y sacar del flujo hacia el equipo las partículas de tamaño mayor.

Los equipos modernos de riego presurizado tienen normalmente incorporado un módulo para inyectar fertilizantes y otros productos químicos al sistema a través de pequeñas bombas, estanques presurizados que operan por diferencia de presión, de un venturi o una válvula de variación de presión.

Cuando se inyectan productos químicos al sistema de riego, es conveniente incluir en la unidad central una válvula de control de devolución de flujo. Por razones de seguridad se debe garantizar que elementos contaminantes no regresen hacia la fuente de agua. Junto con esta válvula es importante establecer un sistema para el control del golpe de ariete, que provocaría serios daños al equipo si este se ubica en partes más bajas que la zona de riego del sistema.

Bajo ciertas condiciones del riego por goteo, microaspersión, se requiere de reguladores de presión. Dichos reguladores son utilizados para el control de la presión deseada en diferentes partes del sistema. Además, los equipos poseen válvulas que controlan la apertura y cierre de la sección del sistema en general. Dichas válvulas están conectadas directamente a un "control o computador" que

determina el tiempo de riego o volumen de agua que debe entregar a cada sección o al sistema en general, dependiendo del tipo de diseño.

7.23.2.-Tuberías de distribución

La línea principal transporta el agua desde el cabezal de control a la línea de distribución, ya sean secundarias, auxiliares o laterales, dependiendo del diseño que se haya realizado. Normalmente se utilizan materiales como PVC, asbesto-cemento, o polietileno.

Las tuberías de toda la línea de distribución, deben poseer las características establecidas en el diseño referentes al diámetro nominal y la capacidad de soportar los niveles de presión calculados para cada sección del sistema. Los laterales distribuyen el agua desde el principal, secundario o auxiliar a los emisores que se encuentran conectados a él y es la última parte de la tubería de distribución que conduce el agua al cultivo.

Los emisores se colocan a lo largo de esta línea en los puntos que se desea distribuir el agua. Los laterales son por lo general de polietileno y tienen diámetros que fluctúan entre 12, 16, 20 ó 25 mm. Los laterales se pueden enterrar, dejar descansar directamente sobre el suelo, o bien levantar para no interferir ciertas labores del cultivo.

Es conveniente mencionar, que diferentes experiencias demuestran que la mayor vida útil de la tubería lateral, se obtiene cuando esta se instala directamente sobre el suelo, evitándose de esta manera deformaciones o constricciones de la tubería que afectan el flujo.

7.23.3.-Emisores

El elemento más importante de un sistema de riego por goteo o microaspersión es el emisor ya que afectara directamente los posteriores criterios de diseño. Los emisores son estructuras que reducen la presión prácticamente a cero, aplicando de esta manera el agua a la forma de una gota en la superficie del suelo o asperjada en finas gotas con microjet y microaspersores.

Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, microtubos y bandas perforadas, a complicados diseños. Los microaspersores son de tipo rotativo o de jet.

En general la clasificación de los sistemas de riego localizado se basa en el tipo de emisor utilizado. El caudal que entregan los emisores es función de la presión en la línea, normalmente en goteo varía entre 2 a 10 litros por hora y para microaspersión entre 15 a 60 litros por horas.

En general existen en el mercado variados tipos de emisores. En goteros se encuentran de larga trayectoria, vortex, laberinto y compensados. En el caso del microaspersión existen los fijos y rotatorios.

7.24.-CULTIVO DE MAÍZ

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

7.24.1.-CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

- Nombre común: Maíz
- Nombre científico: Zea mays
- Familia: Gramíneas
- Género: Zea
- Reino: Vegetal
- División: Tracheophyta
- Subdivisión: Angiospermae
- Subclase: Monocotiledoneae
- Grupo: Glumiflora
- Orden: Gramineales
- Tribu: Maydeae

7.24.2.-DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Tallo: es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Hojas: son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se

encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Raíces:son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

7.24.3.-DESARROLLO VEGETATIVO DEL MAÍZ

Desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula.

7.24.4.-EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

7.24.4.1.-Exigencia de clima

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C

El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.

7.24.4.2.-Pluviometría

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenido de 40 a 65 cm.

7.24.4.3.-Riegos

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

7.24.4.4.-Exigencias en suelo

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

7.25.-LABORES CULTURARES

7.25.1.-Preparación del terreno.

La preparación del terreno es el paso previo a la siembra. Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener cierta capacidad de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a realizar la siembra. También se efectúan labores con arado de vertedera con una profundidad de labor de 30 a 40 cm. En las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros).

7.25.2.-Siembra.

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de $12^{\circ}C$. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril.

7.25.3.-Fertilización.

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en bajas o exceso. Se recomienda una dosis de N en mayor cantidad sobre todo en la época de crecimiento vegetativo y un suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de fertilizante. El abonado se efectúa normalmente según las características de la zona de siembra, por lo que no se sigue un patrón riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado bajo en la primera época de desarrollo de la planta, hasta que esta tenga un número de hojas de 6 a 8. A partir de esta cantidad de hojas se recomienda un abonado de:

N : 82% (abonado nitrogenado).

P_2O_5 : 70% (abonado fosforado).

K_2O : 92% (abonado en potasa)

Durante la formación del grano de la mazorca la aplicación deben de ser mínimos. Se deben de realizar para el cultivo de maíz un abonado de fondo en cantidades de 825Kg/ha durante las labores de cultivo.

7.25.4.-Herbicidas

Cuando transcurren 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta, aparecen las primeras hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación por medio de herbicidas.

- Triazinas
- Simazina
- Dicamba
- Cloroacetaminas
- Paraquat
- Tiocarbamatos
- Metolacoloro

7.25.5.-Aclareo

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm, y consiste en dejar una sola planta por golpe y se van eliminando las restantes. Otras labores de cultivo son las de romper la costra endurecida del terreno para que las raíces adventicias (superficiales) se desarrollen.

7.25.6.-Recolección

Para la recolección de las mazorcas de maíz, se recomienda que no exista humedad en las mismas, más bien secas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una cosecha limpia, sin pérdidas de grano y fácil. Para la recolección de mazorcas se utilizan las cosechadoras de remolque o bien las cosechadoras con tanque incorporado y arrancan la mazorca del tallo, previamente se secan con aire caliente y pasan por un mecanismo desgranador y una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar el resto de humedad.

Las cosechadoras disponen de un cabezal por donde se recogen las mazorcas y un dispositivo de trilla que separa el grano de la mazorca, también se encuentran unos

dispositivos de limpieza, mecanismos reguladores del control de la maquinaria y un tanque o depósito donde va el grano de maíz limpio. Otras cosechadoras de mayor tamaño y más modernas disponen de unos rodillos recogedores que van triturando los tallos de la planta. Dicho equipo está diseñado para trabajar y cubrir de 5 a 8 surcos, la mazorca igualmente se tritura y por un dispositivo de dos tamices la cosecha se limpia.

7.25.7.-Conservación

Para la conservación del grano del maíz, se requiere un contenido en humedad del 35 al 45%.

Para grano de maíz destinado al ganado, éste debe tener un cierto contenido en humedad y se conserva en contenedores, previamente enfriando y secando el grano.

Para maíz dulce las condiciones de conservación son de 0°C y una humedad relativa de 85 al 90%. Para las mazorcas en fresco se eliminan las hojas que las envuelven y se envasan en bandejas recubiertas por una fina película de plástico.

El maíz para grano se conserva de la siguiente forma: debe pasar por un proceso de secado mediante un secador de circulación continua o secadores de caja. Estos secadores calientan, secan y enfrían el grano de forma uniforme.

7.25.8.-Plagas

- Insectos
- Gusano de alambre
- Gusanos grises
- Pulgones
- La piral del maíz
- Taladros del maíz
- Ácaros

El control se realiza mediante aficidas, cuyas materias activas, dosis y presentación del producto se muestra a continuación:

MATERIA ACTIVA	DOSIS	PRESENTACIÓN
Ácido Giberélico 1.6%	0.20-0.30%	Concentrado soluble
Benfuracarb 5%	12-15 Kg/ha	Gránulo

Carbofurano 5%	12-15 Kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 4% + Profenofos 40%	0.15-0.1-30%	Concentrado soluble
Diazinon 40%	0.10-0.20%	Polvo mojable
Glisofato 36% (sal isopropilamida)	0.20-0.30%	Concentrado soluble
Malation 50%	0.30 L/ha	Concentrado soluble
Metamidofos 50%	0.10-0.15%	Concentrado soluble
Napropamida 50%	0.20-0.30%	Polvo mojable

7.25.9.-Enfermedades.

- **Bacteriosis**
- **Pseudomonas alboprecipitans**
- **Helminthosporium turcicum**
- **Antranocsis**
- **Roya**
- **Carbón del maíz: Ustilago maydis**

7.26.-NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS

El objetivo central de un proyecto de riego es satisfacer, en el momento adecuado y en la cantidad necesaria, los requerimientos de agua de los cultivos, razón por la cual para el diseño de un sistema de riego es indispensable:

La estimación del consumo de agua diario de cada cultivo.

La cuantificación de las necesidades hídricas de los cultivos establecidos o a establecer en un futuro.

La distribución de los mismos en la superficie y durante el año.

De las necesidades de agua de los cultivos dependen directamente las dimensiones de las obras de riego, por lo tanto una sub-estimación o sobre-estimación de las mismas, incide directamente en el dimensionamiento y consecuentemente en su costo.

La determinación de las necesidades de agua de los cultivos es el paso previo para establecer los volúmenes de agua que será necesario aportar con el riego.

La cantidad de agua que las plantas transpiran, es mucho mayor que la retienen (la que usan para crecimiento y fotosíntesis). La transpiración puede considerarse, por tanto, como el consumo de agua de la planta. Además debemos de considerar que hay pérdidas de agua por evaporación del agua desde la superficie del suelo.



La cantidad de agua que suponen ambos procesos, transpiración y evaporación, suele considerarse de forma conjunta simplemente porque es muy difícil calcularla por separado. Por lo tanto se considera que las necesidades de agua de los cultivos, están representados por la suma de la evaporación directa desde el suelo más la transpiración de las plantas que es lo que comúnmente se conoce como evapotranspiración (ETP).

7.26.1.-Evapotranspiración

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos, la evaporación y la transpiración. La evaporación se considera como el proceso, mediante el cual el agua del suelo fluye directamente hacia la atmósfera, pasando de su estado líquido a su estado gaseoso. La transpiración es el proceso físico, mediante el cual el agua del suelo fluye hacia a la atmósfera, pero a través de los tejidos de las plantas. La mayor parte del agua aplicada a los cultivos para su desarrollo es transferida hacia atmósfera a través de sus tejidos y de la evaporación directa del suelo. La evapotranspiración es también conocida para fines prácticos, como "uso consuntivo".

7.26.2.-Evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia (ET_o), es un concepto establecido para indicar la cantidad de agua que se transfiere a la atmósfera de un suelo permanentemente húmedo, cubierto por un cultivo de referencia. Se ha utilizado como cultivo de referencia la alfalfa o un pasto, bien regados, en pleno desarrollo y en buenas condiciones fitosanitarias.

La ET_o es una cantidad que depende exclusivamente de las condiciones del medio ambiente: temperaturas máximas y mínimas, radiación solar, humedad relativa, velocidad del viento, etc.

Actualmente existen muchos métodos para estimar la ET_o, en el presente trabajo mencionaremos los métodos del tanque evaporímetro y Penman-Monteith desarrollaremos los métodos del tanque evaporímetro y Penman-Monteith, el primero por su simplicidad, el segundo por su sencillez y mayor precisión que el primero, y el tercero por su soporte científico y aceptación universal.

7.26.3.-Método del tanque evaporímetro:

Para la medición de la ET_o se necesitan múltiples variables tales como la relación solar, temperatura, velocidad del viento y humedad. Cuando no es posible recolectar esta información en si un poco compleja se tiende a hacer la medición de la evapotranspiración directa de una superficie de agua ya que es exactamente igual que medir las variables antes mencionadas.

Cuando usamos tanque evaporímetro tenemos que tomar en cuenta el coeficiente de tanque, ya que la medición de la evapotranspiración en un cultivo de referencia ya sea pasto o alfalfa por muy húmedo que se encuentre el suelo una fracción de la evapotranspiración observada en el tanque.

La ET_o se determina de la siguiente manera.

$$ET_o = K_t * E_v$$

Donde:

ET_o: evapotranspiración de referencia mm/día.

K_t: coeficiente de tanque.

E_v: evapotranspiración observada en el tanque mm/día.

7.26.4.-Método de Penman-Monteith:

Ya que el tanque evaporímetro también llamados lisímetros son muy costosos y en pocas regiones de México las podemos encontrar. Por tal razón se han desarrollado diferentes métodos empíricos tales como ecuaciones que miden las mismas variables.

La FAO 1990 determino universalmente, el uso de la ecuación Penman- Monteith para la estimación de la ETo.

La ecuación de Penman - Monteith dice:

$$ETo = \frac{\Delta(Rn - G)}{\lambda(\Delta + \gamma^*)} + \frac{\gamma^* M_w (e_s - e_a)}{R}$$

Donde:

ETo = Evapotranspiración de referencia

Rn = Radiación Neta ($kw m^{-2}$)

G = Flujo Termico del suelo ($kw m^{-2}$)

Mw = Masa molecular del agua ($0.018 kg mol^{-1}$)

R = Constante universal de los gases ($8.3 \times 10^{-2} KJ mol^{-1} kg^{-1}$)

K = Temperatura Kelvin ($273 ^\circ K$)

$e_s - e_a$ = Deficit de presión de vapor de aire (kPa)

λ = Calor latente de vaporización del agua ($2450 KJ kg^{-1}$)

r_s = Resistencia al flujo de vapor de agua de la cubierta vegetal (sm^{-1})

Δ = Pendiente de la función de presión de vapor a saturación ($Pa ^\circ C^{-1}$)

γ^ = Constante psicometrica aparente ($Pa ^\circ C^{-1}$)*

7.26.5.-Evapotranspiración potencial

La estimación de la evapotranspiración de referencia de un cultivo como la alfalfa, simplifica la estimación de la evapotranspiración de otros cultivos, en condiciones ambientales similares, tomando en consideración las diversas etapas de su desarrollo.

La cobertura del suelo por los cultivos no es constante; en realidad los cultivos van cubriendo el suelo de manera progresiva, por lo que la evapotranspiración del cultivo solamente representa una fracción de ETo.

La evapotranspiración potencial (ETp) es la evapotranspiración de un cultivo en función de su grado de desarrollo vegetativo y bajo condiciones de disponibilidad suficiente de agua. En términos simples significa las necesidades hídricas

potenciales de un cultivo y por tanto, depende además de los factores ambientales, de las características genéticas del cultivo (follaje, raíces, estructura estomática, etc.).

7.26.6.-Coeficientes de cultivo

La determinación de ETp, por su dependencia de los factores biológicos, es más compleja que la determinación de la ETo, por lo que para su estimación es necesario relacionar la variación de ETo durante el período de desarrollo del cultivo con mediciones de ETp. Las relaciones obtenidas se denominan “coeficientes de cultivo” (Kc). Dado que es muy difícil determinar teóricamente las relaciones entre ETo y ETp de cada cultivo, éstas se han obtenido mediante mediciones experimentales. Los coeficientes de cultivo (Kc) son definidos por la siguiente expresión:

$$K_c = \frac{ET_p}{ET_o}$$

Más adelante se analizarán algunas tablas usadas en la literatura para determinar la evapotranspiración mediante el uso de los valores Kc para los diferentes cultivos.

7.26.7.-Evapotranspiración real

La evapotranspiración real de los cultivos o consumo de agua por los cultivos es una magnitud variable en el tiempo; si sólo dependiera de las condiciones ambientales sería igual a ETo; si además dependiera del grado de desarrollo de los cultivos sería ETp; pero ETr depende, además de los factores anteriores, de las condiciones de humedad del suelo, siendo éstas difíciles de determinar en el tiempo. Por tales razones, con fines de diseño se utiliza la ETp y no ETr. Sólo con fines de evaluación o predicción del riego se emplea ETr, efectuando mediciones disimétricas o simulaciones numéricas.

En términos simples la ETr se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$E_{Tr} = K_c K_s E_{To}$$

Donde:

Kc= es función del cultivo

Ks = es función del suelo

ETo = es función del clima

7.26.8.-Precipitación efectiva

En las zonas donde las precipitaciones son considerables, éstas contribuyen a satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. Sin embargo, no toda la lluvia precipitada es aprovechada por los cultivos, ya que las condiciones físicas del suelo, así como el estado de humedad del mismo en el momento de la lluvia, condicionan la fracción aprovechable de ésta. A dicha fracción se le conoce como precipitación efectiva (P_e).

La estimación de la precipitación efectiva es muy compleja, porque depende de los siguientes factores:

- Precipitación
- Intensidad de la precipitación
- Velocidad de infiltración del suelo
- Condiciones de humedad del suelo en el momento de la lluvia
- Capacidad de almacenamiento del suelo

El cálculo de P_e es importante para el pronóstico del riego en tiempo real. Posteriormente se analizarán diversas ecuaciones para calcular la Precipitación efectiva.

7.26.9.-Necesidades de riego de los cultivos

En algunas regiones la aportación de la lluvia al requerimiento de agua de los cultivos es importante, por lo que a la diferencia entre las necesidades hídricas de los cultivos (ET_p) menos la precipitación efectiva se le conoce como necesidad de riego de los cultivos.

$$NRC = ET_p - P_e$$

7.26.10.-Humedad total aprovechable (HTA)

El concepto de humedad aprovechable conocido en la literatura como humedad útil, humedad total utilizable, reserva útil, etc. Físicamente se expresa con la ecuación:

$$HTA = \theta_{cc} - \theta_{pmp}$$

Donde:

HTA = Humedad Total Aprovechable (cm^3/cm^3)

θ_{cc} = contenido de humedad a capacidad de campo (cm^3/cm^3)

θ_{pmp} = contenido de humedad a punto de marchitamiento permanente (cm^3/cm^3)

La HTA puede expresarse en forma de lámina de agua (L_r) conociendo el espesor del suelo donde se desarrollan las raíces de los cultivos (Pr):

$$L_r = HTA * Pr$$

Donde:

L_r = lámina de riego en mm

Pr = profundidad del suelo explorada por raíces, (mm)

7.26.11.-Fracción del agua del suelo fácilmente disponible (f)

Aunque en teoría el agua disponible para los cultivos en el suelo, es la comprendida entre el contenido de humedad a capacidad de campo y el contenido de humedad a punto de marchitamiento permanente, en la realidad no todas las especies tienen la capacidad de extraer esa cantidad de agua e inclusive, algunas como las hortalizas pueden perecer cuando el contenido de humedad es sensiblemente superior al punto de marchitez permanente. Por tal motivo, se ha introducido un factor de carácter fisiológico, característico de cada especie, que indica la fracción de la humedad aprovechable a partir de la cual el cultivo empieza a manifestar síntomas fisiológicos adversos (clorosis, disminución del crecimiento, disminución del rendimiento, marchitez, etc.). A esa fracción se le conoce como fracción de agua del suelo fácilmente disponible (f).

7.26.12.-Humedad fácilmente aprovechable (HFA)

De la definición anterior se infiere que de la humedad total aprovechable (HTA), cada cultivo tiene la capacidad fisiológica de utilizar solamente una fracción. A esta fracción se le conoce como "humedad fácilmente aprovechable" (HFA) y se expresa como sigue:

$$HFA = HTA * f$$

$$HFA = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) * f$$

Expresada en lámina de agua quedaría

$$L_r = Pr (HFA)$$

7.26.13.-Intervalo de riego (Ir)

El intervalo de riego se define como el número de días entre dos riegos consecutivos y está determinado por los siguientes factores:

Suelo: las características físicas del suelo determinan la capacidad de almacenamiento de agua del mismo.

Cultivo: La respuesta fisiológica de los cultivos al abatimiento de la reserva de humedad disponible en el suelo es diferente para cada cultivo.

Tasa evapotranspirativa: La tasa evapotranspirativa (ETp o ETr) según sea el caso, es determinante para calcular los intervalos de riego; a mayor evapotranspiración, el intervalo de riego se acorta y viceversa. Con fines de proyecto se emplea la evapotranspiración potencial (ETp) esperada en el período considerado y para fines de evaluación o de pronóstico de riego en tiempo real se emplea la evapotranspiración real (ETr), la cual se determina al instante mismo de la ocurrencia de los eventos y el intervalo de riego se ajusta a medida que se modifican las condiciones reales (estado de humedad del suelo).

Precipitación efectiva: La precipitación efectiva afecta los intervalos de riego al aportar humedad para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

Profundidad del suelo o profundidad de las raíces: Este factor determina la capacidad de almacenamiento del suelo susceptible a ser extraída por el cultivo en el período considerado. Si se establece un cultivo de enraizamiento superficial en un suelo profundo, el espesor del suelo a considerar será la profundidad colonizada por las raíces; si por el contrario, se establece un cultivo de enraizamiento profundo en un suelo delgado, el factor a considerar es la profundidad del suelo.

7.26.14.-Eficiencia de aplicación, lámina neta y lámina bruta.

Por diferentes razones no es factible aplicar de manera precisa las necesidades de riego calculadas, sino que generalmente se requieren cantidades superiores (Lb) para compensar las pérdidas en la aplicación atribuibles generalmente al sistema y método de riego. La relación entre la lámina requerida o neta (Ln) y la lámina necesaria de aplicar o bruta (Lb) para compensar las pérdidas, se le conoce como eficiencia de aplicación.

$$Ea = \frac{Ln}{Lb} * 100$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ea} * 100$$

7.26.15.-Programación del riego

La programación del riego consiste en la determinación de los intervalos de riego y de las láminas de riego correspondientes (calendarios de riego) a fin de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

Es imposible recomendar de manera universal un programa de riego por la cantidad de factores que afectan el consumo de agua por los cultivos; además los cultivos mismos difieren en su tolerancia al abatimiento del nivel de humedad aprovechable del suelo (f). Sin embargo con los conceptos enumerados anteriormente es relativamente sencillo calcular los calendarios de riego.

De manera general, para elaborar un programa de riego se sigue el procedimiento siguiente:

Determinación de las fechas de siembra y cosecha para definir el periodo de desarrollo del cultivo.

Subdivisión del ciclo vegetativo en las fases fenológicas típicas del cultivo.

Cálculo de la ETo en función del clima y las necesidades hídricas y la ETp correspondiente de acuerdo a los "Kc" de cada período.

Determinación de la Humedad Total Aprovechable del suelo (HTA) y la Humedad Fácilmente Aprovechable (HFA).

Ejecución de un balance, sustrayendo las necesidades de riego a la humedad residual del período anterior, hasta agotar la humedad fácilmente aprovechable o la humedad límite establecida por el agricultor.

Una vez agotada la humedad convenida, restituir el nivel de humedad establecido como límite superior (generalmente la humedad a capacidad de campo) mediante el riego.

7.26.16.-Factores que afectan la evapotranspiración

En general, la evapotranspiración depende de factores hídricos, edáficos, vegetales y climáticos. A continuación se mencionan los más importantes dentro de cada uno de los cuatro grupos de factores:

Hídricos: calidad y disponibilidad del agua de riego, método de riego, eficiencia en el riego, drenaje.

Edáficos: Propiedades físicas y químicas del suelo como textura, estructura, materia orgánica, salinidad, profundidad, fertilidad, estratificación, etc.

Vegetales: variedad, especie, ciclo vegetativo, edad, características morfológicas de los estomas, etc.

Climáticos: temperatura, humedad relativa, precipitación, viento, radiación solar, etc.

7.26.17.-Métodos para medir o estimar la evapotranspiración

Los procedimientos para estimar o medir la evapotranspiración se clasifican en directos e indirectos. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación. Los segundos en forma indirecta obtienen una estimación del consumo de agua a través de todo el ciclo vegetativo, mediante la utilización de fórmulas empíricas.

Cabe aclarar que la mayoría de las fórmulas empíricas en uso, que sirven para estimar la evapotranspiración de los cultivos y que utilizan datos meteorológicos, se basan en una primera estimación de la evapotranspiración potencial y luego mediante el ajuste con ciertos coeficientes previamente obtenidos en la zona, para cada cultivo y otras condiciones variantes que afectan la evapotranspiración.

7.26.17.1.-Directos

- a) Método gravimétrico
- b) Método del lisímetro

7.26.17.2.-Indirectos:

- a) Método del tanque evaporímetro
- b) Método de Blanney-Criddle
- c) Método de Penman Monteith

7.26.17.3.-Precipitación efectiva

No toda la lluvia precipitada es aprovechada por los cultivos, ya que las condiciones físicas del suelo, así como el estado de humedad del mismo en el momento de la lluvia, condicionan la fracción aprovechable de ésta.

Depende de:

- Precipitación
- Intensidad de la precipitación
- Velocidad de infiltración del suelo
- Condiciones de humedad del suelo en el momento de la lluvia
- Capacidad de almacenamiento del suelo

Para calcular la precipitación efectiva se pueden utilizar diferentes métodos o ecuaciones:

a) Ecuación de Prescott y Anderson

$$P_{mc} = 0.9 E_v^{0.75}$$

P_{mc} = es la precipitación media calculada, en cm.

E_v = es la evaporación medida en el tanque evaporímetro tipo A, en cm.

Si $P_{mc} > P_m$ entonces $P_e = 0$

Si $P_{mc} < P_m$ entonces $P_e = 0.8 P_{mc}$

P_m = es la precipitación media mensual, en cm.

b) Ecuación de Zierold y Palacios

Para lluvias menores de 2.5 cm

$$P_e = P_t - 0.05 P_t^2$$

Para lluvias mayores de 2.5 cm

$$P_e = 1.27 P_t^{0.75} - 0.806 P_t^{1.5}$$

P_e es la precipitación efectiva (mm)

P_t es la precipitación observada o medida (mm)

c) El método de porcentaje fijo de precipitación

$$P_e = k P$$

k = Fracción fija (0-1) establecida arbitrariamente

P = Precipitación total

d) Método de la precipitación fiable

$$P_e = 0.6 P - 10 \quad \text{para } P \leq 70 \text{ mm/período}$$

$$P_e = 0.8 P - 24 \quad \text{para } P \geq 70 \text{ mm/período}$$

P es la precipitación media mensual (mm)

e) Método del Servicio de Conservación de suelos

Para calcular la Precipitación efectiva se utiliza la ecuación:

$$Pe = f(HTA) \left[1.25P^{0.824} - 2.93 \right] 10^{0.000955ETp}$$

Donde;

P es la precipitación media mensual (mm)

ETp es la evapotranspiración potencial mensual (mm/mes)

f (HTA) se calcula con la siguiente ecuación:

$$f(HTA) = 0.53 + 0.0116 HTA - 8.94 \times 10^{-5} HTA^2 + 2.32 \times 10^{-7} HTA^3$$

HTA es la Humedad Total Aprovechable (mm)

7.26.18.-Cálculo del Requerimiento (Necesidades) de riego del cultivo (NRC)

Para determinar el requerimiento de riego diario, mensual o de todo el ciclo vegetativo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$NRC = ETp - Pe$$

Es recomendable para riego por gravedad calcular las NRC de manera mensual, mientras que para riego presurizado es recomendable calcular el NRC de manera diaria.

7.26.19.-Calendario de riego (Programación de riego)

El requerimiento de riego y la respuesta al riego en los cultivos varía con el tipo de suelo, tipo de planta, etapa de desarrollo y condiciones de clima. Los cultivos difieren en su tolerancia para soportar una disminución del contenido de agua en el suelo antes de volver a irrigarse. La mayoría de las hortalizas sufren de estrés si la humedad aprovechable se consume por debajo del 50%, aún cuando la demanda evapotranspirativa no sea grande.

Los programas de riego para cada cultivo deben variar de acuerdo a las condiciones prevalecientes de clima y suelo. Donde el agua es escasa o cara, el riego puede ser calendarizado para maximizar la producción del cultivo por unidad de agua aplicada. Donde la tierra cultivable es más escasa que el agua, el riego puede ser calendarizado para maximizar la producción del cultivo por unidad de área sembrada. Sin embargo, en ciertas situaciones los calendarios de riego pueden ser modificados para minimizar los costos de irrigación o para facilitar algunas labores del agricultor;

por ejemplo, para estimular la germinación, para controlar la temperatura atmosférica o el nivel de agua subterránea o para abastecer las necesidades de lavado.

La programación del riego consiste en la determinación de los intervalos de riego y las láminas de riego correspondientes, a fin de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

7.26.20.-Procedimiento general para determinar un programa o calendario de riego

Determinación de las fechas de siembra y cosecha para definir el período de desarrollo del cultivo

Subdivisión del ciclo vegetativo en las fases fenológicas típicas del cultivo

Cálculo de ET_o en función del clima y las necesidades hídricas, y ET_p correspondientes de acuerdo con los K_c de cada período

Determinación de la Humedad Total Aprovechable del diseño y Humedad Fácilmente Aprovechable

Ejecución de un balance sustrayendo las necesidades de riego ($ET_p - P_e$) a la humedad residual del periodo anterior, hasta agotar la humedad fácilmente aprovechable o la humedad límite establecida por el agricultor

Una vez agotada la humedad convenida, restituir el nivel de humedad establecido como límite superior (generalmente humedad a capacidad de campo) mediante el riego.

7.27.-DISEÑO AGRONÓMICO E HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO

En todo proyecto referente a la irrigación, siempre se comienza calculando las necesidades de riego del cultivo y de ahí se va desde las pérdidas de carga de las líneas regantes, tuberías secundarias, distribuidoras, cabezal de riego y así hasta la línea de conducción y la fuente de abastecimiento.

La presión de opresión del sistemas y las pérdidas de carga del mismo tienen que ser menores que la presión disponible a utilizar la cual nos llega al cabezal del riego, ya nosotros vamos a utilizar la gravedad tenemos que hacer el correcto balance para que nuestro sistema pueda funcionar.

7.27.1.-Láminade riego

A forma general el objetivo principal del diseño es conocer la dosis de riego (L_r) para suministrarlo en periodos de tiempo conocido como intervalos de riego.

Se puede utilizar intervalos de riego de uno a cinco días.

$$Lr = IR * et$$

En donde:

Lr= intervalo de riego en días

Et= evapotranspiración pico del cultivo en mm/día

7.27.2.-Volumen de agua requerido por la planta

Se obtiene con el producto del área de sombreado (As) y la lámina de riego (Lr). En los cultivos ornamentales y hortalizas ésta es el área efectiva de terreno ocupado por el cultivo o cobertura vegetal completa. Por otra parte en los árboles frutales el área de sombreado considerada circular se estima a partir del área de la copa.

Este se obtiene dividiendo él Va entre las horas de operación del sistemas en cada sub unidad.

$$Va = \frac{As * et * Ir}{Ea}$$

En donde:

Va= volumen de agua requerido, en litros/ planta

As= área de sombreado, en m²

$$VA = (Sp * Sh) * \%As$$

Et=evapotranspiración pico, en mm/ día

Sh=separación entre hileras, en m.

Sp=separación entre plantas, en m.

%As= porcentaje de área de sombreado del cultivo (para maíz 0.75. Javier Martínez c. 2001)

Ea= eficiencia de aplicación en decimales (uniformidad de emisores * 0.90)

7.27.3.-Gasto requerido por la planta (qa).

$$qa = \frac{As * et * Ir}{To * Ea}$$

En donde:

Qa=gasto, en litros/hora

To= tiempo de riego, hrs.

7.27.4.-Número de emisores por planta y gasto de diseño.

Hace referencia al número de goteros que uno debe colocar en cada planta para entregar el volumen requerido, satisfaciendo así la demanda del cultivo.

$$n = \frac{\text{gastorequeridoporplantalt} \frac{\text{lt}}{\text{hr}}}{\frac{\text{gastonominaldelemisorlt}}{\text{hr}}}$$

Una vez obteniendo el número de emisores lo redondeamos al número entero y con dicho valor ajustamos el gato del emisor.

$$q \left(\frac{\text{lt}}{\text{hr}} \right) = \frac{\text{gastorequeridoporplanta}}{\text{numerodeemisoresporplanta}}$$

7.27.5.-Tiempo de riego

Se estima de la siguiente manera:

$$Tr = \frac{Va * Ir}{Ne * qe}$$

Donde:

Va= Volumen de agua requerido por el cultivo, en (litros/planta)

Ir= intervalo de riego, en días

Ne= número de emisores por planta

Qe= gasto del emisor, en (l/h)

7.27.6.-Dosis total de riego (Dp)

$$Dp = \frac{\sum Et * 10}{E}$$

Dp = es la cantidad de agua que se requiere reponer durante el desarrollo del cultivo (m^3/ha)

$\sum Et$ = es la evapotranspiración en todo el período de desarrollo del cultivo (mm)

E = es la eficiencia de riego (adimensional)

7.27.7.-Intervalo crítico de riego (Irc)

Este corresponde a la frecuencia de riego durante el período de mayor demanda de agua. El diseño de riego debe estar en función de esta frecuencia. Durante los meses cuando sea menor la evapotranspiración la frecuencia entre un riego y otro se puede alargar. El cálculo se hace a partir de la siguiente expresión:

$$Irc = \frac{Lr}{Et_{max}}$$

Irc = es el intervalo crítico de riego, en días.

Lr = es la lámina de riego a reponer, en cm.

Et_{max} = es la evapotranspiración del mes más crítico (mes con mayor Et), en cm.

7.27.8.-Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lr}{Va * E}$$

Tr = es el tiempo de riego sin cambio de posición de laterales, en horas

Lr = es la lámina de riego a reponer, en cm

E = es la eficiencia de riego, en adm

Va = es la velocidad de aplicación, en cm/h

$$Tr1 = Tr + tc$$

Tr1 = es el tiempo de riego con cambio de posición de laterales, en horas

tc = es el tiempo de demora para cambiar un equipo de un sector a otro. Esto sólo es válido si se trata de equipos portátiles, en horas.

7.27.9.-Superficie de riego diaria (Srd)

Es la superficie más grande que podrá regarse de acuerdo con el diseño y condiciones del sector y del cultivo.

$$Srd = \frac{Sup * 7 * Tr1}{Irc * js * jd}$$

Srd = es el área o superficie de riego diaria, en m²

Sup = es la superficie del terreno, en m²

Tr1 = tiempo de riego para sistemas portátiles, en horas

Irc = es el intervalo de riego crítico, en días

js = corresponde a los días de la semana que se trabajan, en días.

jd = corresponde a las horas diarias que se trabaja, en días.

7.27.10.-Número de laterales

Es el número de laterales que se requieren para regar la superficie de riego diaria (Am)

$$N = \frac{Srd}{L * Sl}$$

N es el número de laterales requeridos.

Srd= es la superficie diaria de riego, en m²

L = es la longitud de los laterales, en m

Sl = es la separación entre laterales, en m

7.27.11.-Número de aspersores

$$n = \frac{L}{Se} + 1$$

n = es el número de aspersores

L = es la longitud del lateral, en m

Se = es la separación entre aspersores, en m

8.-MATERIALES Y MÉTODOS

8. I.- ASPECTOS GENERALES.

Nombre de la obra:	Construcción de presa derivadora en el arroyo San Martin
Comunidad beneficiada:	Ejido de Presa San Antonio
Municipio:	Parras de la Fuente
Estado:	Coahuila
Inversión:	\$3,401,527.04
Finalidad de la obra:	Almacenar y derivar agua de manantial a través de una línea de conducción para el riego de 50 has.

8.2.-PROPÓSITO DE LA OBRA.

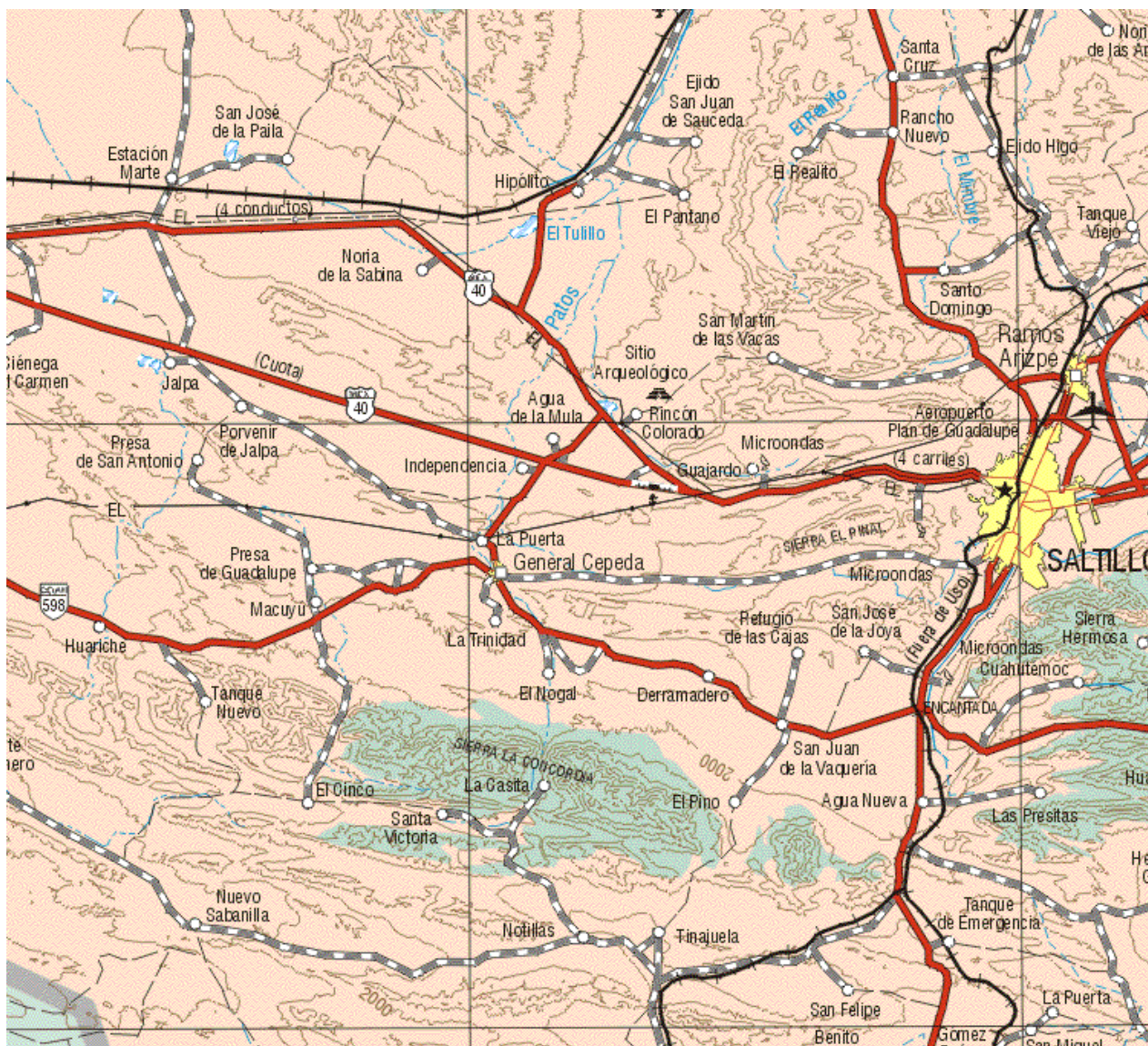
Utilizar racionalmente el agua del escurrimiento superficial almacenándolo y derivándolo hacia el área de siembra por medio de una tubería de 8" de diámetro y 7270 m de longitud.

8.3-LOCALIZACIÓN Y ACCESO.

El ejido Presa San Antonio, municipio de Parras de la Fuente, se ubica en las coordenadas 25°28'16.07" latitud norte y 101°44'32.88" longitud oeste a 1382 msnm. Para llegar al ejido se debe recorrer 100 km por la carretera libre desde la ciudad de Saltillo rumbo a Parras de la Fuente, pasando la cabecera municipal de General

Cepeda doblar a la derecha en el cruce al ejido Macuyú. A partir de este punto el camino es de terracería con una longitud de 28 kilómetros hasta llegar al ejido Presa de San Antonio.

La presa derivadora se pretende construir en el arroyo San Martín en las coordenadas 25°25'43.15" latitud norte y 101°46'44.99" longitud oeste, se localiza a 1446 m.s.n.m.



Vías de acceso al ejido Presa de San Antonio, municipio. Parras.

8.4.-CLIMATOLOGÍA.

El clima de la región es BSO hx', que se ubica dentro de los subtipos secos y semiáridos, con lluvias predominantes en el periodo de mayo-septiembre. El tipo de suelo es franco-limoso con una precipitación media anual de 350 mm y la vegetación es predominantemente matorral inerme, subinerme y de crasorosulifolius.

8.4.1.-Evaporación.

La evaporación que presenta es de 200 a 300mm. Siendo más alta a finales de primavera y todo el verano y la más baja en invierno. El más alto puede ser de hasta más de 300mm. Y el más bajo hasta de 100 mm.

8.4.2.-Vientos.

Los vientos predominantes soplan en dirección al norte, con velocidad de 8 km/h generalmente se presenta en los meses de febrero y marzo.

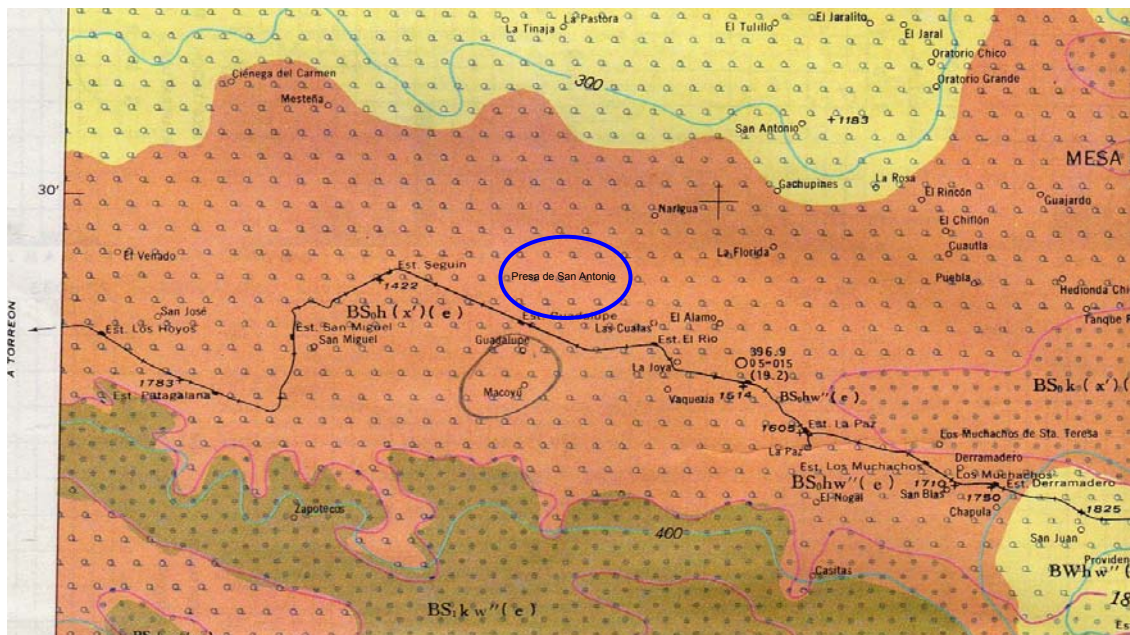
8.4.3.-Temperaturas.

La temperatura es extremosa varía considerablemente en algunas épocas del año, alcanzando 35°C en verano y con invierno con temperaturas de 6° bajo cero, considerando esto se alcanza una media anual de 14° C a 18° C.

8.4.4.-Régimen de lluvia.

La época de lluvia va de mayo a septiembre, el mes con más lluvias cuando se presentan es mayo el mes más seco es agosto.

8.5.-CARTOGRAFÍA DE CLIMAS



Ejido Presa de San Antonio, precipitación 350 mm

8.6.-ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

Para realizar el análisis del estudio hidrológico se tuvieron que tomar en cuenta los datos de la precipitación de la región del municipio de general cepeda, lo cual se describe en el cuadro 1. Conforme a las precipitaciones mostradas, se obtuvieron el periodo de retorno de lluvias máximas. Las curvas de probabilidad de precipitación de la zona se encuentran en el apéndice.

Cuadro.1 Precipitación media anual histórica de la estación climatológica del municipio de General Cepeda Coahuila.

DATOS DE PRECIPITACION MENSUAL POR AÑO Y MEDIA ANUAL mm													
ESTACION CLIMATOLOGICA GENERAL CEPEDA													
LATITUD: 25° 22' 59"				LONGITUD: 101° 28' 32"						ALTITUD:1400 mts			
MUNICIPIO: GENERAL CEPEADA										ESTADO: COAHUILA			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
1926	6,2	7,0	4,0	5,0	13,0	31,0	51,0	74,0	27,0	8,0	0,0	0,0	226,2
1927	0,0	4,0	0,0	13,0	10,0	80,0	149,0	75,0	95,0	7,0	5,0	29,0	467,0
1928	22,0	11,0	15,0	INAP	27,0	13,0	104,0	61,0	80,0	16,0	12,0	33,0	372,0
1929	20,0	0,0	INAP	INAP	23,0	3,0	97,0	20,0	40,0	11,0	370,0	7,0	591,0
1930	12,0	12,0	2,0	9,0	38,0	60,0	135,0	47,0	12,0	119,0	55,0	29,0	530,0
1931	49,0	37,0	4,0	11,0	35,0	59,0	339,0	65,0	19,0	12,0	inap	37,0	667,0
1932	INAP	21,0	8,0	INAP	INAP	60,0	50,0	77,0	168,0	INAP	19,0	0,0	403,0
1933	0,0	29,0	3,0	9,0	INAP	82,0	43,0	99,0	174,0	81,0	6,0	0,0	526,0
1934	7,0	2,0	0,0	9,0	9,0	57,0	78,0	64,0	65,0	30,0	0,0	5,0	326,0
1935	19,0	25,0	5,0	0,0	13,0	123,0	101,0	16,0	193,0	21,0	0,0	16,0	532,0
1936	1,0	0,0	4,0	8,0	55,0	0,0	119,0	58,0	39,0	10,0	21,0	17,0	332,0
1937	13,0	11,0	2,0	0,0	31,0	74,0	69,0	45,0	91,0	13,0	INAP	17,0	366,0

1938	INAP	INAP	5,0	3,0	23,0	110,0	140,0	107,0	44,0	INAP	23,0	24,0	479,0
1939	22,0	INAP	28,0	6,0	36,0	87,0	105,0	106,0	133,0	117,0	INAP	17,0	657,0
1940	17,0	15,0	5,0	0,0	26,0	82,0	99,0	226,0	30,0	30,0	29,0	54,0	613,0
1941	60,0	40,0	25,0	23,0	22,0	102,0	52,0	146,0	41,0	55,0	33,0	46,0	645,0
1942	13,0	21,0	9,0	INAP	8,0	58,0	95,0	91,0	183,0	86,0	1,0	INAP	565,0
1943	31,0	INAP	INAP	25,0	10,0	57,0	100,0	21,0	93,0	37,0	13,0	16,0	403,0
1944	7,0	7,0	19,0	0,0	8,0	40,0	37,0	132,0	63,0	7,0	23,0	3,0	346,0
1945	18,0	30,0	INAP	2,0	10,0	33,0	147,0	79,0	25,0	10,0	0,0	8,0	362,0
1946	13,0	3,0	1,0	68,0	18,0	40,0	89,0	82,0	55,0	49,0	26,0	13,0	457,0
1947	29,0	3,0	INAP	22,0	27,0	98,0	64,0	98,0	80,0	4,0	19,0	10,0	454,0
1948	13,0	5,0	8,0	3,0	20,0	52,0	50,0	25,0	205,0	46,0	3,0	1,0	431,0
1949	4,0	3,0	INAP	5,0	15,0	95,0	32,0	37,0	50,0	56,0	0,0	8,0	305,0
1950	INAP	INAP	24,0	10,0	31,0	10,0	138,0	113,0	49,0	11,0	INAP	0,0	386,0
1951	0,0	0,0	31,0	3,0	18,0	28,0	12,0	15,0	103,0	37,0	10,0	10,0	267,0
1952	0,0	INAP	0,0	16,0	12,0	83,0	54,0	12,0	12,0	0,0	0,0	2,0	191,0
1953	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	33,0	47,0	75,0	6,0	66,0	0,0	30,0	267,0
1954	0,0	0,0	0,0	15,0	15,0	30,0	30,0	54,0	24,0	20,0	5,0	0,0	193,0
1955	2,0	6,0	0,0	0,0	51,0	3,0	104,0	111,0	21,0	0,0	15,0	0,0	313,0
1956	0,0	0,0	0,0	6,0	12,0	12,0	80,0	29,0	10,0	10,0	12,0	0,0	171,0
1957	0,0	25,0	0,0	0,0	36,0	0,0	39,0	21,0	30,0	11,0	10,0	0,0	172,0
1958	5,0	5,0	0,0	0,0	7,0	106,0	5,0	58,0	81,0	120,0	30,0	16,0	433,0
1959	0,0	90,0	0,0	0,0	73,0	2,0	123,0	100,0	55,0	105,0	10,0	5,0	563,0
1960	7,0	15,0	0,0	5,0	0,0	5,0	75,0	115,0	15,0	30,0	0,0	25,0	292,0
1961	20,3	15,0	20,0	0,0	6,9	78,0	60,0	105,0	34,0	0,0	15,0	0,0	354,2
1962	20,0	10,0	10,0	20,0	0,0	35,0	30,0	65,0	45,0	0,0	14,0	39,5	288,5
1963	20,0	6,0	22,0	37,0	35,0	182,0	50,0	40,0	130,0	20,0	35,0	25,0	602,0
1964	0,0	10,0	35,0	35,0	45,0	32,0	45,0	20,0	125,0	17,5	32,0	7,5	404,0

1965	8,5	6,0	2,0	7,5	23,5	82,5	53,0	30,5	52,5	25,5	19,0	32,0	342,5
1966	51,0	14,0	6,0	27,8	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	98,8
1967	S/D	S/D	43,5	33,0	0,0	54,0	50,5	124,0	122,5	46,5	1,0	4,5	479,5
1968	S/D	S/D	12,5	22,0	16,0	38,0	79,0	174,0	151,0	1,0	7,0	5,0	505,5
1969	1,0	3,0	0,0	0,0	9,0	55,0	84,0	74,0	3,0	3,5	31,0	30,0	293,5
1970	17,0	28,0	0,0	0,0	4,0	46,0	48,0	40,0	69,0	4,0	0,0	0,0	256,0
1971	2,0	0,0	0,0	0,0	17,0	123,0	108,5	108,0	77,5	82,0	0,0	5,0	523,0
1972	1,0	1,0	1,0	11,0	55,0	82,0	88,0	108,0	23,0	6,0	13,0	3,0	392,0
1973	3,0	34,0	0,0	2,0	17,0	72,0	48,0	155,0	158,0	69,0	0,0	5,0	563,0
1974	4,0	0,0	12,0	4,0	2,0	13,0	54,0	56,0	81,0	27,0	7,0	11,0	271,0
1975	2,0	4,0	0,0	0,0	10,0	9,0	107,0	76,0	5,0	16,0	0,0	33,0	262,0
1976	3,0	0,0	0,0	15,0	60,0	51,0	165,0	88,0	69,0	27,0	74,0	34,0	586,0
1977	26,0	1,0	0,0	19,0	6,0	39,0	53,0	45,0	52,0	10,0	0,0	0,0	251,0
1978	10,0	2,0	1,0	0,0	14,0	68,0	64,0	107,0	151,0	21,0	0,0	16,0	454,0
1979	5,0	5,0	0,0	13,0	8,0	48,0	53,0	62,0	0,0	0,0	0,2	40,0	234,2
1980	2,0	19,0	0,0	5,0	1,0	4,0	38,0	24,0	50,0	39,0	14,0	1,0	197,0
1981	65,0	27,0	12,0	50,0	55,0	70,6	43,0	33,0	51,5	46,1	0,0	3,0	456,2
1982	0,0	13,0	0,0	61,0	59,0	1,0	58,0	61,0	19,0	15,0	61,0	19,0	367,0
1983	13,0	25,5	3,0	0,0	58,0	17,0	65,5	55,0	126,0	8,0	0,0	0,0	371,0
1984	53,0	0,0	0,0	0,0	49,0	34,0	107,0	26,0	S/D	6,5	0,0	18,0	293,5
1985	26,0	10,0	0,0	66,0	24,0	51,0	9,0	10,0	40,0	33,0	S/D	2,0	271,0
1986	1,0	0,0	0,0	12,0	15,0	119,0	49,0	37,0	108,0	48,0	4,0	51,0	444,0
1987	34,0	28,0	29,0	39,0	18,0	71,0	29,0	88,0	1,0	9,0	14,0	16,0	376,0
1988	16,0	0,0	5,0	25,0	14,0	83,0	105,0	95,0	95,0	11,0	0,0	0,0	449,0
1989	0,0	1,0	0,0	1,0	19,0	30,0	59,0	85,0	31,0	17,0	32,5	51,0	326,5
1990	5,0	8,0	6,0	16,0	22,0	15,0	106,0	81,0	90,0	31,0	0,0	0,0	380,0
1991	1,0	17,0	0,0	0,0	32,0	30,0	70,0	59,0	78,0	16,0	0,0	49,0	352,0

1992	78,5	15,0	0,0	5,0	62,6	7,0	63,0	63,0	79,0	4,0	32,0	0,5	409,6
1993	7,0	S/D	0,0	0,0	20,5	135,5	40,0	62,0	49,5	5,0	13,0	19,0	351,5
1994	0,5	0,0	18,0	24,0	4,5	51,5	24,5	36,0	20,5	16,0	0,0	26,5	222,0
1995	4,0	0,0	0,0	0,0	24,5	23,5	66,0	174,8	12,7	23,0	2,0	7,0	337,5
1996	8,0	1,0	0,0	0,0	93,5	77,5	99,5	88,0	32,0	13,5	6,0	0,0	419,0
1997	5,0	13,5	64,0	24,0	24,5	61,5	50,5	56,5	59,5	31,0	30,0	21,0	441,0
1998	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	96,5	35,0	78,0	16,5	0,0	290,0
1999	0,0	INAP	1,0	1,0	0,0	56,0	52,5	35,0	16,5	2,5	0,0	0,0	164,5
2000	0,0	INAP	8,0	INAP	21,0	0,0	56,0	42,0	39,5	27,0	25,5	28,0	247,0
2001	31,0	9,5	30,5	24,0	17,0	39,0	67,0	106,0	36,0	13,5	8,0	7,5	389,0
2002	0,0	41,0	11,0	47,0	18,0	24,5	131,2	37,0	129,0	73,5	13,0	0,0	525,2
2003	8,0	11,5	0,0	0,0	1,0	31,0	77,0	47,5	152,0	108,0	2,5	3,0	441,5
2004	18,0	10,0	13,5	17,0	15,0	92,0	107,5	120,0	115,5	35,5	14,0	1,0	559,0
2005	14,0	13,5	6,0	1,0	39,0	10,0	72,0	31,0	28,5	21,5	0,5	0,5	237,5
2006	35,0	0,0	2,5	0,0	6,5	8,0	36,0	74,5	80,5	5,5	0,5	0,0	249,0
2007	25,1	0,0	2,5	10,0	113,5	183,0	23,0	24,0	0,0	5,0	0,0	0,0	386,1
2008	25,0	0,0	0,0	12,0	120,5	22,5	288,6	78,4	0,5	0,0	0,0	N/D	547,5
2009	0,0	0,0	0,1	0,0	37,5	70,0	36,0	58,0	0,0	10,0	0,5	11,5	223,6
2010													364,6

Cuadro.2 Precipitación media anual histórica, estación climatológica del municipio de general cepeda.

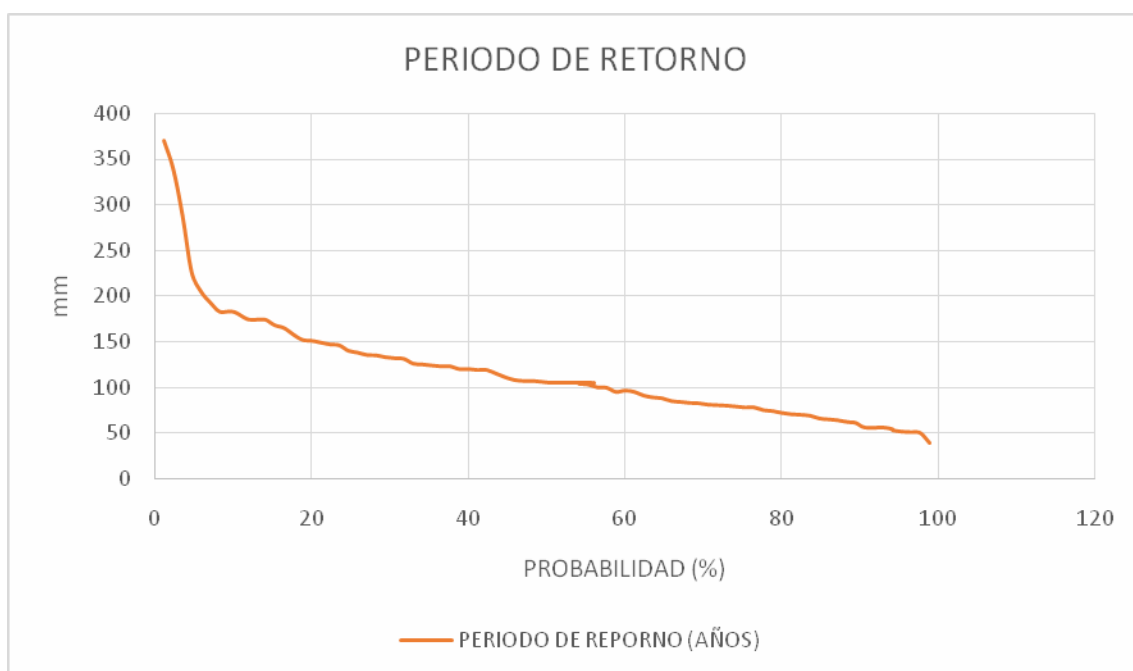
NUMEROS	AÑOS	LLUVIAS MAXIMAS (mm)	$(K - 1)^2$	PROBABILIDAD (P %)
1	1929	370	4,60945856	1,17647059
2	1931	339	3,54682014	2,35294118
3	2008	288,58	2,11546136	3,52941177

4	1940	226	0,85045325	4,70588235
5	1948	205	0,55292415	5,88235294
6	1935	193	0,41155428	7,05882353
7	1942	183	0,30966093	8,23529412
8	2007	183	0,30966093	9,41176471
9	1963	182	0,30026734	10,2882353
10	1995	174,8	0,23690445	11,7647059
11	1933	174	0,23032711	12,9411765
12	1968	174	0,23032711	14,1176471
13	1932	168	0,18394852	15,2941177
14	1976	165	0,16271241	16,4705882
15	1973	158	0,11822532	17,6470588
16	2003	152	0,08573607	18,8235294
17	1978	151	0,08082758	20
18	1927	149	0,07144464	21,1764706
19	1945	147	0,06264042	22,3529412
20	1941	146	0,05845533	23,5294118
21	1938	140	0,03638308	24,7058824
22	1950	138	0,03018311	25,8823529
23	1993	135,5	0,02324698	27,0588235
24	1930	135	0,02196826	28,2352941
25	1939	133	0,0172151	29,4117647
26	1944	132	0,01505554	30,5882353
27	2002	131,2	0,01343206	31,7647059
28	1983	126	0,00513647	32,9411765

29	1964	125	0,00398967	34,1176471
30	1967	124	0,00298755	35,2941177
31	1959	123	0,00213012	36,4705882
32	1971	123	0,00213012	37,6470588
33	1958	120	0,0004259	38,8235294
34	2004	120	0,0004259	40
35	1936	119	0,00014718	41,1764706
36	1986	119	0,00014718	42,3529412
37	1960	115	0,00047914	43,5294118
38	1955	111	0,00312599	44,7058824
39	1972	108	0,00663027	45,8823529
40	1975	107	0,00808772	47,0588235
41	1990	107	0,00808772	48,2352947
42	2001	106	0,00968986	49,4117647
44	1961	105	0,01143667	50,7647059
45	1988	105	0,01143667	55,9411765
46	1928	104	0,01332817	54,1176471
47	1951	103	0,01536435	55,2941177
48	1943	100	0,02234096	56,4705882
49	1998	99,5	0,02363033	57,6470588
50	1947	95	0,03686227	58,8235294
51	1998	96,5	0,03212609	60
52	1949	95	0,03686227	61,1764706
53	1937	91	0,05108356	62,3529412
54	1946	89	0,05906229	63,5294118

55	1987	88	0,06326868	64,7058824
56	1989	85	0,07675592	65,8823529
57	1969	84	0,08154103	67,0588235
58	1952	83	0,08647082	68,2352941
59	1965	82,5	0,08898997	69,4117647
60	1974	81	0,09676444	70,5882353
61	2006	80,5	0,09942827	71,7647059
62	1956	80	0,10212827	72,9411765
63	1992	79	0,10763678	74,1176471
64	1934	78	0,11328998	75,2941177
65	1991	78	0,11328998	76,4705882
66	1953	75	0,13111764	77,6470588
67	1926	74	0,13734955	78,8235294
68	2005	72	0,15024743	80
69	1981	70,6	0,15962028	81,1764706
70	2009	70	0,16372402	82,3529412
71	1970	69	0,17067934	83,5294118
72	1985	66	0,19241338	84,7058824
73	1962	65	0,19994742	85,8823529
74	1997	64	0,20762614	87,0588235
75	1979	62	0,22341762	88,4117647
76	1982	61	0,23153039	89,4117647
77	1999	56	0,27426441	90,5882353
78	2000	56	0,27426441	92,9411765
79	1954	54	0,29237079	94,1176471

80	1977	53	0,301641	94,1176471
81	1994	51,5	0,31581758	95,2941177
82	1966	51	0,32061545	96,4705882
83	1980	50	0,3303197	97,6470588
84	1957	39	0,44661538	98,8235294



		$\sum = 9876.18$	$k = \frac{prec}{media}$
			$p = \left(\frac{n}{m + 1} \right) * 100$

Cuadro.3 Curva de la probabilidad de las precipitaciones máximas diarias.

8.7.-CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.

8.7.1.-Vegetación.

Presenta áreas con degradación reflejando escasa cobertura vegetal predominan los matorrales mesclado con los pastizales desérticos de tipo osetofilo, 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 está bajo alguna categoría de erosión hídrica ya sea moderada o ligera.

8.7.2.-Geología.

Tipo de roca del que está compuesto el suelo pertenece al aluvial de origen sedimentario, construido básicamente por lutitas arenisca.

8.7.3.-Características del suelo.

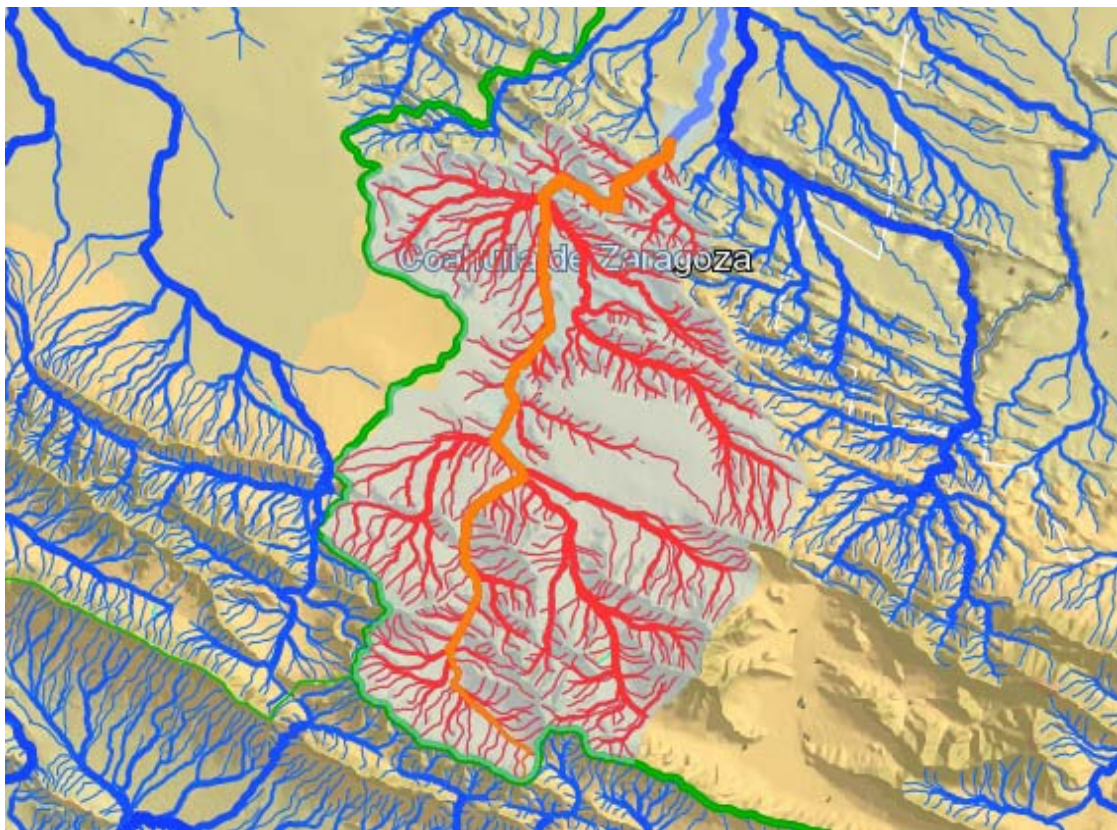
Presenta zonas accidentadas como lomerío y valle. En el lomerío la vegetación se caracteriza por el matorral micrófilo como la gobernadora, hojasén, hierba del burro, uña de gato y chaparro prieto. En el valle, la vegetación que se desarrolla es el matorral micrófilo inerme. Durante el período de 1961 a 2003 las estadísticas reportadas por el INIFAP de la precipitación media anual del municipio de General Cepeda son de 350 mm anuales, registrándose normalmente en los meses de junio a septiembre.

Las áreas de erosión más evidentes tienen su causa, principalmente en forma tradicional de los usos del suelo (agricultura y ganadería) encontrándose principalmente dentro de las áreas de agricultura y que pasan el mayor tiempo del año sin cultivar, presentando una erosión eólica moderada

8.8.-CUENCA HIDROLÓGICA

La obra deriva del sistema de entarquinamiento tiene una cuenca de 249.22 km². Tomando en cuenta las precipitaciones medias anuales, el volumen de escurrimiento anual es de 8,722,700 m³.

CUENCA HIDROLÓGICA DE PRESA DE SAN ANTONIO



Indicadores del Cauce Principal

Propiedad	Valor
Elevación máxima	2388 m
Elevación media	1912 m
Elevación mínima	1436 m
Longitud	32856 m
Pendiente Media	2.8974 %
Tiempo de Concentración	224.26 (minutos)
Área Drenada	249.22 km ²

Área de la cuenca	249.22 km²=249,220,000 m²
Precipitación media anual	350 mm = 0.35 m
Volumen anual por lluvia precipitada	16,000,000 m ³

Coefficiente de escurrimiento	0.1 = 10%
Volumen anual escurrido	8,722,700 m ³
Volumen aprovechable	60% = 5,233,620 m ³

8.9.-COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTOS.

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento, se toman en cuenta las cartas topográficas de la región (instituto nacional de estadística, geográfica e informática, 1992), los cálculos incluyen valores del cuadro 1 y que a su vez hace uso de la siguiente ecuación:

$$ce = \frac{Ac + Pm + Cv + Gs}{4}$$

$$ce = \frac{0.15 + 0.05 + 0.10 + 0.15}{4}$$

$$ce = 0.1125$$

Cuadro.5 Coeficiente de escurrimiento de la cuenca en estudio		
Descripción	Área de la cuenca	Coefficiente de escurrimiento
Área de la cuenca	249.22 km ²	0.15
Precipitación	350 mm.	0.05
Cubierta vegetal	Bosque matorral	0.10
Permeabilidad del terreno	Moderada permeabilidad	0.15

Cuadro.6 coeficientes de escurrimientos		
Coefficiente de escurrimiento	área de la cuenca (Km²)	$\frac{ce}{Ac}$
Por área de cultivo.	Menor de 10	0.20

	11 a 100	0.15
	101 a500	0.10
Coefficiente de escurrimiento por precipitación.	Precipitación anual (mm)	media $\frac{ce}{pm}$
	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
Coefficientes de escurrimientos por cubierta vegetal.	Cubierta vegetal	$\frac{ce}{cv}$
	Bosque matorral	0.005 a 0.20
	Pastos y cultivos	0.01 a 0.30
	Sin vegetación	0.25 a 0.50
Coefficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno.	Grupos de suelos	$\frac{ce}{Gs}$
	Alta permeabilidad	0.05 a 0.25
	Moderada permeabilidad	0.15 a 0.30
	Baja permeabilidad	0.25 a 0.60

8.9.1.-Escurrecimiento medio anual.

Considerando el área de la cuenca 249.22 km² y su precipitación media anual de la zona de los últimos años 350 mm. El cálculo del escurrimiento media anual se realizó aplicando la siguiente formula.

$$EMa = (A * Ce * pm)$$

Donde:

EMa= escurrimiento medio anual ($\frac{m^3}{año}$)

Ce=coeficiente de escurrimiento

A= área de la cuenca (m^2)

Pm= precipitación media anual (m)

$$EMa = (249,220,000 \text{ m}^2 * 0.1125 * 0.35 \text{ m})$$

$$EMa = 8,722,700 \text{ m}^3$$

8.9.2.-Calculo del volumen anual escurrido.

El cálculo del volumen anual por lluvia se calcula de la siguiente manera. Multiplicando el escurrimiento medio anual por el coeficiente de escurrimiento. Este coeficiente se estima por valores promedios de los escurrimientos anuales. Debido a que los escurrimientos en el año son muy uniformes o muy variable, ocurren escurrimientos hasta de un 50%, 30%, 20%, 5%, 4% aproximadamente. En esta zona y para este lugar se estiman el coeficiente de escurrimiento para la región de 0.1125 que es igual a un 11.25% que dependen mucho de los parámetros como son: área de la cuenca, precipitación, cobertura vegetal y la permeabilidad del terreno.

$$Vaesc = (ce * EMa)$$

Donde:

Ce= coeficiente de escurrimiento

EmA= escurrimiento media anual, en m^3 / año

$$Vaesc = (0.1 * 8,722,700 \text{ m}^3)$$

$$Vaesc = 872,270 \text{ m}^3$$

8.9.3.-Calculo del volumen aprovechable medio anual

$$VAMA = 0.7(EMa)$$

$$VAMA = 0.7(8,722,700 \text{ m}^3)$$

$$VAMA = 6,105,890 \text{ m}^3$$

8.9.4.-Calculo de la avenida máxima.

Para el cálculo de la avenida máxima se utilizó el método de Dickens traducido al sistema métrico.

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

Donde:

$$Q = \text{Gastodelproyecto, en } \left(\frac{m^3}{seg}\right)$$

$$A = \text{Areadelacuencaden } (km^2)$$

$C = \text{coeficiente que depende de las características de cuenca y de la precipitación.}$

0.0139=factor de conversión y de homogeneidad de unidades

$$Q = 0.0139(300)(249.22 km^2)^{0.75}$$

$$Q = 0.0139(300)(249.22 km^2)^{0.75}$$

$$Q = 261.56 \frac{m^3}{seg}$$

La secretaría de comunicaciones y transportes propone valores de C extraídos del “manual para ingenieros de carreteras” de Harger y Bonney.

características topográficas de la cuenca	Para precipitaciones de 10 cm en 24 horas.	para precipitaciones de 15 cm en 24 horas
Terreno plano	200	300
Con lomerío suave	250	325
Con mucho lomerío	300	350

8.10.-CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

Obra para retención de agua de escurrimiento superficial provocado por las lluvias.

El muro de retención se construye con mampostería. Esta obra cuenta con un vertedor de demasías y obra de toma.

Longitud de la cortina	48 m
Ancho de la corona	1 m
Altura máxima	7 m
Elevación de la corona	1453 msnm
Elevación de embalse máximo	1,454.87 msnm
Ancho de la base	6 m
Talud aguas arriba	0.0
Talud aguas abajo	0.625

8.11.-OBRAS DE EXCEDENCIAS

El vertedor de demasías de la obra de almacenamiento tiene capacidad para desfogar 261.56 m³/seg. Para calcularlo se usó la siguiente fórmula:

$$Q = b m (2g)^{1/2} h^{3/2}$$

Dónde: m- coeficiente de gasto

b- ancho del vertedor

h- carga sobre el vertedor

$$b = 48 \text{ m}$$

$$m = 0.48$$

$$h = 1.87 \text{ m}$$

$$H = \left(\frac{Q}{bm(2g)^{1/2}} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{261.56}{48 * 0.48m(2 * 9.81)^{1/2}} \right)^{2/3} = 1.87m$$

Estimación de los coeficientes de seguridad del muro de ciclópeo.

Son obras hidráulicas para su desarrollo a nivel mundial en la construcción de barreras o un muros de ciclópeo con una altura (h) hasta la cresta desde el nivel del suelo de 7 m, más la altura del nivel del agua H= 1.87 m, cuya finalidad es restringir el paso de un flujo del agua de un río, el peso específico del ciclópeo (γ_c) es de $2,300 \frac{kg}{m^3}$, (B) es la sección del muro de un metro de ancho, el peso específico del agua (γ) es de $1000 \frac{kg}{m^3}$.

A continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

8.12.-CALCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO

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

Dónde:

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

B = sección del muro de un metro de ancho

8.12.1.-Tenemos que el área del diagrama de presiones es:

$$A_{D.P} = \left(\frac{\gamma(h_p + h_{carga}) + \gamma(h_{carga})}{2} \right) h_p$$

$$A_{D.P} = \left(\frac{(1000 \frac{kg}{m^3} (7m + 1.87m) + (1000 \frac{kg}{m^3} * 1.87m))}{2} \right) * 7m$$

$$A_{D.P} = 37,590 \frac{kg}{m}$$

8.12.2.-Calculo de la fuerza resultante de la presión hidrostática.

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

$$F_{R.P.H} = 37,590 \frac{kg}{m} * 1m$$

$$F_{R.P.H} = 37,590 kg$$

$$F_{R.P.H} = 37.59 \text{ ton}$$

8.12.3.-Calculo del Peso del muro (pw) Área:

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

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

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

8.12.4-Volumen:

$$V = A * B$$

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

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

8.12.5.-Peso del muro

$$P_w = (v)(\gamma_{\text{ciclopeso}})$$

$$P_w = (24.5 \text{ m}^3) \left(2,300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$P_w = 56350 \text{ kg}$$

$$P_w = 56.35 \text{ ton}$$

8.12.6.-Calculo de la fuerza resultante:

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

$$\alpha = \frac{37.59 \text{ ton}}{56.35 \text{ ton}}$$

$$\tan^{-1}(\alpha) = 0.667$$

$$\alpha = 33^\circ 42' 23.36''$$

$$x^2 = ((56.35 * 56.35) + (33.005 * 33.005)) = 4588.33$$

$$f_r = \sqrt{4588.33} f_r = 67.73 \text{ ton}$$

Revisión por volteo

$$f_s = \frac{\text{fuerza resistente}}{\text{fuerza actuante}} > 1$$

$$f_s = \frac{56.35}{37.59} = 1.49$$

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.

8.13.-OBRA DE CONDUCCIÓN

Para determinar el gasto en la línea de conducción, se obtiene mediante el cálculo de tuberías equivalentes simples, con una longitud de 7270 m las tuberías con un diámetros de 8 pulgadas, con una elevación a favor de 68 m. de altura, desde la obra de toma hasta sistema de abastecimiento para el ejido.

8.13.1.-Ecuación de Hazen-Williams

$$Q_x = \left(\frac{hf [(D)^{4.87}]}{1.21 * 10^{10} (L)} \right)^{0.54} C$$

$$Q_x = ?$$

$$D \propto 203.4 \text{ mm}$$

$$Q_x = \left(\frac{(68m)(203.4)^{4.87}}{1.21 * 10^{10} (7270m)} \right)^{0.54} 150$$

$$C \propto 150$$

$$L \propto 7270 \text{ m}$$

$$Q_x = 50.8 \frac{l}{s}$$

$$hf = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{[(D)^{4.87}] \right) \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L \right)$$

$$hf_1 = \left(\left(\frac{1.21 * 10^{10}}{[(203.4 \text{ mm})^{4.87}] \right) \left(\frac{50.8 \frac{l}{s}}{150} \right)^{1.852} 7270 \text{ m} \right)$$

$$hf_{total} = 67.9 \text{ m}$$

Nota: se dice que la suma de la pérdida de carga en ecuación de Hazen- Williams debe de ser igual $Hf_{A-B} = 67.9 \text{ m} = 68 \text{ m}$.

8.13.2.-Diseño de la línea de conducción

Para hacer el diseño de la línea de conducción, se tuvo que levantar el perfil topográfico para ver la pendiente, longitud y otros factores que impactan técnica y económicamente a nuestro proyecto.



Plano de línea de conducción con su perfil topográfico.

Perfil de la línea de conducción de la obra de toma de la presa de la pila de almacenamiento.

Los cálculos de gasto (Q) los vamos a obtener mediante la ecuación de Hazen-Williams así como las pérdidas.

La línea de conducción tiene una capacidad para conducir un caudal de 58.8 lt/seg, desde la obra de toma hasta el área de descarga. La línea de conducción funcionará por gravedad y tendrá una longitud de 7,270 m y un diámetro de 8 pulgadas.

9.-RESULTADO Y DISCUSIÓN

9.1.-DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Información técnica del cultivo.

Información del sistema de Riego por goteo riego

Cultivo	maíz
----------------	------

Fecha de siembra	15 de mayo
Fecha de cosecha	15 de noviembre
Días a la madurez fisiológica	180
Separación entre plantas	0.30
Separación entre hileras	1.8

9.2.-COEFICIENTE DE Kc

Los coeficientes de kc se determinan por medio de tablas ya establecidas los cuales van en función del desarrollo del cultivo

Coeficiente de Kc (FAO (Fasículo No. 2 Tabla 28 kc Cultivo))

Mes	Coeficiente Kc
Mayo	0.40
Junio	0.40
Julio	0.8
Agosto	0.8
Septiembre	1.15
Octubre	0.75

Como el Kc más alto es del mes de septiembre también ese lo tomamos para el diseño ya que es el mes que se manifiesta más crítico.

Kc= 1.15

9.3.-DETERMINACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

De acuerdo a la revisión bibliográfica, por cuestiones de datos, utilizaremos el método de Blaney- Criddle, que es uno de los métodos que nos da una aproximación de la evapotranspiración del cultivo.

Los cuales se realizaron con un programa codificado por su servidor, en una hoja de cálculo, determinando la evapotranspiración del cultivo así como la precipitación efectiva con el método de blaney.

Datos climáticos 1971-200

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación mm	Evaporación mm
	Máxima	Mínima	Promedio		
ENERO	22.80	3.90	13.35	13.5	116.5
Febrero	25.20	5.70	15.45	6.4	137.1
Marzo	30.20	7.90	19.05	4.4	206.9
Abril	33.10	10.00	21.55	11.8	225.1
Mayo	36.10	13.80	24.95	30.5	241.4
Junio	37.10	16.60	26.85	46.2	227.6
Julio	34.80	14.90	24.85	68.6	206.1
Agosto	33.90	15.10	24.50	61.2	189.1
Septiembre	34.50	13.30	23.90	62.4	158.9
Octubre	31.40	10.60	21.00	26.0	146.9
Noviembre	26.30	5.80	16.05	15.7	124.2
Diciembre	24.10	4.00	14.05	22.8	107.2
ANUAL	30.79	10.13	20.46	369.5	1,087.0

9.4.-MÉTODO: BLANEY -CRIDDLE

Mes	Duración	Tiempo	T+17.8/21.8	P%	F	Kt
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						

Mayo	1	24.95	1.96	9.37	18.37	1.02
Junio	1	26.85	2.05	9.28	19.01	1.08
Julio	1	24.85	1.96	9.49	18.57	1.01
Agoto	1	24.50	1.94	9.11	17.67	1.00
Septiembre	1	23.90	1.91	8.31	15.90	0.98
Octubre	1	21.00	1.78	8.05	14.34	0.89
Noviembre						
Diciembre						
					103.85	

Nota: la evapotranspiración esta en milímetros.

FKt	Kc	ET'	ET/MES		ET/DIA	ET ACUM.
18.68	0.40	7.47	80.28	31	2.59	80.28
20.45	0.40	8.18	87.93	30	2.93	168.21
18.82	0.80	15.06	161.80	31	5.22	330.00
17.71	0.80	14.17	152.30	31	4.91	482.30
15.64	1.15	17.99	193.34	30	6.44	675.64
12.81	0.75	9.61	103.25	31	3.33	778.89
		72.48	778.89			

La evapotranspiración máxima = 6.44 mm/día

Requerimiento de riego total durante todo el ciclo vegetativo

Mes	Precipitación mm	PP EFECTIVA *	RR MENSUAL (mm)	RR MESUAL ACUM.
Enero	13.5			
Febrero	6.4			
Marzo	4.4			
Abril	11.8			
Mayo	30.5	22.90	64.82	64.82
Junio	46.2	30.08	65.98	130.80
Julio	68.6	52.12	151.18	281.98
Agosto	61.2	47.47	143.89	425.87
Septiembre	62.4	37.45	72.76	498.63
Octubre	26	20.95	69.29	567.92
Noviembre	15.7			
Diciembre	22.8			
	369.5	210.97	567.92	

*La precipitación efectiva se calcula con el método de Blaney y Criddle (R.A.S.P.A)

Requerimiento hídrico del maíz

Cultivo	Coefficiente cultivo	del Evapotranspiración de los cultivos Et (mm/día)
Maíz	1.15	6.44

9.5.-DISEÑO AGRONÓMICO

De acuerdo a las fórmulas que se encuentren en la revisión bibliográfica, su servidora codificó un programa en la hoja de Excel para facilitar los cálculos agronómicos del sistema de riego.

La tabla muestra los resultados del diseño agronómico.

# de Lote	Área (ha)	Espaciamientos Entre surcos (m):	Qe(lph/m):	Lámina horaria (mm/hr):	QR (lps):
1	50	1,8	3,33	1,85	257,20

AREA REGABLE		
A=	$Q \cdot H \cdot (IR - F)$	
	LB	
Q=	180	m3/hr
LB	0,00644	m
H	1	hr/hr
IR	24	horas
F	2	horas
A	614906,83	m ²
		61,49 has
SUPERFICIE DE PROYECTO		50,00 HAS

CINTILLA		
SELECCIÓN DE EMISOR DE RIEGO		
TIPO:	CINTA CALIBRE 10 MIL	
PRESION DE OPERACIÓN:	10	MCA
MODELO:	I TAPE	
GASTO POR GOTERO:	1	LPH
SEPARACION ENTRE GOTEROS	0,3	MTS
SEPARACION ENTRE REGANTES	1.80	MTS
NUMERO DE REGANTES	1	PZ
LAMINA DE IRRIGACION	1,85	mm/Hr

CALCULO DEL TIEMPO DE RIEGO PARA APLICAR LA LAMINA DIARIA		
TIEMPO DE RIEGO:	3,48	HR
GASTO POR UNIDAD DE SUPERFICIE	1,54	LPS/HA
SUPERFICIE FACTIBLE DE REGARSE POR TURNO	32,40	HAS

NUMERO DE TURNOS PARA REGAR LA TOTALIDAD DE LA SUPERFICIE	1,54	TURNOS
	2,00	TURNOS
TIEMPO TOTAL DE RIEGO POR DÍA	6,96	HORAS

9.5.1.-ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO.

Construcción de la presa de mampostería ejido Presa de San Antonio, municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.

Análisis por concepto.

Relación de agregados para un m³ 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

Componente de mezclas para la construcción total de la obra.

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	337.67	57.40	236.37	202.60	202.60

Fuente de financiamiento de la presa de mampostería.

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	Ton	57.40	2,457.00	141,031.80	119,877.03	21,154.77
Arena	m ³	236.37	290.00	68,547.30	58,265.21	10,282.10
Grava	m ³	202.60	290.00	58,754.00	49,940.90	8,813.10
Piedra bola	m ³	202.60	304.50	61,691.70	52,437.95	9,253.76
Mano de obra que considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento y desplante de cortina, construcción de la presa.	jornal	341.30	147.70	50,410.01	42,848.51	7,561.50
TOTAL:				380,434.81	323,369.59	57,065.22
				%	100	85
					85	15

9.5.2.-ATRAQUES DE MAMPOSTERÍA

9.5.2.1.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Unidad de medida	m ³
Fabricación y colado de atraques de concreto simple f'c= 150kg/cm ² tipo encofrado para protección de tubería en cauce de arroyo acabado no aparente con medidas de 1.20 m de largo x 0.80 m de alto a cada 30 m de distancia entre cada atraque.	Pza.	242	m ³	116.16

Relación de agregados para un m³ 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

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	116.16	19.747	81.312	69.696	69.696

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE (\$)	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	Ton	19.747	2,457.00	48,518.38	41,240.62	7,277.76
Arena	m ³	81.312	290.00	23,580.48	20,043.41	3,537.07
Grava	m ³	69.696	290.00	20,211.84	17,180.06	3,031.78
Piedra bola	m ³	69.696	304.50	21,222.43	18,039.07	3,183.36

Mano de obra que considera: Limpia y trazo, excavación para empotramiento	Jornal	94	147.70	13,883.80	11,801.23	2,082.57
TOTAL:				127,416.93	108,304.39	19,112.54
				100%	85%	15%

9.5.2.2.-REGISTRO DE ALBAÑIL CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Unidad de medida	m ³
Fabricación de registro de albañil con muros de mampostería de 20 cm de espesor, de f'c=150kg/cm ² asentado con arena cemento acabado no aparente, de 1.0 m x 1.0 y tapa metálica a base de ángulo y placa de acero.	Pza.	24	m ³	11.52

Relación de agregados para un m³ 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

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	11.52	1.9584	8.064	6.912	6.912

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE (\$)	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	ton	1.9584	2,457.00	4,811.79	4,090.02	721.77

Arena	m3	8.064	290.00	2,338.56	1,987.78	350.78
Grava	m3	6.912	290.00	2,004.48	1,703.81	300.67
Piedra bola	m3	6.912	304.50	2,104.70	1,789.00	315.71
Mano de obra que considera: Limpia y trazo, excavación para empotramiento	jornal	9.3	147.70	1,373.61	1,167.57	206.04
TOTAL:				12,633.14	10,738.17	1,894.97
				100%	85%	15%

9.5.2.3.-ENCOFRADO DE GARZA Y TUBERÍA

9.5.2.3.1.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	Unidad de medida	Cantidad	Unidad de medida	m ³
Encofrado de garza y tubería para cruce de arroyo con mampostería f'c=150 kg/cm ² y piedra.	m.l.	100	m ³	80

Relación de agregados para un m³ 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

Componente de mezclas para la construcción total de la obra

Agregados de componentes	Volumen m ³	Cemento ton	Arena m ³	Grava m ³	Piedra m ³
	80	13.6	56	48	48

Fuente de financiamiento de la obra

CONCEPTO	U.M.	CANT.	P.U.	IMPORTE (\$)	PROGRAMA	PRODUCTOR
Cemento	ton	13.6	2,457.00	33,415.20	28,402.92	5,012.28
Arena	m ³	56	290.00	16,240.00	13,804.00	2,436.00
Grava	m ³	48	290.00	13,920.00	11,832.00	2,088.00
Piedra bola	m ³	48	304.50	14,616.00	12,423.60	2,192.40
Mano de obra que considera: Limpia y trazo, excavación para empotramiento	jornal	65	147.70	9,600.50	8,160.43	1,440.08
TOTAL:				87,791.70	74,622.95	13,168.76
				100%	85%	15%

9.6.-CUADRO DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL EJIDO PRESA DE SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE PARRAS

CONCEPTO	IMPORTE (\$)	PROGRAMA	PRODUCTOR
Pequeña presa de mampostería	380,434.81	323,369.59	57,065.22
Suministro de material	2,133,250.46	1,813,262.89	319,987.57
Instalación de la línea de conducción de p.e.a.d. 6" rd-21 con máquina de termo-fusión	620,000.00	527,000.00	93,000.00
Atraques de mampostería	127,416.93	108,304.39	19,112.54

Registro de albañal	12,633.14	10,738.17	1,894.97
Encofrado de garza y tubería	87,791.70	74,622.95	13,168.76
Elaboración del proyecto	30,000.00	25,500.00	4,500.00
Puesta en marcha	10,000.00	8,500.00	1,500.00
TOTAL:	3,401,527.04	2,891,297.99	510,229.06
	100%	85%	15%



C. JUAN MANUEL PUENTE CASTRO

Presidente del comité pro obra

Con un saludo de nuestra empresa y la mejor voluntad de servirle, me es grato enviar a usted la cotización requerida para su proyecto. ” **PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCION DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA RODADA DE 8”φ P.E.A.D. RD-21 DE LA PRESA A LA ZONA DE RIEGO EN EL EJIDO PRESA DE SAN ANTONIO, MUNICIPIO DE PARRAS, COAHUILA”.**

No	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
1	CAMISA DE ACERO AL CARBON DE 10”φ Y ¼ DE ESPESOR PARA CRUCE DE ARROYO.	ML	10.00	3,006.75	30,067.50
2	SUMINISTRO DE CODO DE 45° X 6 “φ DE P.E.A.D.	PZA	7	614.14	4,298.98
3	SUMINISTRO DE TUBERIA DE P.E.A.D DE 6 “φ RD-21 INCLUYE: SERVICIO DE TERMOFUSION A CADA 12.0 MTS.	ML	7,270	278.10	2,021,787.00
4	SUMINISTRO DE VALVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE COMBINADA MIXTA DE (250 PSI) CUERPO DE HIERRO GRIS ASTM A 126 GRADO B FLOTADOR DE ACERO INOXIDABLE PINTURA EPOXICA DE 1” DE DIÁMETRO INCLUYE: NIPLES DE FO.GO. DE 1” X 3” φ , VALVULAS DE ESFERA DE 1” Y TUERCA UNION DE 1” DE DIAMETRO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACION.	PZA	24	2,803.40	67,281.60

5	SUMINISTRO DE SILLETA DE SERVICIO DE P.E.A.D. DE 6" X 1" ϕ	PZA	24	304.37	7,304.88
6	SUMINISTRO DE BRIDA DE P.E.A.D. DE 6" ϕ	PZA	1.00	832,24	832.24
7	SUMINISTRO DE CONTRABRIDA METALICA DE P.E.A.D. DE 6" ϕ	PZA	1.00	1,093.86	1,093.86
8	SUMINISTRO DE TORNILLOS CON CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL DE 5/8" X 3 1/2" INCLUYE: HUASA PLANA.	PZA	8.00	73.05	584.40
9	INSTALACIÓN LINEA DE CONDUCCIÓN DE P.E.A.D. 6" RD-21	SERVICIO	1.00	620,000.00	620,000.00
					2,753,250.46

COTIZACION DE PRECIOS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

CLAVE	CANT	UNIDADES	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	IMP COSTO
-------	------	----------	-------------	----------------	-----------

TCMC7-250	1276	mt	TUVO PVC METR. C/C C-7 200	\$70,51	\$ 89.970,76
	5	pz	TEE PVC METR. C/1C C-7 200-160	\$ 210	\$ 1050,00
	5	pz	TEE PVC METR. C/1C C-7 200-200	\$210	\$ 1050,00
	5	pz	CODO PVC METR. 90° C/C 200 MM	\$165	\$ 825,00
	10	PZ	LIMPIADOR PVC 1L	\$75,04	\$750,40
	15	PZ	LUBRICANTE REXOLIT LATA500 GRS.	\$18,51	\$277,65
				SUB TOTAL	\$95.339,17
CABEZAL SECUNDARIO					
TCRD26-25	66	MT	TUBO PVC ING. C/C RD-26 160	\$ 49,38	\$3.259,08
	32	PZ	ADAPTADOR MACHO DE 3"	\$ 359,56	\$11505,92
	32	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 160-50	\$ 103	\$3296
TCRD26-75	32	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 50-25	\$ 7,85	\$251,2
C90-040	32	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 160-75	\$ 103	\$3296
	16	PZ	VALVULA REGULADORA DE PRESION 3"	\$ 545,68	\$ 8.730,88
RB-249	32	PZ	TEE PVC 160 CEM	\$ 345,55	\$11.057,60
AHC010	32	PZ	ADAPTADOR HEMBRA CEMENTAR 25	\$ 2,87	\$ 91,84
	32	PZ	VALVULA DE AIRE DE 1" BVK	\$153,00	\$ 4.896,00
	16	PZ	TOMA DE PRESION	\$94,64	\$ 1.514,24
MAGLI100	16	PZ	MANOMETRO DE GLICERINA DE 100 PSI	\$413,96	\$ 256,00
	18	MT	TUBO PVC ING. C/C RD-26 25	\$13,63	\$ 245,34
	32	PZ	CODO PVC 90° CEM 160	\$ 218,004	\$ 6.976,13
	15	PZ	LIMPIADOR PVC 1 L	\$ 75,04	\$ 1.125,60
71701L	15	PZ	CEMENTO PVC SECADO MEDIO 1 L	\$ 118,77	\$ 1.781,55
				SUB TOTAL	\$62.571,16
LINEA SECUNDARIA DE RIEGO					
TCRD41-75	1327	ML	TUVO PVC ING. C/C RD-41 75 MM	\$19,48	\$25.849,96
TCRD41-	1660	ML	TUVO PVC ING. C/C RD-41 100 MM	\$31,90	\$52.954,00

100					
	680	ML	TUVO PVC ING. C/C RD-26 160 MM	\$ 49,38	\$33.578,40
	11	ML	TUVO PVC ING. C/C RD-26 25 MM	\$13,63	\$149,93
RB-422	16	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 100-75	\$41,6	\$665,60
RB-420	16	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 160-75	\$103	\$1.648,00
	16	PZ	COPLE PVC CEM 160	\$99,45	\$1.591,20
	16	PZ	COPLE PVC CEM 100	\$31,44	\$503,04
CCI-040	16	PZ	COPLE PVC CEM 75	\$21,75	\$256,00
C90-020	16	PZ	CODO PVC 90° CEM 75	\$38,31	\$612,96
TEC-020	16	PZ	TEE PVC 75 MM	\$56,25	\$ 900,00
	16	PZ	ADAPTADOR MACHO CEMENTAR 2	\$1,79	\$ 28,64
	16	PZ	VALV. BOLA TECNO ROSCADO DE 2"	\$481,7	\$7.707,20
	16	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 75-50	\$18,61	\$297,76
	16	PZ	REDUCCION BUSHING. PVC CEM 50-25	\$7,85	\$125,60
RB-249	16	PZ	ADAPTADOR HEMBRA CEMENTAR 25	\$2,87	\$45,92
AHC010	16	PZ	VALVULA DE AIRE DE 1" BVK	\$153,00	\$2.448,00
	15	PZ	LIMPIADOR PVC 1/2 L	\$52,05	\$780,75
LP12L	10	PZ	CEMENTO PVC SECADO MEDIO 1 L	\$118,77	\$ 1.187,70
				SUB TOTAL	\$ 130.142,96
AREA DE RIEGO					
	6601	ML	TUBO PE BD 16/55 MIL R-200 M	\$374,44	\$2.471.678,44
	3667	PZ	COPLE PARA CINTA	\$2,61	\$9.570,87
IN-16CG	3667	PZ	INICIAL DE INSERCIÓN 16 MM C/GOMA	\$2,36	\$8.654,12
IN-16CG	3667	PZ	COPLE MANGUERA CINTA	\$0,33	\$1.210,11
	125	CARRETES	CINTA CALIBRE 10 MIL 5/8 16 MM 1 LPH	\$2500	\$312.500,00
				SUB TOTAL	\$ 2.803.613,54
				TOTAL	\$3,091,666,83

10.-CONCLUSIONES

Observando los resultados y haciendo el análisis correspondientes, llegamos a la conclusión de que la problemática en el Ejido Presa San Antonio, puede ser resuelta, implementada el proyecto de inversión que se propone, es decir la hipótesis resulto

verdadera ya que pudimos solucionar el problema de la sequía mediante la captación de los escurrimientos superficiales y con esto todo lo que se deriva, al incorporar tierras que en la actualidad dependen de las siembras de temporal, al riego aprovechando una superficie de 50 has para el cultivo de maíz mediante el riego por goteo.

Las evidencias que se tienen actualmente en el país del uso irracional del agua de lluvia para los diferentes cultivos (agricultura de temporal), los rendimientos de los cultivos que se siembran bajo el sistema de temporalson más bajos cuando los hay. Se considera que las construcciones de obras hidrotecnias de almacenamiento, incrementan la eficiencia en el uso del agua y disminuyen los riesgos de la misma. Ya que los sistemas de entarquinamiento contemplan el almacenamiento del agua para uso eficiente que se genera, con las diferentes tecnologías de sistemas de riego, para depositar la cantidad de agua requerida en las zonas radiculares de la planta, para obtener un óptimo desarrollo fisiológico y el incremento en la producción de maíz.

11.-LITERATURA CITADA

ÁngelesMontielVicente.2002.RedesAbiertasdeTuberíasParariego.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

Avenida de Diseño. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.1.10.1-1.10.4

Bach. Neil. Sandro Alata Olivares. 2006. Efecto de la adopción del riego por goteo en Maíz forrajero sobre la gerencia de empresas agropecuarias en la irrigación majes, 2005. Arequipa, Perú. Universidad Nacional de San Agustín. Escuela de Posgrado, Unidad de Postgrado de la Facultad de Economía.

Colegio de posgraduados. 1980. Manual para Proyectos de Pequeñas Obras Hidráulicas para riego y abrevadero; Tomo I, 1ª Edición; SPP, Chapingo México D.F.

Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles.

Comisión Federal de Electricidad 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9. Ecurrimiento a Superficie Libre. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I. 2.9.1.

Comisión Federal de Electricidad. 1981a. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.2. Precipitación. Instituto de Investigaciones Eléctricas. 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.1.3. Ecurrimientos. Instituto de Investigaciones Eléctricas. 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 Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I 2.2.1 – 2.2.2

Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.2.9.

Comisión Federal de Electricidad. 1980d. Manual de Diseño de Obras Civiles. Hidrotecnia. A.1.10.

Dal-Ré Tenreiro et al. 2003. Pequeños Embalses de Uso Agrícola. Editorial Mundi- Prensa. México.

Ecurrimiento a Superficie Libre. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F. p. A.I 2.9.

Cuadernillosobre derechosy obligacionesdelosbeneficiosdeProArbol, Apoyos para cuidar y aprovechar el bosque. Edición 2011.Comision Nacional Forestal (CONAFOR).

García, N.J.M. 1985. Principios de Hidráulica Potencial. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. Talleres Gráficos de la División de Ciencias Forestales. 349p.

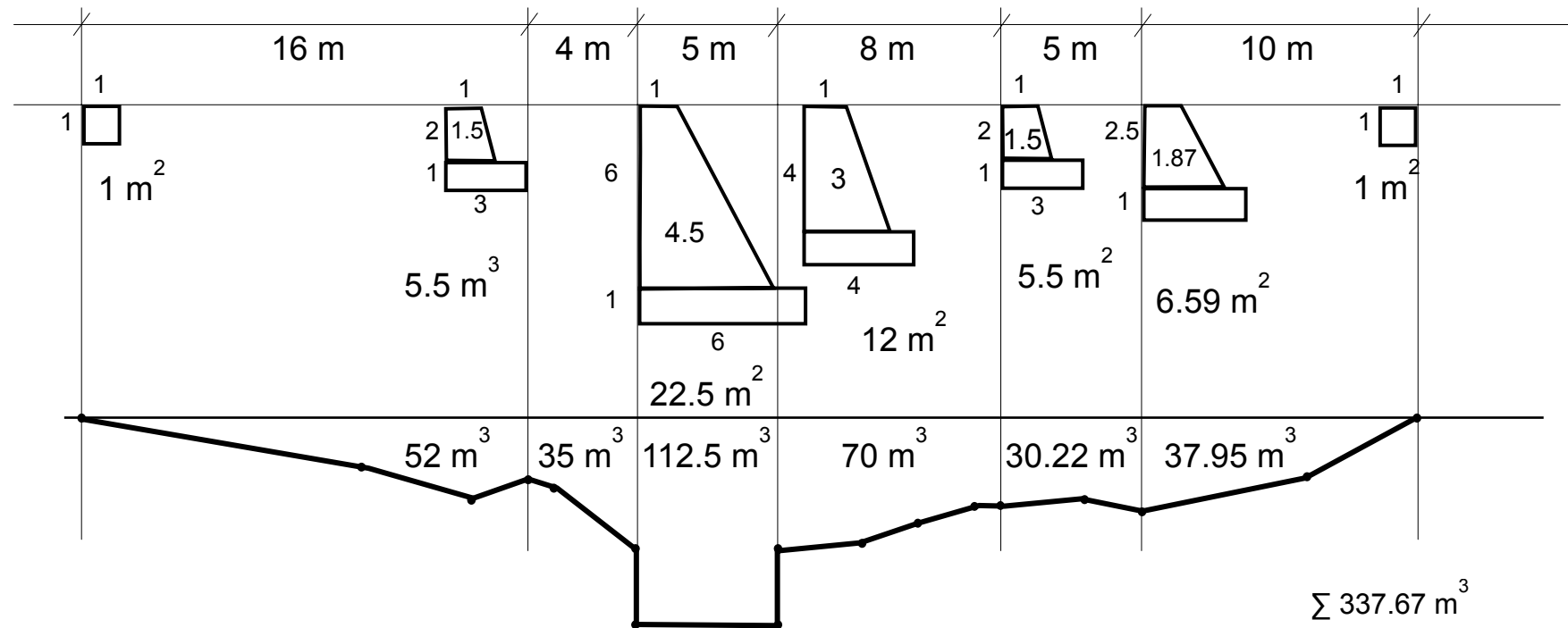
Hidrotecnia. A.1.2. Precipitación. Instituto de Investigaciones Eléctricas.

México 5,D, F.p.A.I.1.2.1_1.2.8.

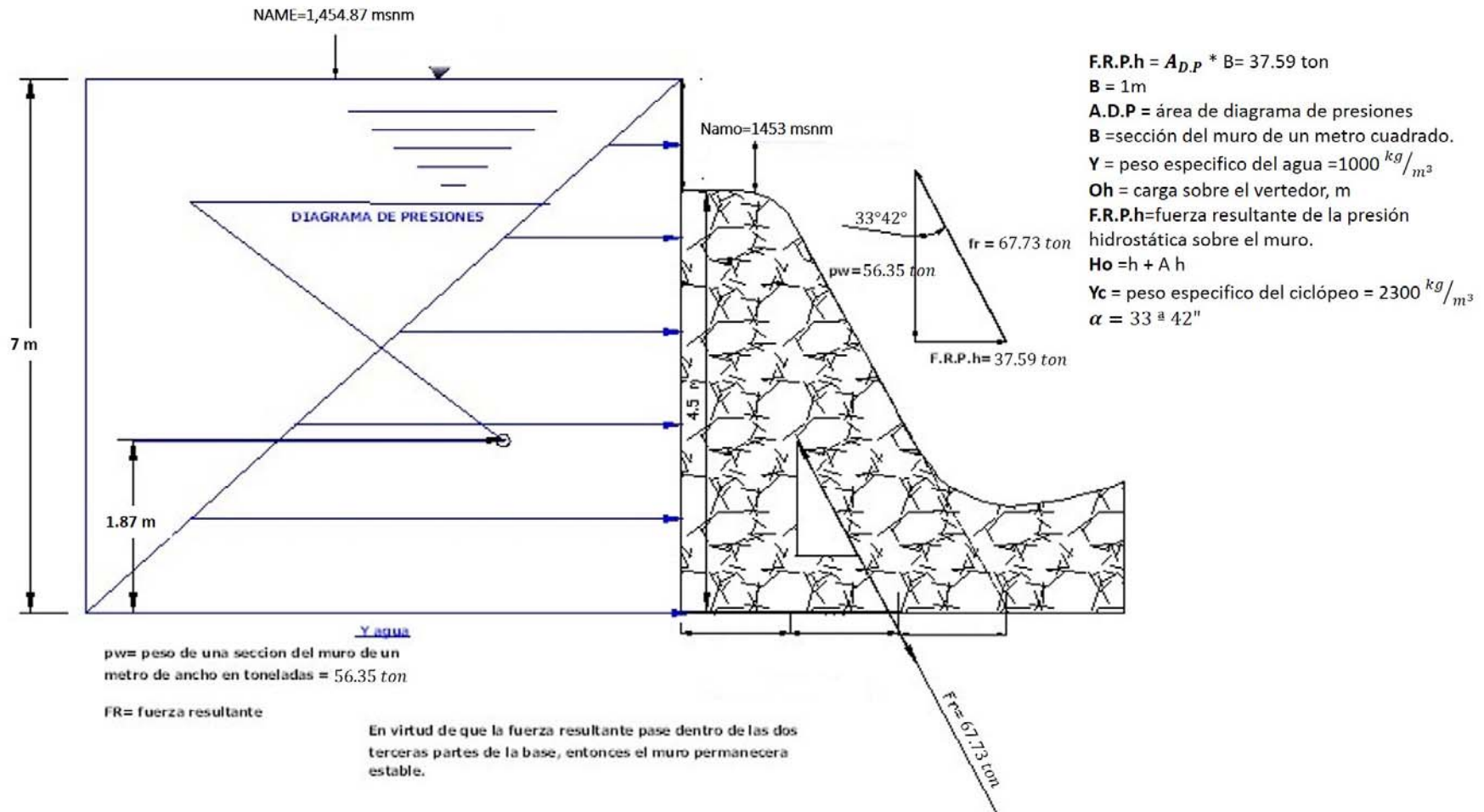
AutónomadeSanLuisPotosí,D.FCampos Aranda. NaanDanjain Irrigation (C.S.) Ltd.PostNaan76829.Israel. www.naandanjain.com

2.-APÉNDICE

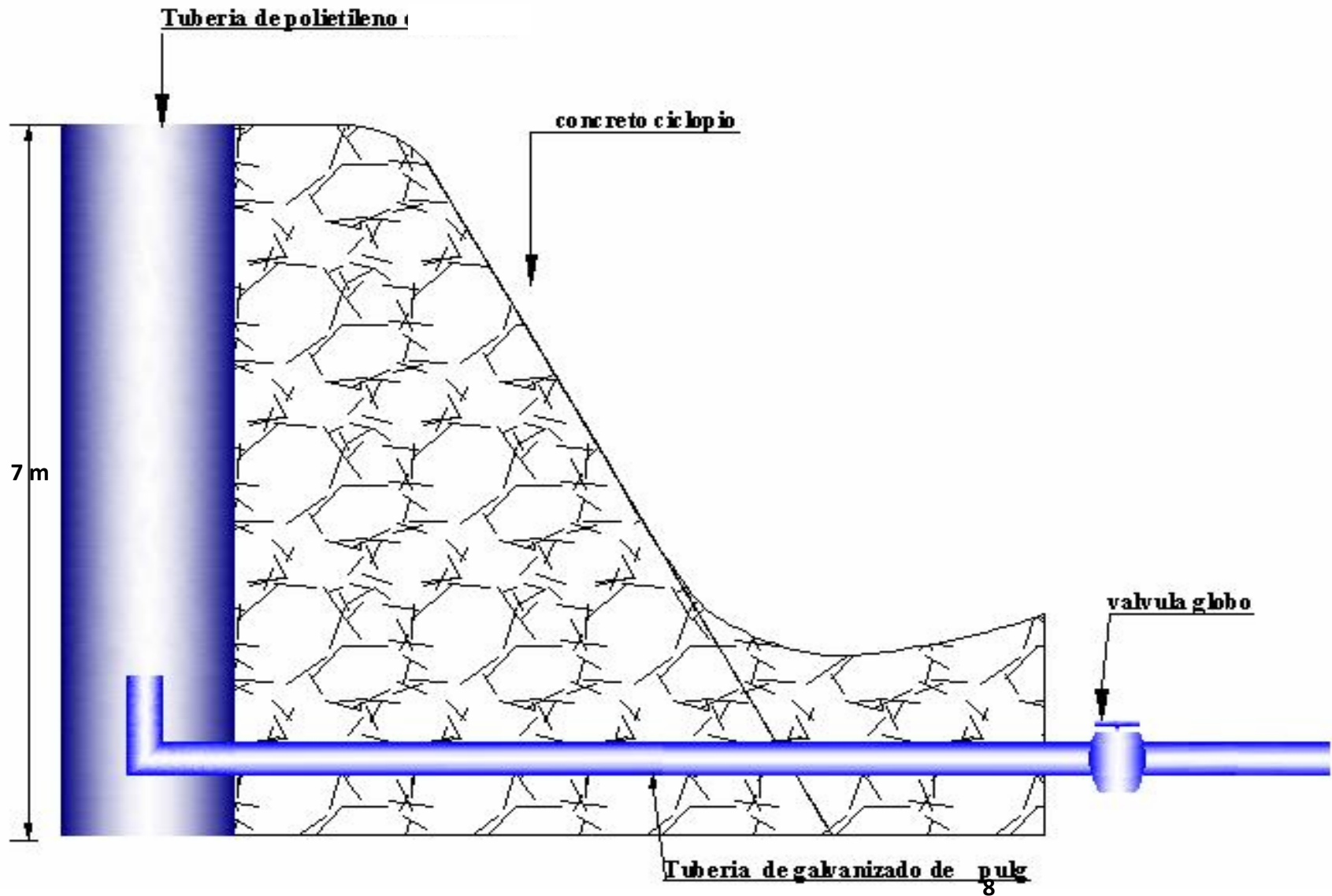
Presa de San Antonio, municipio Parras



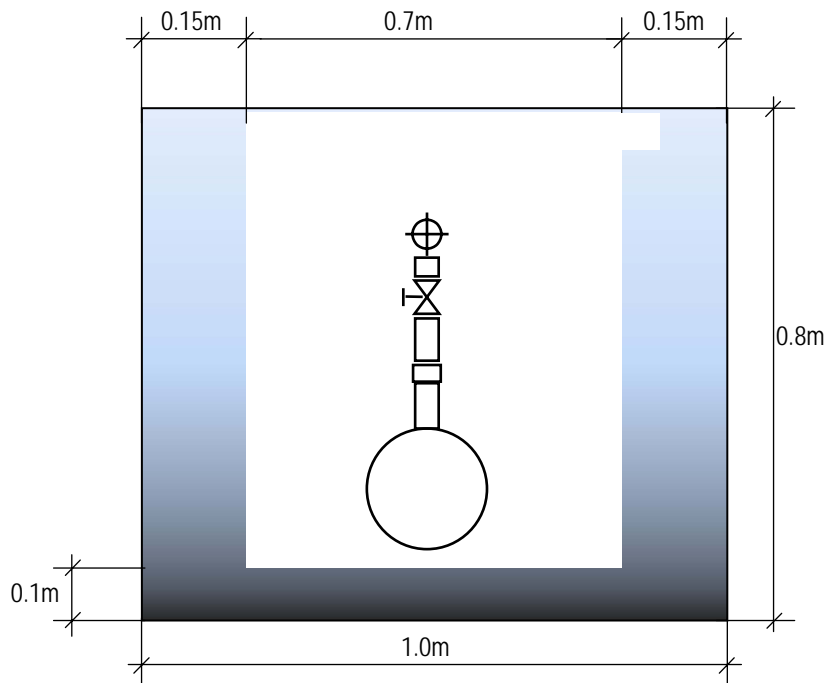
Esquema para determinar la estabilidad del muro



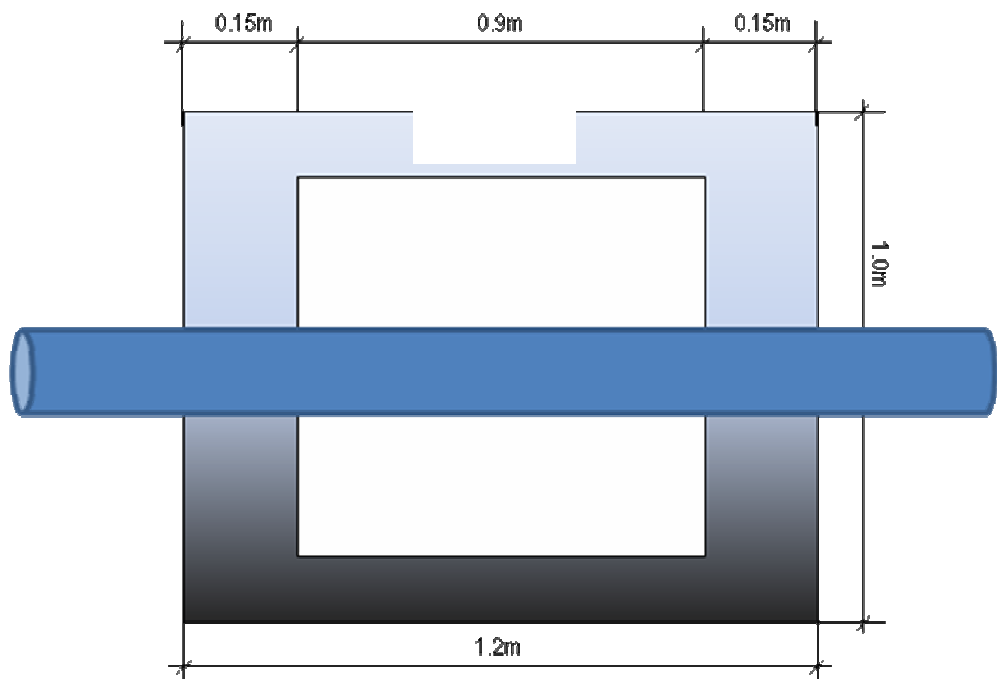
Corte transversal del muro para la retención del agua



Registro de albañal con muros de piedra



Atraque de garza y tubería para cruce de arroyo (1m x 1m x 1.2m).



Encofrado de concreto tipo encofrado para protección de tubería.

