

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA.

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**DISEÑO Y CÁLCULO DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA PARA EL
EJIDO SANTA ANA, MONCLOVA, COAHUILA.**

Por:

José Avidail Calvo López.

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial

Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRÁRIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE.

DISEÑO Y CÁLCULO DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA PARA EL EJIDO
SANTA ANA, MONCLOVA, COAHUILA.

Por:


José Avidail Calvo López.

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


INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el comité de tesis.

Presidente del jurado


Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera.


Mc. Gregorio Briones Sánchez.
Sinodal


Mc. Tomás Reyna Cepeda.
Sinodal.


M.C. Enrique Mandujano Álvarez
Suplente.


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería

Coordinación de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012.

AGRADECIMIENTOS.

*A ti **Dios** por darme la oportunidad de cumplir un sueño más en la vida, para seguir en una constante superación y formación profesional, por permitirme la existencia en un seno familiar lleno de amistad y confianza, pero sobre todo lleno de amor. Porque siempre estuviste presente y nunca me abandonaste en los momentos más difíciles, por tu gran misericordia **GRACIAS ATI DIOS.***

*Agradezco a la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, mi “**ALMA TERRA MATER**” y al departamento de **Riego y Drenaje**, por cobijarme desde el inicio hasta culminar la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Irrigación, un sueño hecho realidad.*

*A mi asesor principal, **Dr. Felipe de Jesús Ortega Rivera**, por la oportunidad de formar parte de sus proyectos y por el apoyo incondicional del presente trabajo.*

*Al **Mc. Gregorio Briones Sánchez**, por su apoyo en la realización y revisión del presente trabajo, por las sugerencias muy valiosas.*

*Al **Mc. Tomas Reyna Cepeda**, por su apoyo en la revisión del presente trabajo.*

A todos los profesores del departamento de Riego y Drenaje, por contribuir a mi formación y desarrollo profesional al brindarme las herramientas necesarias para enfrentar los problemas y darle una solución.

A las secretarias, laboratoristas y todo el personal del departamento por la amistad y confianza brindada.

Gracias a mis amigos y compañeros que conocí durante mi estancia en la Universidad, vivimos momentos malos, pero son más los momentos buenos, gracias por su amistad y confianza, los recordare siempre. Lupita, Cristhian, Ribe, Marco, Pastrana, Wanerges, Sandy, Dilmar, Yadira, Henry, etc.

DEDICATORIAS.

AMIS PADRES:

José Antonio Calvo Espinoza y Estela López Santiago.

Porque gracias al amor, cariño y confianza que se depositó en mí, y por los sacrificios que hicieron, hoy, he logrado un sueño más en la vida. Humildemente este trabajo se los dedico con todo el amor que les tengo porque este logro no es solo para mí, sino también para ustedes, gracias por la gran herencia que me dejan, es el mejor legado que puedo recibir de dos grandes personas especiales e importantes en mi vida.

*Con admiración y respeto, nunca podre pagar ni con el metal más precioso, su confianza, amor, desvelos y sacrificios. Por esto y más, humildemente **MUCHAS GRACIAS PAPAS, LOS AMO Y LOS AMARE TODA LA VIDA, HASTA EL DÍA DE MI ULTIMO SUSPIRO.***

A MIS HERMANOS:

GEORGE.

BUSH.

LA CHOFA.

CHUS.

Por las tristezas y alegrías que vivimos, por los momentos malos y buenos, gracias por el apoyo incondicional que me otorgan siempre, los quiero y siempre están en mi corazón.

A mi cuñada:

Rosa Delina.

Por formar parte de esta familia, con sus problemas como cualquier familia, pero siempre unidos. Gracias por tus buenos deseos.

A mis sobrinas:

Jhaneth del Rocío y Maylin Alejandra.

Por sus travesuras que siempre nos hacen reír y que son el alma de la familia, las quiero mucho y las amo más.

A todos mis amigos, con los que siempre he convivido, este trabajo también se los dedico.

INDICE

| | |
|---|------|
| <i>AGRADECIMIENTOS</i> | III |
| <i>DEDICATORIAS</i> | VI |
| INDICE | VIII |
| INDICE DE FIGURAS | XII |
| INDICE DE GRAFICAS | XII |
| INDICE DE TABLAS | XIII |
| <i>RESUMEN</i> | XIII |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 JUSTIFICACION | 3 |
| 1.2 OBJETIVOS | 4 |
| 1.2.1 Objetivos generales | 4 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 4 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 5 |
| 2.1 El Ciclo Hidrológico | 5 |
| 2.2 Precipitación | 5 |
| 2.2.1 Precipitación ciclónica | 5 |
| 2.2.2 Precipitación Convectiva | 5 |
| 2.2.3 Precipitación orográfica | 6 |
| 2.3 Precipitación en Zonas Áridas y Semiáridas | 6 |
| 2.4 Escurrimientos | 6 |
| 2.5 Clasificación de tipos de presas..... | 7 |
| 2.5.1 Generalidades..... | 7 |
| 2.5.2 Clasificación Según su Uso (Arthur, 1980) | 7 |
| 2.5.3 Clasificación Según su Funcionamiento Hidráulico (Arthur, 1976) | 9 |
| 2.5.4 Clasificación según los materiales (Arthur, 1976)..... | 9 |
| 2.6 Presas de mampostería | 12 |
| 2.7 Conceptos de una presa | 12 |
| 2.8 Factores que afectan la determinación del tipo de presa | 14 |
| 2.8.1 Condiciones del sitio..... | 15 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.8.2 | Factores hidráulicos..... | 17 |
| 2.8.3 | Condiciones de tránsito..... | 19 |
| 2.8.4 | Condiciones climáticas..... | 19 |
| 2.9 | Fuerzas que Obran Sobre la Presa..... | 20 |
| 2.9.1 | Requisitos de Estabilidad de la Presa..... | 20 |
| 2.10 | Obra de Toma de la Presa..... | 21 |
| 2.11 | Estudio de Avenidas..... | 22 |
| 2.11.1 | Métodos para calcular el gasto de la avenida máxima probable..... | 23 |
| 2.12 | Línea de conducción..... | 26 |
| 2.13 | El Riego..... | 27 |
| 2.13.1 | Objetivos del riego..... | 27 |
| 2.13.2 | El riego por goteo..... | 27 |
| 2.13.3 | Componentes de Instalación del Riego por Goteo..... | 29 |
| 2.14 | Cinta Aqua-TraXX®..... | 34 |
| 2.14.1 | Características Cinta Aqua-TraXX®..... | 34 |
| 2.15 | Coeficiente de Uniformidad..... | 36 |
| 2.16 | El Maíz. (<i>zea mays</i>)..... | 38 |
| 2.16.1 | Descripción botánica del maíz..... | 39 |
| 2.16.2 | Requerimientos Edafoclimaticos..... | 41 |
| 2.16.3 | Aplicaciones del maíz..... | 42 |
| 2.16.4 | Proceso de producción..... | 44 |
| 2.16.5 | Fechas de siembra..... | 45 |
| 2.16.6 | Cantidad de semilla por hectárea..... | 45 |
| 2.16.7 | Fertilización..... | 45 |
| 2.16.8 | Malas hierbas y su control..... | 46 |
| 2.16.9 | Las plagas y su control..... | 46 |
| 2.16.10 | Enfermedades..... | 50 |
| 2.16.11 | Cosecha..... | 50 |
| III | MATERIALES Y METODOS..... | 51 |
| 3.1 | Aspectos Generales:..... | 51 |
| 3.2 | Proposito de la Obra..... | 51 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Localización:..... | 51 |
| 3.4 Climatología..... | 53 |
| 3.4.1 Temperaturas..... | 53 |
| 3.4.2 Régimen de lluvias..... | 54 |
| 3.5 Estudios hidrológicos..... | 56 |
| 3.5.1 Características ambientales..... | 56 |
| 3.5.2 Geología..... | 56 |
| 3.5.3 Características del suelo..... | 57 |
| 3.5.4 Uso del suelo y vegetación..... | 57 |
| 3.5.5 Levantamiento de la cuenca..... | 57 |
| 3.5.6 Área de la cuenca..... | 58 |
| 3.5.7 Cálculo de la Avenida Máxima..... | 59 |
| 3.5.8 Cálculo Coeficiente de escurrimiento..... | 60 |
| 3.5.9 Cálculo del Volumen de Escurrimiento medio anual..... | 61 |
| 3.5.10 Calculo del Volumen Anual Escurrido..... | 62 |
| 3.5.11 Calculo del Volumen Aprovechable Medio Anual..... | 63 |
| 3.6 Diseño de la obra y sus características..... | 63 |
| 3.6.1 Obra de Excedencias..... | 64 |
| 3.6.2 Estimación de los Coeficientes de Seguridad del Muro de Mampostería..... | 65 |
| 3.6.3 Obra de Toma..... | 69 |
| 3.6.4 Desarenador..... | 72 |
| 3.7 Línea de Conducción..... | 73 |
| 3.7.1 Caudal en la Línea de conducción..... | 73 |
| 3.8 Diseño de un sistema de riego por goteo..... | 77 |
| 3.8.1 Métodos para el cálculo de evapotranspiración..... | 79 |
| 3.8.2 Diseño Agronómico..... | 86 |
| 3.8.3 Diseño hidráulico..... | 88 |
| 3.9 Situación Actual del problema del agua en el ejido Santa Ana, Mpio. Monclova..... | 91 |
| 3.9.1 Identificación del Grupo Emprendedor..... | 91 |
| 3.9.2 Diagnostico Interno..... | 92 |
| 3.10 Producción de maíz bajo riego por goteo..... | 93 |

| | |
|---|------------|
| 3.11 Selección de la materia prima..... | 94 |
| 3.12 Especificaciones Técnicas de Construcción..... | 96 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSION | 99 |
| 4.1 Resultados de los Estudios Hidrológicos..... | 99 |
| 4.2 Diseño del sistema de riego | 100 |
| 4.3 Información del cultivo | 101 |
| 4.4 Determinación de la Evapotranspiración del Cultivo..... | 102 |
| 4.5 Cálculo Agronómico..... | 105 |
| 4.6 Cálculo Hidráulico sobre la ruta crítica del sistema..... | 106 |
| 4.7 ESTUDIO FINANCIERO..... | 112 |
| 4.8 EVALUACION FINANCIERA (VAN, B/C Y TIR)..... | 115 |
| V CONCLUSIÓN..... | 118 |
| VI BIBLIOGRAFÍA..... | 120 |
| ANEXO I | 123 |
| ANEXOS. II..... | 124 |
| ANEXO III | 127 |

INDICE DE FIGURAS.

| | |
|---|-----|
| Figura 1. El gusano cogollero es la plaga más dañina en la región. <i>(Martínez Villa, J., Silva Sáenz, René A; E de J. Cuéllar Villarreal. 2007.)</i> | 47 |
| Figura. 2. Vías y accesos que conectan a diferentes puntos del estado de Coahuila. | 52 |
| Figura 3. Cartografía de Climas. | 53 |
| Figura 4. Temperaturas medias anuales en el Estado de Coahuila. | 54 |
| Figura 5. Imagen Satelital delimitación de la Cuenca..... | 58 |
| Figura 6. Levantamiento y Perfil del De la Boquilla de la Presa..... | 64 |
| Figura 7. Cuadro Diagrama de Presiones..... | 69 |
| Figura 8. Esquema de la obra de toma de la presa Aanta Ana..... | 71 |
| Figura 9. Desarenador. | 72 |
| Figura 10. La línea de conducción es de tubería PVC C5, de 14", esta se excavo 80 cm para su instalación..... | 75 |
| Figura 11. Cultivo de maíz con riego por goteo y labranza de conservación <i>(Fuente: Manuel Mora Gutiérrez, 2004).</i> | 94 |
| Figura 12. Plano general del sistema de riego por goteo. | 107 |

INDICE DE GRAFICAS.

| | |
|---|-----|
| Gráfica 1. Producción de Maíz respecto a otros cereales durante los años 1996-2006. <i>(Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SIACON-SIAP)</i> | 38 |
| Gráfica 2. Grafica de gastos para proyectos de puentes en la Republica Mexicana. | 59 |
| Gráfica 3. Perfil del terreno de la línea de conducción. | 76 |
| Gráfica 4. Rendimiento de Maíz Forrajero con sistema de riego por aspersion y sistema de riego por goteo, <i>(Bach. Neil Sandro Alata Olivares)</i> | 111 |

INDICE DE TABLAS.

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Insecticidas para el control de las principales plagas en el cultivo de maíz (Elaboración propia con información de: <i>(Martínez Villa, J., Silva Sáenz, René A; E de J. Cuéllar Villarreal. 2007).</i>)..... | 49 |
| Tabla 2. Normales climatológicas San Buenaventura..... | 55 |
| Tabla 3. Coeficiente de escurrimiento..... | 60 |
| Tabla 4. El coeficiente de escurrimientos en estudio..... | 61 |
| Tabla 5. Valores típicos de C, para ser usados en la ecuación de Hazen-Williams... | 74 |
| Tabla 6. Velocidades máximas y mínimas permisibles <i>(Vicente Ángeles Montiel, 2002.)</i> | 75 |
| Tabla 7. Suministro e instalacion del sistema de conduccion con tuberia pcv. | 76 |
| Tabla 8. Valores de kc de acuerdo al manual de la FAO..... | 80 |
| Tabla 9. Porcentaje de horas luz o insolación en el día para cada mes del año en relación al número total en un año (p)..... | 84 |
| Tabla 10. Coeficientes globales de usos consuntivos (Kg) para diferentes cultivos, <i>(M.C. Jesús Enrique López Avendaño, Necesidades hídricas de los cultivos).</i> | 85 |
| Tabla 11. Cantidades de fertilizante nitrogenado a aplicar, y fuentes de nitrógeno, <i>(Manuel Mora Gutiérrez, 2004).</i> | 95 |
| Tabla 12. Estudios Hidrológicos..... | 99 |
| Tabla 13. Características de la obra..... | 99 |
| Tabla 14. Concentración de Resultados de la línea de Conducción..... | 100 |
| Tabla 15. Información general del cultivo | 101 |
| Tabla 16. Coeficiente Kc, para el cultivo Maíz. | 101 |
| Tabla 17. Calculo de la evapotranspiración diaria. | 103 |
| Tabla 18. Calculo de la lluvia efectiva. | 104 |
| Tabla 19. Requerimiento hídrico del Maíz. | 104 |
| Tabla 20. Calculo Agronómico. | 105 |
| Tabla 21. Cálculo Hidráulico..... | 106 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 22. Datos de la Parcela | 108 |
| Tabla 23. Datos de la fuente | 108 |
| Tabla 24. Datos del Cultivo..... | 109 |
| Tabla 25. Datos del sistema de riego | 109 |
| Tabla 26. Datos estimados del suelo. | 110 |
| Tabla 27. Comparación de la rentabilidad del cultivo de maíz con riego por goteo y riego rodado. (<i>Manuel Mora Gutiérrez, 2004.</i>)..... | 112 |
| Tabla 28. Ingreso del proyecto..... | 112 |
| Tabla 29. Costos de producción. | 113 |
| Tabla 30. Flujo de Beneficios. | 114 |
| Tabla 31. VAN Y B/C..... | 115 |
| Tabla 32. TIR. | 116 |

DISEÑO Y CÁLCULO DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA PARA EL EJIDO SANTA ANA, MONCLOVA, COAHUILA.

José Avidail Calvo López.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es aprovechar racionalmente el agua de los escurrimientos superficiales con la construcción de obras hidráulicas. Con esto poder revertir los problemas de la falta de agua a los productores de las zonas áridas y semiáridas, utilizando el recurso para producir las tierras de temporal mediante un sistema de riego con alta eficiencia y de esta manera asegurar y aumentar el rendimiento de maíz forrajero de temporal así como de otros cultivos.

La delimitación de la cuenca y cálculo del área de la misma, se realizó con el programa SIAT (INEGI 2010), se realizó el levantamiento topográfico tanto de la boquilla de la presa, la línea de conducción y el predio “El Rubio” para determinar el perfil, la longitud y superficie respectivamente así como la altimetría del terreno. Posteriormente se procedió al cálculo de los estudios Hidrológicos para el diseño de la presa, al cálculo del caudal de la línea de conducción y al diseño del sistema de riego por goteo.

La presa de mampostería cuenta con una longitud de 270 m y una altura máxima efectiva de 5 m, con capacidad de almacenamiento de 100 000 m³ y cuenta con un vertedor de demasías con capacidad para derivar 600 m³/seg. Mejorando con esto el uso del agua. La línea de conducción tiene una longitud de 2 km con tubería de PVC de 14” de diámetro C5 con un gasto de 155.38 LPS, para uso pecuario y agrícola.

La producción actual bajo temporal es de 19 ton/ha en verde, y con el proyecto de riego se espera generar 95.19 ton/ha sembrado la variedad de maíz AN-447.

Tomando en cuenta la ingeniería económica del proyecto y los precios de mercado 2012, se concluye que las inversiones para la presa mampostería, la línea de conducción, el desarenador (tanque sedimentador) y el sistema de riego, proporcionan los siguientes valores financieros:

Valor Actual Neto (VAN) = \$ 8, 651,373.609

Relación Beneficio Costo (R B/C) = 1.45 \$/\$

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 44.78 %

Para una tasa de actualización de 13 % para un periodo de análisis de 10 años, VAN es positivo por lo que el proyecto es rentable. La relación beneficio-costos, por cada peso invertido ganamos 0.45 pesos. Con respecto a la TIR 44.78 % la cual es superior al costo de oportunidad del capital (13 %), por lo tanto, el proyecto es rentable de acuerdo a este indicador financiero.

Es decir, 44.78% es el interés máximo que podría pagar el proyecto por los recursos utilizados si se desea que éste recupere su inversión y los costos de operación

Los sistemas de riego por goteo son de mayor costo inicial que otros sistemas de riego, estos sistemas incrementan el rendimiento por hectárea, generan mayor ingreso y mayor rentabilidad.

PALABRAS CLAVE:

Tipos de Presas, Precipitación, Escurrimientos, Obra de Excedencia, Obra de toma, Avenida Máxima, Riego por Goteo, Cultivo Maíz.

I. INTRODUCCION

Es un hecho bien sabido que la tierra y el agua son los dos recursos primarios, no sólo de la agricultura, sino de toda la vida que existe sobre la tierra. Cuando el abastecimiento de agua es suficiente y los suelos son fértiles, la agricultura puede sostener la vida humana civilizada, a condición de que el clima sea favorable. En cambio, la falta del agua necesaria, incluso temporalmente, impide las faenas agrícolas y desencadena la inseguridad alimentaria. En este momento, en que la población del mundo y las necesidades de alimentos están aumentando a un ritmo sin precedentes, es cada vez más difícil incrementar el suministro de agua para los agricultores. La presión cada vez mayor de que son objeto los recursos – vulnerables– de aguas y tierras hace urgente y esencial conseguir una gestión eficaz, FAO (1996).

La crisis agrícola actual, está generando problemas en la producción suficiente de alimentos, ya que debido al crecimiento demográfico, las bajas precipitaciones, y las altas temperaturas no es posible incrementar los cultivos y la superficie sembrada. El crecimiento de la demanda de alimentos y la producción insuficiente ha provocado: la migración de la gente a otros países, la venta de animales por debajo de su precio original así como la muerte de los animales por la falta de pastura.

Hablando de México, esta falta de agua para la agricultura se presenta en las zonas áridas y semiáridas, provocando que este vital liquido (Agua), sea un factor limitante en la explotación de tierras para la producción de granos básicos así como el pastoreo de ganado caprino, bovino y vacuno.

Esta escases de agua para consumo agrícola es uno de los principales problemas que enfrentan los productores del ejido Santa Ana, las bajas precipitaciones en la región de 380 mm anuales, son insuficientes para asegurar la producción de maíz y frijol que actualmente se cultiva en el ejido.

La construcción de pequeñas presas de mampostería, funcionan para aprovechar el agua de las corrientes superficiales de las lluvias cuando estas se presentan, de esta manera el agua almacenada se aprovecha en la época de estiaje, para la asegurar la producción y para aumentar las superficie sembrada.

Haciendo un uso eficiente del agua mediante sistemas de riego, se puede incrementar la producción, generando más ingresos a los productores y mejorando su calidad de vida.

1.1 JUSTIFICACION

Las obras hidráulicas tiene la función de almacenar agua de escorrentía superficial, para consumo humano, para abrevadero, para riego, recreación, para evitar siniestros, etc. Esta actividad hidráulica impulsada especialmente para las necesidades del regadío, tiene la función principal de incrementar el tirante y encauzar las aguas a una obra de toma para su posterior distribución a la (s) zona (s) donde se requiere.

El aprovechamiento del agua almacenada para el riego persigue el incremento en el rendimiento de cultivos, tanto en calidad y cantidad. En las zonas áridas y semiáridas de México, este rendimiento se logra con la implementación de sistemas de riego de alta eficiencia pues permite la utilización óptima de agua y abono.

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

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivos generales.

- Aprovechar racionalmente el agua de los escurrimientos superficiales con la construcción de obras hidráulicas. Con esto poder revertir los problemas de la falta de agua a los productores de las zonas áridas y semiáridas.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Almacenamiento y derivación del agua.
- El agua almacenada utilizarla para producir las tierras de temporal mediante un sistema de riego con alta eficiencia.
- Asegurar y aumentar el rendimiento de maíz forrajero de temporal así como de otros cultivos.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 El Ciclo Hidrológico.

Según Darl-Ré (2003), menciona que el ciclo del agua es el fundamento de la hidrología. Se define como el proceso que sigue el agua en su distribución espacial y temporal en la tierra y el atmosfera. Como todo ciclo no tiene ni principio ni fin, y su descripción se puede comenzar en cualquier punto del mismo.

2.2 Precipitación.

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

2.2.1 Precipitación ciclónica.

Es la que está asociada al paso de una perturbación ciclónica.

2.2.2 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, origen de las precipitaciones en forma de chubasco o tormentas. El ascenso de la masa de aire se debe, generalmente, a un mayor calentamiento en superficie.

2.2.3 Precipitación orográfica.

Es aquella que tiene su origen en el ascenso de una masa de aire, forzando por una barrera montañosa. A veces, en caso de una masa de aire inestable, el efecto orográfico no supone más que el mecanismo de disparo de la inestabilidad convectiva.

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.

2.3 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.

2.4 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. Comisión Federal de Electricidad (1981b), Manual de diseño de Obras Civiles Numero A.1.3, menciona que cuando la lluvia es de tal magnitud que exceda la

capacidad infiltración o retención del terreno y la vegetación, el excedente da origen al proceso de escurrimiento.

2.5 CLASIFICACION DE TIPOS DE PRESAS.

2.5.1 Generalidades.

Las presas se pueden clasificar en un numero de categorías diferentes, que dependen del objeto de estudio, es conveniente considerar tres amplias clasificaciones de acuerdo con: El uso, el proyecto hidráulico, o los materiales que forman la estructura (Arthur, 1980).

2.5.2 Clasificación Según su Uso (Arthur, 1980).

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

2.5.2.1 Presas de almacenamiento.

Se construyen para embalsar el agua en los periodos en que sobra, para utilizarla cuando escasea. Estos periodos pueden ser estacionarios, anuales o más largos. Muchas presas pequeñas almacenan los escurrimientos de primavera para usarse en la estación seca de verano. Las presas de almacenamiento se pueden a su vez clasificar de acuerdo con el objeto del almacenamiento, como para abastecimientos de agua, para recreo, para la cría de peces y animales salvajes, para la generación de energía hidroeléctrica, irrigación, etc. El objeto específico u objetos en los que se va a utilizar el almacenamiento tienen a menudo influencia en el proyecto de la

estructura, y pueden determinar conceptos como el de la magnitud de las fluctuaciones del nivel que pueden esperarse en el vaso y el del volumen de filtraciones que pueden permitirse.

2.5.2.2 Presas de derivación.

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

2.5.2.3 Presas reguladoras.

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

2.5.3 Clasificación Según su Funcionamiento Hidráulico (Arthur, 1976)

2.5.3.1 Presas Vertedoras.

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

2.5.3.2 Presas no vertedoras.

Son las que se proyectan para que no rebase el agua por su cresta vertedora. Este tipo de proyectos permite ampliar la elección de materiales incluyendo las presas de tierra y las de enrocamiento.

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

2.5.4 Clasificación según los materiales (Arthur, 1976).

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

2.5.4.1 Presas de tierra.

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

2.5.4.2 Presas de enrocamiento.

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

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

2.5.4.3 Presas de concreto.

Del tipo de gravedad, son estructuras de tales dimensiones que por su propio peso resisten las fuerzas que actúan sobre ellas. Las presas de gravedad, de concreto se adaptan a los lugares en los que se dispone de una cimentación de roca razonablemente sana, aunque las estructuras bajas se pueden establecer sobre estratos aluviales si se construyen los dados adecuados. Se adaptan bien para usarse como cresta vertedora y debida a esta ventaja, a menudo se usan formando la parte vertedora de las presas de tierra y de enrocamiento o de una presa derivadora.

2.5.4.4 Presas de concreto tipo arco.

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

2.5.4.5 Presas de concreto del tipo de contrafuertes.

Las presas del tipo de contrafuertes comprenden las de losa y las de arco. Requieren aproximadamente el 60 % menos de concreto que las presas macizas de gravedad pero los aumentos debido a los moldes y al refuerzo de acero necesario, generalmente contrarrestan las economías de concreto. Se construyeron varias presas de contrafuerte en la década de los 30 s, cuando la relación del costo de la mano de obra al costo de los materiales era comparativamente baja. Este tipo de

construcción no se puede competir generalmente con los otros tipos de presas cuando la mano de obra es cara.

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

2.6 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.

2.7 Conceptos de una presa.

Cortina. Es una estructura que se coloca atravesada en el 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, (Torres H. Francisco, 1980).

Boquilla, Es el lugar escogido para construir la cortina.

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.

Corona o cresta, es la superficie superior de la cortina que, en ciertos casos, puede alojar a una carretera o la vía de un ferrocarril; normalmente, es parte de la protección de la presa contra oleaje y sismo, y sirve de acceso a otras estructuras.

Talud, es cualquier plano que constituye una frontera entre los materiales de la cortina o con el medio circundante. Se medirá por la relación de longitudes entre el cateto horizontal y el vertical.

NAME. Abreviación del nivel de aguas máximo extraordinario, es la elevación del agua en el vaso cuando la presa está llena y además funciona el vertedor a su máxima capacidad. Marshall y Resendiz (1975)

NAMO. Nivel de aguas máximas de operación u ordinarias.

Capacidad de azolves Cz. A la necesaria para retener los azolves que lleguen al vaso de la presa y sedimenten durante la vida útil de la presa.

$$Cz = V \times \alpha$$

Donde:

V = el volumen total del agua que entra al vaso durante la vida útil de la presa, en millones de m³

α = relación volumétrica media, entre cantidad de azolves y de agua escurrida, que se obtiene por muestreos en el Rio en estudio.

Volumen de aprovechamiento V_a . Es el volumen comprendido entre el N.A. Min, y el NAMO, y se expresa en millones de m^3 .

Superalmacenamiento S_r . Se entiende el volumen retenido para regulación de avenidas, se expresa en millones de m^3 , y es el volumen comprendido entre el NAMO y el NAME.

Bordo libre. Es una magnitud, en metros, que mide el desnivel entre el NAME y la corona de una cortina. Es una función de:

Marea de viento, Oleaje de viento, Pendiente y características del paramento mojado, factor de seguridad.

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. (Dal-Ré, 2003).

2.8 Factores que afectan la determinación del tipo de presa.

Los factores que generalmente tienen importancia en la determinación del tipo de presa son los siguientes:

2.8.1 Condiciones del sitio.

Son las condiciones que pueden influir en el tipo de estructura que se vaya a construir, como son las condiciones de cimentación, topografía, materiales de construcción y accesibilidad al sitio.

2.8.1.1 Topografía.

En gran parte, dicta la primera elección del tipo de presa. Una corriente angosta corriendo entre desfiladeros de roca sugiere una presa vertedora. Las llanuras bajas, onduladas, con la misma propiedad sugieren una presa de tierra con vertedor de demasías separado. Cuando las condiciones son intermedias, otras consideraciones toman mayor importancia, pero el principio general de la conformidad con las condiciones naturales sigue siendo la guía principal.

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

2.8.1.2 Condiciones geológicas y la cimentación.

Las condiciones de cimentación depende de las características geológicas y del espesor de los estratos que van a soportar el peso de la presa; de su inclinación, permeabilidad, y relación con los estratos subyacentes, fallas y fisuras. La cimentación limitara la elección del tipo en cierta medida, aunque estas limitaciones

modifican con frecuencia al considerar la altura de la presa propuesta. En seguida se discuten las diferentes cimentaciones comúnmente encontradas.

1. Cimentaciones de roca sólida, debido a su alta resistencia a las cargas, y a su resistencia a la erosión y filtración, presentan pocas restricciones por lo que toca al tipo de presa que puede construirse encima de ellas. El factor decisivo será la economía que se puede obtener en los materiales o en el costo total. Con frecuencia será necesario remover la roca desintegrada y tapar grietas y facturas con inyecciones de cemento.
2. Cimentaciones de grava, si está bien compactada, es buena para construir presas de tierra, de enrocamiento y presas bajas de concreto. Como las cimentaciones de grava con frecuencia son muy permeables, deben tomarse precauciones especiales construyendo dados efectivos o impermeabilizantes.
3. Cimentaciones de limo o de arena fina, se pueden utilizar para apoyar presas de gravedad de poca altura si están bien proyectadas, pero no sirven para las presas de enrocamiento. Los principales problemas son los asentamientos, evitar las tubificaciones, y las pérdidas excesivas por filtración, y la protección de la cimentación en el pie del talud seco, contra la erosión.
4. Cimentaciones de arcilla se pueden usar para apoyar las presas, requieren un tratamiento especial. Como pueden producirse grandes asentamientos de la presa si la arcilla no está consolidada y su humedad es elevada generalmente no son buenas para la construcción de presas de concreto de tipo gravedad, y no deben de usarse para presas de escollera. Generalmente es necesario efectuar pruebas del material en su estado natural para determinar las

características de consolidación del material y su capacidad para soportar la carga que va sostener.

5. Cimentaciones irregulares. Ocasionalmente pueden ocurrir situaciones donde no será posible encontrar cimentaciones razonablemente uniformes que correspondan a algunas de las clasificaciones anteriores y que obligara a construir sobre una cimentación irregular formada de roca y materiales blandos. Estas condiciones desfavorables pueden a menudo resolverse empleando detalles especiales en los proyectos. Cada lugar, sin embargo, presenta un problema que deben tratar ingenieros experimentados. (U.S DEPT.1972).

2.8.2 Factores hidráulicos.

2.8.2.1 *Obra de excedencias.*

Son estructuras que forman parte intrínseca de una presa sea de almacenamiento o derivación y cuya función es de permitir la salida de los volúmenes de agua excedentes a los de aprovechamiento. Esto debe cumplir con la condición de que previamente se haya satisfecho la capacidad de aprovechamiento de la presa, o sea que el vaso se encuentre lleno hasta su nivel de conservación o máximo de operación antes de que se inicie los desfogues por la obra de excedencias. (Torres H. Francisco, 1980).

2.8.2.2 Vertedor de demasías.

La función de estos vertedores en las presas de almacenamiento y en las reguladoras es dejar escapar el agua excedente o de avenidas que no cabe en el espacio destinado para almacenamiento, y en las presas derivadoras dejar pasar los excedentes que no se envían al sistema de derivación.

Tipos de vertedor de demasías.

Vertedor de descarga libre (de caída recta). Son aquellos en los que el agua cae libremente de la cresta. Este tipo es el conveniente para las presas formadas por arcos delgados o para las presas vertedoras o cuando las crestas del vertedor tienen su paramento del lado de aguas abajo vertical o casi vertical.

Vertedor de cimacio. Tienen una sección en forma de S. La curva superior del cimacio ordinariamente se hace que se ajuste rigurosamente al perfil de la superficie inferior de una lámina de agua con ventilación cayendo de un vertedor de cresta delgada. La lámina de agua se adhiere al paramento del perfil, evitando el acceso de aire a la cara inferior de la lámina. El perfil en la parte que sigue de la curva superior del cimacio se continúa en tangente a lo largo de un talud para soportar la lámina de agua sobre la superficie de derrame. Una curva inversa al pie del talud desvía el agua hacia el lavadero de un tanque amortiguador o dentro del canal de descarga del vertedor. Debido a su elevada eficiencia, la sección de cimacio es la que se usa en la mayor parte de las crestas de control de los vertedores de demasías.

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.

Vertedores con canal de descarga. Son los vertedores cuya descarga se conduce del vaso al nivel a nivel del río aguas abajo, por un canal abierto, colocado a lo largo de la ladera del emplazamiento de la presa o por un puerto. Este tipo de vertedores se han usado en las presas de tierra más que los de cualquier otro tipo. Hoffman (1972).

2.8.3 Condiciones de tránsito.

Con mucha frecuencia las presas inundan tramos de carreteras y caminos que quedan localizados dentro del vaso de almacenamiento y es indispensable su relocalización; en esos casos la cortina puede representar una buena solución para cruzar el río de que se trate.

2.8.4 Condiciones climáticas.

El clima, cuando es extremo, se puede tener efectos perjudiciales en estructuras muy delgadas como arcos y machones, en donde es conveniente proteger las superficies expuestas a grandes cambios de temperatura para evitar que se descascare el concreto y se reduzca la sección útil. (Torres H. Francisco, 1980).

2.9 Fuerzas que Obran Sobre la Presa.

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1972), menciona que para el proyecto de las presas de gravedad, es necesario determinar las fuerzas que se puede suponer que afecta la estabilidad de las estructuras. Las que deben de considerarse para las presas de gravedad son las debidas a: la presión del agua, tanto externa como interna (o supresión), la presión del azolve, la presión del hielo, las fuerzas producidas por los terremotos, el peso de la estructura y la reacción resultante de la cimentación. Otras fuerzas, entre las que se incluyen los vientos y las olas, son insignificantes para las presas pequeñas y no es necesario considerarlas en los análisis de la estabilidad.

2.9.1 Requisitos de Estabilidad de la Presa.

United States Department of the Interior Bureau of Reclamation (1972), dice que las presas de concreto deben proyectarse para que resistan, con un amplio factor de seguridad, estas tres causas de destrucción: el vuelco, el deslizamiento, y esfuerzos excesivos.

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

2.10 Obra de Toma de la Presa.

Hoffman (1972), menciona que las obras de toma sirven para regular o dar salida al agua almacenada en una presa. Pueden dejar salir las aportaciones de forma gradual, como en el caso de una presa reguladora; derivar los volúmenes recibidos a canales o tuberías, como en el caso de una presa derivadora; o dar salida al agua con gastos que dependen de las necesidades aguas debajo de la presa; de las necesidades de evacuación; o de la combinación de necesidades múltiples.

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

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

Clasificación.

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

2.11 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 medias comúnmente aceptadas para reducir 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 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 (1980d), Manual de Diseño de Obras Civiles Numero 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 avenida máxima probable se basa en la consideración racional de las probabilidades de la ocurrencia simultánea de los diferentes elementos o condiciones, que contribuyen a la formación de la avenida. Uno de los factores más importantes, es la determinación del

escurrimiento que pueda resultar de la ocurrencia de una tormenta máxima probable, basada en factores meteorológicos.

Comisión Federal de Electricidad (1980), Manual de Diseño de Obras Civiles Numero A.2.9, menciona 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 huellas máximas dejadas por la corriente y a la topografía de la sección transversal, esto utilizando la fórmula de Manning bajo ciertas recomendaciones.

Secretaria 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.

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

2.11.1.1 Método de Sección y Pendiente con las huellas máximas.

Secretaria de los Recursos Hidráulicos, (1975), menciona que la determinación del Gasto de una Avenida usando este método es de utilidad para fijar el gasto máximo de diseño para la obra de excedencia, ya que el conocerlo aunque aproximado, servirá de comprobación con el gasto máximo determinado con las curvas envolventes.

$$Q = A \times V = A \times \left(\frac{r^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \right)$$

V = Velocidad media en la sección en m/s.

R = Radio Hidráulico = $\frac{A}{P}$

A = Área en m²

P = Perímetro mojado en m

S = Pendiente por metro

n = coeficiente de rugosidad.

2.11.1.2 Curva envolvente de Creager.

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 la cuenca (A), con el gasto por unidad de área (Q), trazo una envolvente cuya ecuación resulto.

$$Q = 0.503 C (0.386 A)^{\left(\frac{0.894}{0.386 A^{0.048}} \right)^{-1}}$$

2.11.1.3 METODO DE LOWRY

Este método se basa en el mismo procedimiento que el de Creager, diferenciándose en la ecuación que define a la envolvente de los gastos máximos, la cual es más sencilla en este método.

$$Q = \frac{C}{(A + 259)^{0.8}}$$

Dónde:

Q = Gasto en m³/s/km²

A = Área de la cuenca en Km²

C = Coeficiente de avenida

2.11.1.4 Método 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 es:

$$Q_p = 0.278 CiA$$

Dónde:

Q_p = gasto máximo o de pico, en m³/seg

C = coeficiente de escurrimiento

I = intensidad media de lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, mm/h

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

$$tc = \left[\frac{0.870 \cdot L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Dónde:

tc = tiempo de concentración, en hr.

L = longitud del cauce principal, en km²

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

2.12 Línea de conducción.

Comisión Nacional del agua, (2007), menciona que se llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento, hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión. Estas pueden funcionar por gravedad o por bombeo.

2.13 EL RIEGO.

ISRAELSEN, (1975) define el riego como la aplicación artificial de agua al terreno con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo.

2.13.1 Objetivos del riego.

1. Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse.
2. Asegurar las cosechas contra sequias de corta duración.
3. Refrigerar el suelo y la atmosfera para de esta forma mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal.
4. Disolver sales contenidas en el suelo.
5. Dar tempero a la tierra.

2.13.2 El riego por goteo.

Es el sistema de llevar el agua necesaria para los cultivos por medio de tuberías especiales a través de una red diseñada en el terreno, esta agua llega a la base de la planta por emisores que funcionan como goteros. (F. Rodríguez, 2003).

Este método es de importancia en la aplicación del agua, la aplicación de fertilizantes y también para la aplicación de agroquímicos directamente a la zona radicular de la planta, haciendo más eficiente el uso de los recursos.

2.13.2.1 Ventajas. (Fuentes Yagüe, 2003)

1. Mejor aprovechamiento del agua.
2. Posibilidad de utilizar aguas con índice de salinidad más alto.
3. Mayor uniformidad del riego.
4. Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
5. Aumento de la calidad y cantidad de las cosechas.
6. Menor infestación por malas hierbas, debido a la menor superficie de suelo humedecida.
7. Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego.
8. Facilidad de ejecución de las labores agrícolas, al permanecer seca una buena parte de la superficie del suelo.
9. Ahorro de mano de obra.

2.13.2.2 Inconvenientes.

1. Se necesita un personal más cualificado.
2. Hay que hacer un análisis inicial de agua.
3. Cuando se maneja mal el riego existe riesgo de salinización del bulbo húmedo.

4. Hay que vigilar periódicamente el funcionamiento del cabezal y de los emisores, con el fin de prevenir las obstrucciones.
5. Es preciso hacer un control de las dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua de riego.
6. Exige una mayor inversión inicial.

2.13.3 Componentes de Instalación del Riego por Goteo.

2.13.3.1 Cabezal de riego.

El cabezal de riego comprende un conjunto de aparatos que sirve para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Del cabezal depende, en gran parte, del éxito o fracaso del riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, ya que desde él se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas.

2.13.3.2 Pre filtros.

Cuando el agua contiene en suspensión una gran proporción de partículas. Inorgánicas (arena, limo, arcilla) hay que eliminar una buena parte de ellas antes de la entrada del agua al cabezal de riego. Este pre-filtrado se hace de dos formas:

Depósito de decantación. Fuentes Yagüe, (2003) dice: Cuando la cantidad de partículas de limo y arcilla sobrepasa 200 ppm, los equipos de filtración se obturan continuamente, por lo que se procede la eliminación de esas partículas mediante un depósito de decantación.

Hidrociclón. Normalmente se emplean cuando el agua proviene directamente de pozo y lleva arenas y partículas gruesas y más densas que el agua y que no sean limos y arcillas puede eliminar hasta el 98% de las partículas mayores de 0.1 mm. Son de forma troncocónica, en donde al agua se la somete a un movimiento rotacional a gran velocidad y se provoca la sedimentación de estos elementos disueltos por la fuerza centrífuga de la parte interior.

2.13.3.3 Filtración.

El filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas)

Filtros de arena. Sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Es el tipo de filtro más adecuado para filtrar aguas muy contaminadas con partículas pequeñas o con gran cantidad de materia orgánica. Consiste en un depósito metálico o de poliéster, de forma cilíndrica, en cuyo interior pasa el agua a través de una capa de arena silíceo o granítica.

Filtro de malla. La filtración se verifica en la superficie de una o más mallas concéntricas, fabricadas con material no corrosivo (acero o material plástico).

El filtro de mallas se colmata con rapidez, por cuya razón se utilizan para retener partículas inorgánicas de aguas no muy contaminadas. Cuando existen algas en el

agua hay que instalar aguas arriba un filtro de arena que las retenga, pues de otra forma colmataría rápidamente la malla.

Filtro de anillas. El elemento filtrante es un conjunto de discos o anillas con las caras asurcadas, que van montadas sobre un soporte central cilindro y con la superficie perforada. Las anillas se comprimen entre si al roscar la carcasa. El agua se filtra al pasar por los pequeños conductos situados entre dos anillas consecutivas, pasando a continuación al interior del soporte central a través de sus orificios superficiales.

2.13.3.4 Fertirrigación.

Se entiende por fertirrigación la aplicación de los fertilizantes disueltos en el agua de riego, de una forma continua o intermitente. La fertirrigación no se puede hacer con todos los sistemas de riego, ya que la principal exigencia es obtener la máxima uniformidad en la distribución de los fertilizantes. Por eso, esta práctica se asocia básicamente a los sistemas de riego localizado (goteo, micro aspersión), pero también puede aplicarse al riego por aspersión. (Fuentes Yagüe, 2003)

2.13.3.5 Red de distribución.

Tubería principal. Del cabezal del riego sale una tubería principal, que distribuirá el agua a los distintos sectores de la finca o unidades de riego. Los materiales comúnmente empleados pueden ser:

-PVC deben ir enterradas.

- polietileno. Resultan caras, pero en algunas ocasiones son convenientes.

Tubería subprincipal. Conectan entre sí a las subunidades de riego. En estas suelen ir instaladas una válvula de regulación de caudal, reguladores de presión, ventosas, etc.

Tubería terciaria. Conectan entre si las líneas portagoteros. Llevan un regulador de presión. Suelen ser de PVC o polietileno.

Tubería portagoteros. Son las que llevan insertados los goteros. El material es el polietileno, los diámetros más empleados son: 12mm, 16 mm y 20mm.

2.13.3.6 Mecanismo emisores de agua.

Los goteros son los implementos dosificadores de agua, conectados a los conductos regantes. En primera instancia existe una clasificación según el caudal que produzcan los mismos:

-Bajo caudal de 1 a 4 l/h.

-Mediano caudal de 4 a 15 l/h

-Alto caudal de más de 15 l/h, incluyendo tipos que alcanzan más de 100 l/h, constituyendo las llamadas boquillas de irrigación localizada.

Elección del emisor.

Existen diferentes criterios para la selección del emisor como se muestra a continuación:

- a) Consumo del agua del cultivo y el tiempo de operación. El consumo de agua del cultivo y el tiempo de operación en cada sección de riego. Permite obtener alternativas de gastos de emisores que llevan a costos de adquisición, instalación y operación diferentes. Al determinarlas y al conjuntarlas con las características del suelo se seleccionan las más económicas viables.
- b) Sensibilidad al taponamiento. Con base al diámetro menor la sección hidráulica y considerando la calidad de agua desde el punto de vista del contenido de sólidos orgánicos e inorgánicos.
- c) Sensibilidad Hidráulica. Con base al exponente de la relación del caudal del emisor, buscando emisores con exponentes hidráulicos pequeños.
- d) Variación de fabricación. El coeficiente de variación de fabricación debe ser pequeño (5 % para emisores puntuales y 10 % para líneas de descarga continua).
- e) Sensibilidad a la temperatura. La descarga del emisor no debe variar con cambios de temperatura del agua y el emisor.
- f) Calidad de los materiales. Resistencia a los rayos ultravioletas, químicos productos de petróleos, etc., (Zazueta 1992).

2.13.3.7 Dispositivos de control.

Manómetros. Son aparatos indispensables para tener conocimiento de las presiones en distintas partes de la instalación. El más empleado es el metálico tipo Bourdon.

Caudalímetro. Son aparatos que tienen la misión de controlar el volumen de agua que pasa por la instalación. Los modelos más empleados son:

-directo (tipo Woltmann).

- proporcional.

Ocasionan pérdidas de carga de 1 a 3 mca.

2.14 Cinta Aqua-TraXX®.

La cinta Aqua-TraXX® es ideal para los riegos de los:

1. Cultivos en línea con raíces poco profundas (Fresa, Lechuga, Coliflor, Col, Apio)
2. Cultivos en línea con raíces de profundidad media (Tomate, Melón, Sandía, Pimiento, Calabaza, Algodón, Patata).
3. Cultivos en línea perennes (Alcachofa, Esparrago, Tabaco).
4. Viña, Huerto, Semillero–Cultivo de plantas medicinales.

En general Aqua-TraXX® es ideal para el riego de cultivos que deben mantener las hojas secas.

2.14.1 Características Cinta Aqua-TraXX®.

- Es más fuerte, más durable, más eficiente y más fiable. Resistencia y flexibilidad permite una instalación fácil (con ahorro de tiempo y trabajo) y menor riesgo de averiar el producto.
- Se puede identificar con facilidad gracias a su doble banda azul.
- Ha sido construido con un único procedimiento de extrusión. Ninguna costura ni rebabas o soldaduras.

- Altamente resistente a la obstrucción. Orificio de salida perforado al laser. Más de 200 orificios de entrada por cada gotero (30 cm entre goteros), aseguran una salida constante y regular del agua.
- El laberinto es tan preciso que determina un excelente CV y un verdadero flujo turbulento.
- Está disponible en las siguientes versiones: 1.41 l/h @0.7 bar, 1.14 l/h @0.7 bar, 0.87 l/h @0.7 bar, 0.64 l/h @0.7 bar y 0.57 l/h @0.7 bar.

2.14.1.1 Instalación.

- La doble banda azul debe estar dirigida hacia arriba para que la garantía tenga valor.
- Puede ser enterrado, ser colocado bajo plástico negro o bien en la superficie.
- Durante las operaciones de instalación evitar de estirarlo, cortarlo, perforarlo p causar abrasiones.
- En el caso que el suelo este plagado de insectos que puedan causar daño al Aqua-TraXX[®] se recomienda efectuar una operación de desinfección previa del suelo.
- Para evitar oclusiones se recomienda purgar las líneas secundarias y principales, antes de conectar el Aqua-TraXX[®].
- Es aconsejable montar las ventosas en las subprincipales, para evitar la aspiración de impurezas a través de los orificios de Aqua-TraXX[®].
-

2.14.1.2 Sugerencia para el filtrado Aqua-TraXX®.

Para aguas ricas de sustancias orgánicas, se recomienda siempre el uso de filtros de arena con granulometría 0.5 1.2 mm seguidos por filtros de seguridad de malla o de discos. En caso de aguas procedentes de pozo, podrán ser suficientes filtros de malla o de discos que tengan una capacidad filtrante relacionada con el tipo de Aqua-TraXX®.

Para mayores detalles referentes a la correlación mesh/micrón consultar con la oficina técnica. Mayores informes referentes al filtrado están disponibles además en el manual de uso de Aqua-TraXX®.

2.15 Coeficiente de Uniformidad.

El coeficiente de uniformidad (CU) se utiliza para evaluar las instalaciones del funcionamiento y para el diseño de nuevas instalaciones. En el diseño, el CU es una condición que se impone y que viene determinada por factores económicos. Un CU elevado exige mayor coste inicial de la instalación (mayores diámetros de la tubería, laterales más cortos, mayor número de reguladores de presión, etc.), mientras que un CU más bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua.

La diferencia de caudal entre los emisores debe, fundamentalmente, a que están sometidos a distintas presiones (factores hidráulicos) y a la falta de uniformidad en la fabricación (factores constructivos). Un CU que incluye solo factores hidráulicos es el siguiente:

$$CU = \frac{q_{25}}{q_a}$$

q_a = Caudal medio de todos los emisores considerados

q_{25} = Caudal medio de los emisores que constituyen el 25 % de caudal más bajo.

Obviamente este CU no sirve para el diseño

La causa más importante de la variación del caudal (aparte de las obturaciones, que deben ser controladas) es la variación de fabricación de los emisores y las diferencias de presión, por cuya razón se puede definir el siguiente coeficiente de uniformidad, que se recomienda optimizar en el diseño.

$$CU = \left(1 - \frac{1.27 C V}{\sqrt{e}}\right) \frac{q_m}{q_a}$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación de fabricación del emisor

e = Numero de emisores por planta * Número de salidas

q_m = Caudal mínimo de los emisores considerados (se suele referir a una subunidad).

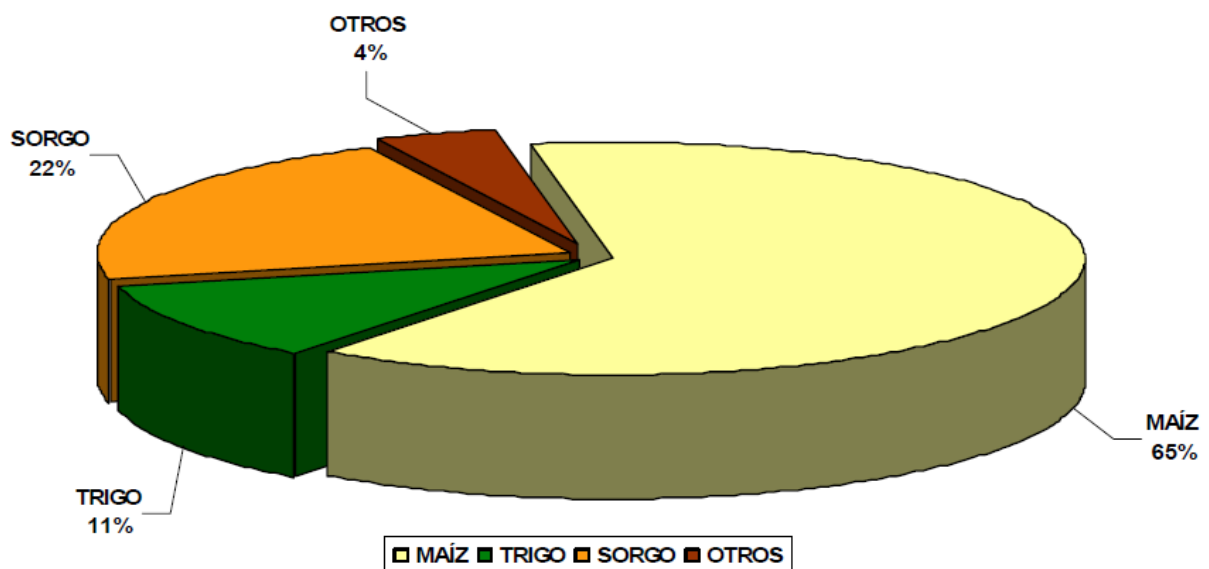
q_a = Caudal medio de los emisores considerados.

Cuando el emisor tiene salidas múltiples se considera como un solo emisor en el caso de que el mecanismo de la pérdida de carga sea común a todas las salidas. Si cada salida tiene un mecanismo de pérdida de carga.

Si el número de plantas sea superior al de goteras, el valor de e sigue siendo igual al número de emisores que suministran agua a la misma planta, con independencia de que un emisor riegue varias plantas. (Fuentes Yagüe).

2.15 EL MAÍZ. (ZEA MAYS)

Es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. En la siguiente grafica se analiza la producción de maíz con respecto a otros cereales durante los años 1996-2006.



Gráfica 1. Producción de Maíz respecto a otros cereales durante los años 1996-2006. (Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SIACON-SIAP).

2.16.1 Descripción botánica del maíz.

Descripción.

El maíz puede clasificarse de diferentes maneras, desde el punto de vista botánico, taxonómico, comercial, especial y en función de la calidad.

El maíz es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, existen variedades precoces con un ciclo vegetativo de 80 días y variedades tardías con alrededor de 200 días, desde la siembra hasta la cosecha, las variedades de 100 a 140 días ofrecen mayor rendimiento con menos de 100 días se obtiene poca producción de grano, con más de 140 días se subutiliza el terreno de cultivo. (Ochoa, 2005).

a) Descripción botánica

Clasificación sexual. El maíz es una planta sexual por que la multiplicación se realiza por medio de una semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y de un gameto femenino.

Sistema radicular. La raíz principal está representada de una a cuatro raíces seminales; el sistema radicular fibroso se ramifica en raíces secundarias, terciarias, hasta llegar a los nutrientes indispensables para su desarrollo; además, las raíces constituyen el medio de anclaje de la planta.

Tallo. El tallo es cilíndrico formado por nudos y entrenudos que varían entre 8 a 25, con un promedio de 15 nudos. La altura depende de la variedad y de las condiciones ecológicas de cada región y varía de 80 cm hasta los 4 metros.

Hojas. El número de hojas por planta depende del número de nudos del tallo, ya que en cada nudo emerge una hoja; la forma característica de la hoja es larga y angosta y su color usual es verde.

Flores. En el maíz existen dos tipos de flores y en diferente lugar de la planta, estaminadas y pistiladas. Las flores estaminadas se encuentran distribuidas en espiguillas, distribuyéndose en ramas de la inflorescencia con soporte central denominado olote, antes de la fecundación se denomina jilote. Después de la fecundación y formación tiernas en estado lechoso masoso, se constituye el elote, al madurar los granos y estar en condiciones de cosecha, se dice que es una mazorca, la cual está cubierta por etapas las que en conjunto se conocen como totomoxtle.

Fruto. Botánicamente es un fruto cariósido conocido comúnmente como semilla o grano, la semilla de maíz está constituida por las siguientes estructuras: pericarpio, capas de células de aleurona; endosperma, capas de células epiteliales, escutelo coleoptilo, nudo cotiledonar, radícula y coleoriza. (Ochoa, 2005).

b) Clasificación Taxonómica

Reino..... Vegetal
División..... tracheophyta
Subdivisión..... Angiospermae
Subclase..... Monocotiledoneae
Grupo..... glumiflora
Orden..... graminales
Familia..... Gramineae
Tribu..... Maydeae
Género..... Zea
Especie..... mays

2.16.2 Requerimientos Edafoclimaticos.

2.16.2.1 Temperatura.

El maíz se adapta a todos los pisos térmicos, especialmente los medios y cálidos. Se cultiva en regiones con temperaturas que oscilan entre 8°C y 30°C y altitudes entre 0 msnm a 3000 msnm. La temperatura y la luminosidad influyen directamente sobre el periodo vegetativo. Cuando se presentan heladas el cultivo se quema y muere, (F.H.J.C. 2002).

2.16.2.2 Humedad.

La planta requiere aproximadamente entre 600 mm y 800 mm de agua, especialmente durante la germinación, el espigamiento y la floración. Una buena luminosidad ayuda a la formación del grano, (F.H.J.C. 2002).

2.16.2.3 Suelo.

Se desarrolla bien en los suelos fértiles, con texturas medias y bien drenadas; con un ph entre 5.5 y 7.2. Se recomienda abonar los suelos pobres y de poca fertilidad, (F.H.J.C. 2002).

2.16.3 Aplicaciones del maíz.

Como ya se ha señalado anteriormente, el maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria. Como alimento, se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico. En lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del 60 por ciento de la producción se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes; en los últimos años, aun en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental, se utiliza un porcentaje más elevado de

la producción como ingrediente para la fabricación de piensos. Desde hace relativamente poco, el maíz de elevada humedad ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia de la transformación de los alimentos. Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal el primero se utiliza para obtener aceite comestible de elevada calidad mientras que la cubierta seminal, o pericarpio, se emplea fundamentalmente como alimento, aunque en los últimos años ha despertado interés como fuente de fibra dietética (Earll *et al.* 1988; Burge y Duensing, 1989). La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas (el pan fino y plano de México y otros países de América Central) también es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio (Bressani, 1990). La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que figura el gluten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen que se utiliza como pienso; ha habido algunos intentos de emplear dichos subproductos para el consumo humano en distintas mezclas y formulaciones alimenticias.

El aumento de los precios del petróleo ha impulsado la intensificación de las investigaciones sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible, el cual tiene un uso muy difundido en algunas partes de los Estados Unidos. Con maíz fermentado se elaboran también algunas bebidas alcohólicas.

Por último, también tienen importancia las aplicaciones de los residuos de la planta de maíz, que se utilizan, entre otras cosas, como alimento para animales y como base para extraer diversos productos químicos de las panojas, como por ejemplo, furfural y xilosa. Estos residuos también tienen importancia como elementos para mejorar los suelos. (FAO, 1993).

2.16.4 Proceso de producción.

El proceso se inicia con la preparación del terreno para captar la humedad y facilitar la siembra, concluye con la cosecha cuando las mazorcas están bien secas. En terrenos vírgenes, la preparación del terreno incluye operaciones preliminares de labranza tales como desmonte quema y destronque, aunque las actividades que normalmente se realizan son las siguientes. (Ochoa, 2005).

Barbecho. La finalidad es aflojar y voltear la capa arable, donde se captará y retendrá el agua de lluvia, además de que se eliminan algunas plagas que vienen en el suelo. Debe realizarse a una profundidad de 15 a 30 centímetros, dependiendo de lo grueso de la capa arable. Esta práctica normalmente se puede efectuar con tractor o yunta.

Rastreo. Si el barbecho se hace con tractor, es necesario, despedazar los terrones mediante uno o dos pasos de la rastra. Si se realiza con yunta, conviene dar las cruces necesarias hasta tener el suelo desmoronado.

Surcado. El surcado, sea con yunta o con tractor, debe hacerse a una distancia de 90 centímetros. Si el terreno es de lomerío, conviene surcar en el sentido de las

curvas de nivel para evitar que la lluvia arrastre el suelo y la semilla. De esta forma queda listo el terreno para realizar la siembra.

2.16.5 Fechas de siembra.

Las variedades tardías e intermedias deben sembrarse una vez regularizado el temporal, lo cual normalmente ocurre en el mes de junio. Fuera de esta época, se ocurre el riesgo de que falte lluvia al final del ciclo y no se tenga buen llenado de grano.

2.16.6 Cantidad de semilla por hectárea.

Para maíces de porte normal, se requiere de 18 a 20 kilos de semilla por hectárea. Bajo estas condiciones se consigue una población aproximada de 45 mil plantas por hectárea. Si se siembran maíces de porte bajo se necesitan de 22 a 23 kilos de semilla por hectárea. Con lo anterior se logra una población de 55 mil plantas por unidad de superficie, aproximadamente.

2.16.7 Fertilización.

Se sugiere usar 450 kilos de sulfato de amonio y 300 kilos de superfosfato de calcio simple o en su defecto 200 kilos de urea y 130 kilos de superfosfato de calcio triple. La aplicación conviene hacerla en dos partes; la primera, mezclando 255 kilos de sulfato de amonio con 300 kilos de superfosfato de calcio simple y se aplica en la siembra en banda (surco). Los 255 kilos de sulfato de amonio o bien los 100 kilos de

urea restantes deberán aplicarse a los 45 días de nacida la planta y aprovechar el segundo cultivo para taparlo, aplicando en forma mateada. Debe tenerse cuidado que el fertilizante no quede en contacto con las semillas o la planta, si esto ocurre los granos no nacen y las plantas sufren quemaduras.

2.16.8 Malas hierbas y su control.

Las malas hierbas generan disminución de rendimiento del maíz, tanto en cantidad y calidad del grano, esto a causa de la competencia de agua, luz solar, nutrientes y bióxido de carbono. Sirven también como hospedante de hongos e insectos que pasan en ella la mayor parte de su ciclo de vida.

Existe variedad de forma para el control de las malezas:

Preventivos; evitar que la maleza se establezca de un área o de un lote a otro. Esto se logra; evitando usar semillas contaminadas, así como maquinaria que esté contaminada por semillas de malezas y evitar dejar material vegetativo en el terreno.

Control. Limitar el desarrollo y la infestación de la maleza, con el uso de machetes, azadón, guadaña y rastrillo. O también se puede controlar con el uso de herbicidas, produciendo su muerte.

2.16.9 Las plagas y su control.

Se estima que los insectos nocivos del maíz provocan perdidas promedio del 30% en México, aunque en ciertas condiciones los daños son tan severos que las pérdidas

pueden ser totales (Rodríguez Montessoro y de León. 2008). El manejo de las plagas implica que la utilización de una medida de control sea oportuna y efectiva. En seguida se describen algunas plagas del maíz y su control.

Las principales plagas que atacan al cultivo del maíz en la región son: Gallina ciega, Gusano de alambre, Pulga negra, Trips, Gusano cogollero, Araña roja y **Gusano elotero**.



Figura 1. El gusano cogollero es la plaga más dañina en la región. (Martínez Villa, J., Silva Sáenz, René A; E de J. Cuéllar Villarreal. 2007.)

Gusano ciega y Gusano de alambre: Estas plagas se presentan antes de la emergencia de plantas, desde el inicio de la germinación de la semilla, dañando raíces y tallos.

Pulga negra y Trips: Estas plagas, se presentan durante la primera etapa o estado de plántula del maíz, estas raspan y chupan los tejidos produciendo cicatrices que generan un aspecto cenizo en la planta, retrasando el crecimiento. Es conveniente controlarlas cuando se observan de tres a cinco insectos por planta o colonias densas en el cogollo.

Gusano cogollero: se puede presentar en el cultivo desde el estado de plántula hasta el espigamiento, dañando directamente el cogollo de las plantas de maíz, las cuales al desarrollarse muestran unos agujeros que ocasionan el retraso en el desarrollo del cultivo. Para realizar la aplicación, es conveniente observar más del 10 % de las plantas con larvas pequeñas.

Araña Roja: Ésta es una plaga que se presenta en la región solo cuando existen altas temperaturas y se presentan condiciones de sequía; el daño lo hacen en las hojas ocasionando manchas amarillas. Para determinar su presencia, se sugiere verificar las orillas del lote sembrado, ya que es en esta en donde inician los primeros brotes. Cuando las infestaciones cubran más del 20% del follaje y el maíz se encuentre en etapas anteriores al llenado de granos, es momento de realizar la aplicación.

Gusano Elotero: El daño que causa esta plaga es a los granos del maíz, este daño se presenta con menos frecuencia en maíces con buena cobertura de mazorca; es conveniente aplicar cuando el 10% del total de la población de plantas tengan una o más larvas pequeñas.

Tabla 1. Insecticidas para el control de las principales plagas en el cultivo de maíz (Elaboración propia con información de: (Martínez Villa, J., Silva Sáenz, René A; E de J. Cuéllar Villarreal. 2007).)

| INSECTICIDA | PLAGAS | DOSIS | Aplicación |
|---|---------------------------------------|--|---|
| Lorsban 5G, Furadan G al 5% o Counter G 5% granulados. | Gallina ciega y Gusano de Alambre. | 15 a 20 Kg/ha. | Suelo. |
| Furadán 300 TS. | Gallina ciega y Gusano de Alambre. | 4 lts/100 Kg de semilla. | Semilla. |
| Malation 1000 CE Diazinón 25 CE. | Pulga negra y Trips. | 0.5 a 1.0 lts/ha 1.0 lts/ha. | Follaje. |
| Servin G 5%, Lorsban 480 EM, Confirm 2F. | Gusano cogollero. | 10 a 15 Kg/ha, 0.5 a 1.0 lts/ha, 0.250 a 0.500 lts/ha. | Cogollo de las plantas. |
| Folimat 1000 LM, Diazinón 25 CE. | Araña Roja. | 1.0 lts/ha, 1.0 lts/ha. | A las plantas que tienen presencia de esta plaga. |
| Lorsban 480 EM, Confirm 2F. | Gusano Elotero. | 0.5 a 0.75 lts/ha, 0.250 a 0.500 lts/ha. | Área infectada. |

2.16.10 ENFERMEDADES.

En la región, la enfermedad que se observa con más frecuencia en el cultivo de maíz, es el carbón común, conocido también como huitlacoche; sin embargo, es de poca importancia económica, por lo que no es recomendable la utilización de productos químicos, se sugiere la utilización de las variedades que se recomiendan para la región.

2.16.11 Cosecha

La cosecha se realiza cuando la mazorca está completamente seca. La pisca se realiza de forma manual o de forma mecánica, esto depende del productor. Se debe recoger el maíz en tiempo oportuno para evitar que el grano se pudra. Una vez pisado se acarrea y se pasa al desgrane de mazorcas.

III MATERIALES Y METODOS.

3.1 Aspectos Generales:

| | |
|------------------------|------------------------------|
| Nombre de la Presa: | Pequeña presa de mampostería |
| Comunidad beneficiada: | Santa Ana |
| Municipio: | Monclova |
| Estado: | Coahuila |
| Inversión: | \$ 3, 021,674.97 |

Finalidad de la obra: Almacenar y derivar el agua de escurrimiento superficial y manantial

3.2 PROPOSITO DE LA OBRA.

Utilizar racionalmente el agua de escurrimiento superficial almacenándolo y derivándolo hacia el área de siembra por medio de una tubería de 14” de diámetro y 2 km de longitud.

3.3 Localización:

La presa de mampostería se pretende construir en el Rio Monclova, localizado en el ejido Santa Ana, ubicado a 14 km de la Ciudad de Monclova por la carretera 57 rumbo al Municipio de Sabinas en el Estado de Coahuila de Zaragoza. Tiene las siguientes coordenadas.

Longitud Norte: 27°0'45.78"(grados, minutos y segundos).

Latitud Oeste: 101°23'4.63"(grados, minutos y segundos).

Altitud: 500 m.s.n.m.

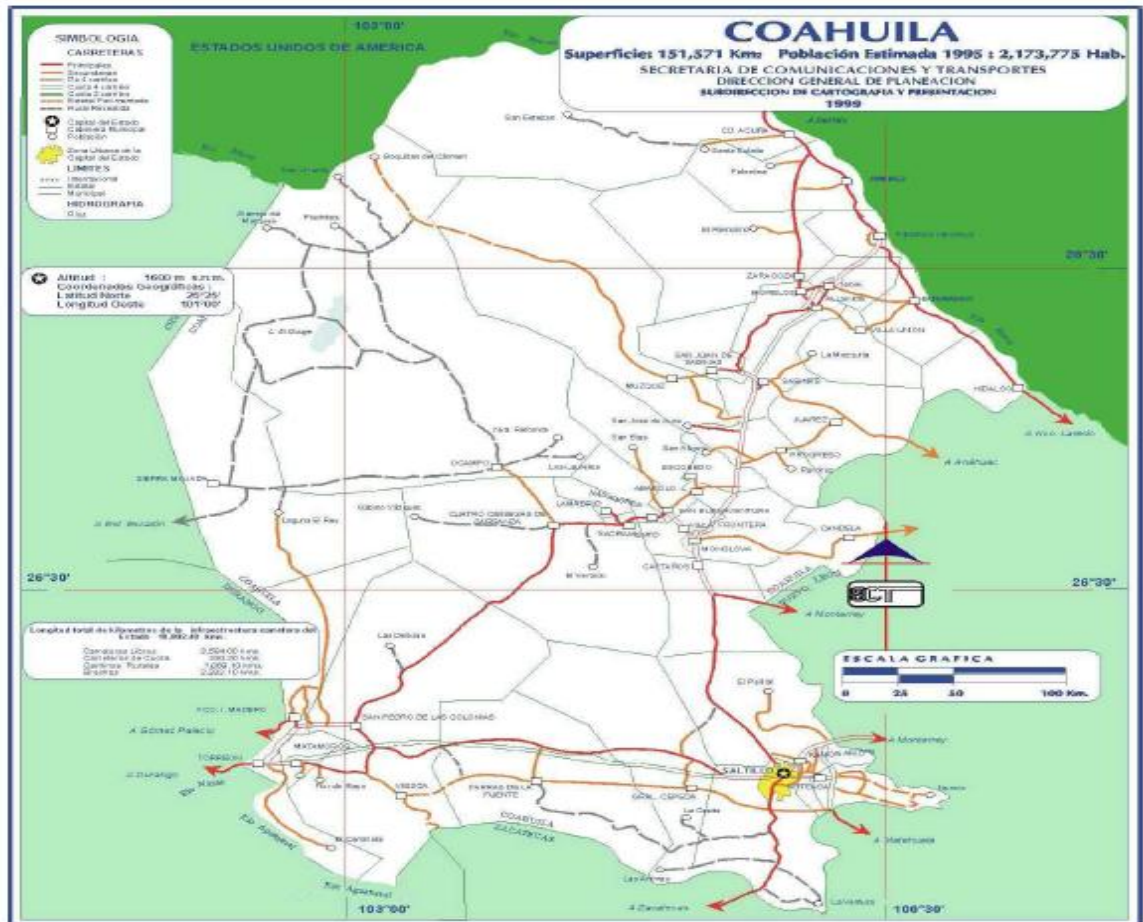


Figura. 2. Vías y accesos que conectan a diferentes puntos del estado de Coahuila.

3.4 Climatología.

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

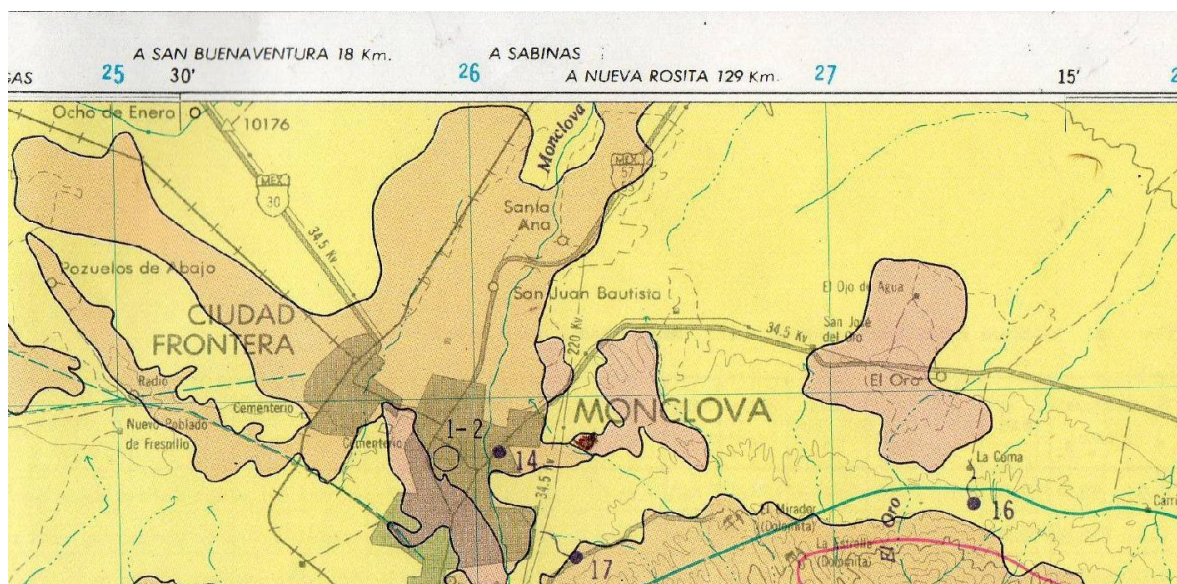


Figura 3. Cartografía de Climas.

3.4.1 Temperaturas.

La temperatura media anual oscila entre 21° a 25°C.

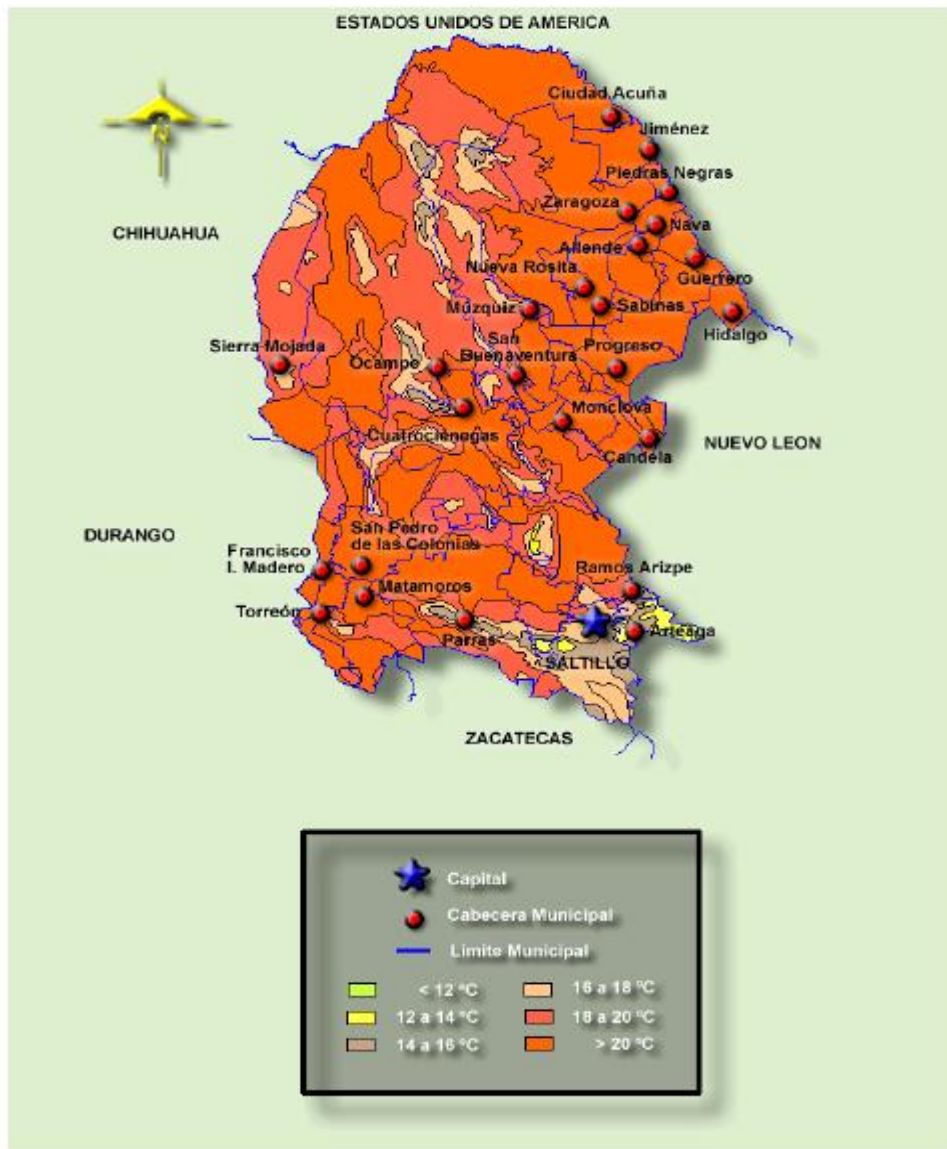


Figura 4. Temperaturas medias anuales en el Estado de Coahuila.

3.4.2 Régimen de Lluvias.

La precipitación media anua es de 380 mm, con régimen de lluvias en los meses Mayo –Septiembre.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS 1971-2000

ESTADO DE: COAHUILA

| ESTACION: 00005164 SAN FRANCISCO,S.BUENAVENTURA | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| LATITUD: 27°08'32" N. | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD: 101°39'08" W. | | | | | | | | | | | | | |
| ALTURA: 500.0 MSNM. | | | | | | | | | | | | | |
| ELEMENTOS | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
| TEMPERATURA MAXIMA | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 18.7 | 23.1 | 27.1 | 31.3 | 34.3 | 35.7 | 35.6 | 35.8 | 32.7 | 28.9 | 24.4 | 19.8 | 29.0 |
| MAXIMA MENSUAL | 22.9 | 26.5 | 31.4 | 35.9 | 41.0 | 41.4 | 39.2 | 39.5 | 37.2 | 33.8 | 28.7 | 23.3 | |
| AÑO DE MAXIMA | 1996 | 1986 | 1991 | 1995 | 1998 | 1998 | 1995 | 1997 | 1997 | 1982 | 1983 | 1984 | |
| MAXIMA DIARIA | 35.0 | 39.0 | 41.0 | 44.0 | 49.0 | 46.0 | 45.0 | 45.0 | 41.0 | 39.0 | 37.0 | 35.0 | |
| FECHA MAXIMA DIARIA | 24/1989 | 22/1996 | 21/1995 | 29/1990 | 07/1998 | 03/1998 | 04/1995 | 09/1997 | 16/1997 | 03/1982 | 09/1984 | 04/1993 | |
| AÑOS CON DATOS | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 15 | 16 | 16 | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 10.4 | 13.8 | 17.4 | 21.4 | 25.8 | 28.0 | 28.1 | 28.3 | 25.4 | 20.8 | 15.8 | 11.6 | 20.6 |
| AÑOS CON DATOS | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 15 | 16 | 16 | |
| TEMPERATURA MINIMA | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 2.2 | 4.4 | 7.6 | 11.6 | 17.3 | 20.2 | 20.6 | 20.8 | 18.1 | 12.8 | 7.2 | 3.3 | 12.2 |
| MINIMA MENSUAL | -0.8 | 2.3 | 4.7 | 7.7 | 14.7 | 14.1 | 14.4 | 15.0 | 16.4 | 10.0 | 4.4 | -1.0 | |
| AÑO DE MINIMA | 1988 | 1985 | 1996 | 1983 | 1982 | 1998 | 1998 | 1998 | 1998 | 1982 | 1991 | 1989 | |
| MINIMA DIARIA | -9.0 | -8.0 | -7.0 | 0.0 | 8.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 8.0 | -1.0 | -6.0 | -10.0 | |
| FECHA MINIMA DIARIA | 21/1985 | 05/1996 | 07/1989 | 11/1983 | 02/1982 | 03/1998 | 17/1998 | 16/1998 | 20/1991 | 20/1989 | 27/1992 | 22/1989 | |
| AÑOS CON DATOS | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 15 | 17 | 16 | |
| PRECIPITACION | | | | | | | | | | | | | |
| NORMAL | 16.3 | 7.3 | 8.4 | 17.4 | 43.9 | 38.1 | 51.1 | 36.3 | 59.7 | 31.3 | 10.1 | 21.5 | 341.4 |
| MAXIMA MENSUAL | 52.5 | 19.0 | 61.0 | 90.0 | 136.7 | 116.0 | 170.0 | 97.0 | 119.0 | 100.0 | 37.0 | 78.5 | |
| AÑO DE MAXIMA | 1992 | 1982 | 1997 | 1985 | 1997 | 1993 | 1988 | 1988 | 1990 | 1986 | 1998 | 1991 | |
| MAXIMA DIARIA | 20.0 | 19.0 | 29.0 | 48.0 | 70.0 | 60.0 | 60.0 | 42.0 | 49.0 | 50.0 | 25.0 | 35.0 | |
| FECHA MAXIMA DIARIA | 11/1985 | 25/1982 | 09/1997 | 07/1985 | 16/1985 | 25/1993 | 07/1988 | 16/1988 | 10/1992 | 05/1986 | 25/1982 | 07/1982 | |
| AÑOS CON DATOS | 12 | 14 | 14 | 14 | 15 | 16 | 14 | 14 | 14 | 14 | 16 | 14 | |

TABLA 2. Normales climatológicas San Buenaventura.

3.5 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

El río Monclova nace originalmente en la localidad de Ojo del Saucillo, en el noreste del Municipio de Castaños, en plena sierra de La Gloria, sin embargo, alimenta su caudal de diversos manantiales que brotan en época de lluvias ya dentro del municipio de Monclova, el cual atraviesa de sureste o noreste, ingresando posteriormente al municipio de Abasolo.

3.5.1 Características ambientales.

3.5.1.1 Vegetación.

La vegetación es muy variada. Su desarrollo depende del clima, tipo de suelo, altura sobre el nivel del mar, y precipitación pluvial. En las partes altas de la sierra abundan los pinos, pinabetes, encinos y cedros. En las partes bajas hay mezquites, huizaches, yuccas, nopales, magueyes, cactus, gobernadoras, y lechuguillas.

Otras plantas que crecen en el estado son: orégano, árnica, albahaca, cedro, nogal, fresno, álamo, peyote, biznaga, cenizo, sábila.

3.5.2 Geología.

El tipo de roca que está compuesto el suelo es, Ígnea intrusiva: Monzonita (1%), granodiorita (0.1%) Sedimentaria: Caliza (19.8%), conglomerado (17%), lutita-arenisca (12%), caliza-lutita (2%), Yeso (1%) y travertino (0.1%) Suelo: aluvial (47%), (INEGI 2009).

3.5.3 Características del suelo.

En la región de Monclova donde se pretende construir la presa predominan los siguientes tipos de suelo: Calcisol (26.6%), Leptosol (21.4%), Cambisol (14.7%), Gypsisol (11.4%), Phaeozem (10.3%), Regosol (6.2%), Solonchak (5.5%) y No aplicable (3.9%).

3.5.4 Uso del suelo y vegetación.

Agricultura (13%) y zona urbana (4%), Matorral (64%), pastizal (15%) y bosque (4%)

3.5.4.1 Uso potencial de la tierra.

Agrícola: Para la agricultura mecanizada continua (50%), Para la agricultura con tracción animal continua (5%), No apta para la agricultura (45%).

Pecuario, Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (50%), Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (28%), Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (22%).

3.5.5 Levantamiento de la cuenca.

El levantamiento de la cuenca se hace para determinar la superficie de la misma y forma de concentración de las aguas, con el fin de utilizar estos datos como base para el estudio hidrológico del proyecto. Para esto fue necesario determinar el parte

aguas en SIATL. (Simulador de Flujos de Agua de Cuecas Hidrográficas, INEGI 2010).

3.5.6 Área de la cuenca.

Para la delimitación de la cuenca se utilizó el SIAT, contando con un área total de $1671.71 \text{ km}^2 = 1\,671\,710\,000 \text{ m}^2 = 167\,171 \text{ Has}$.

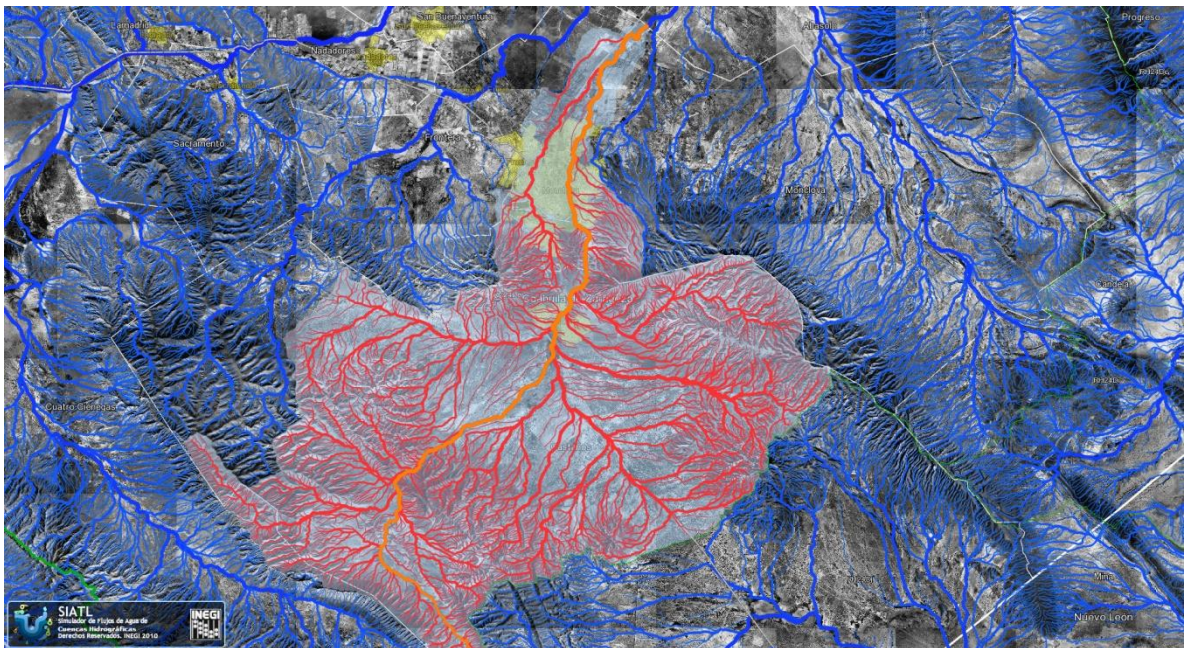
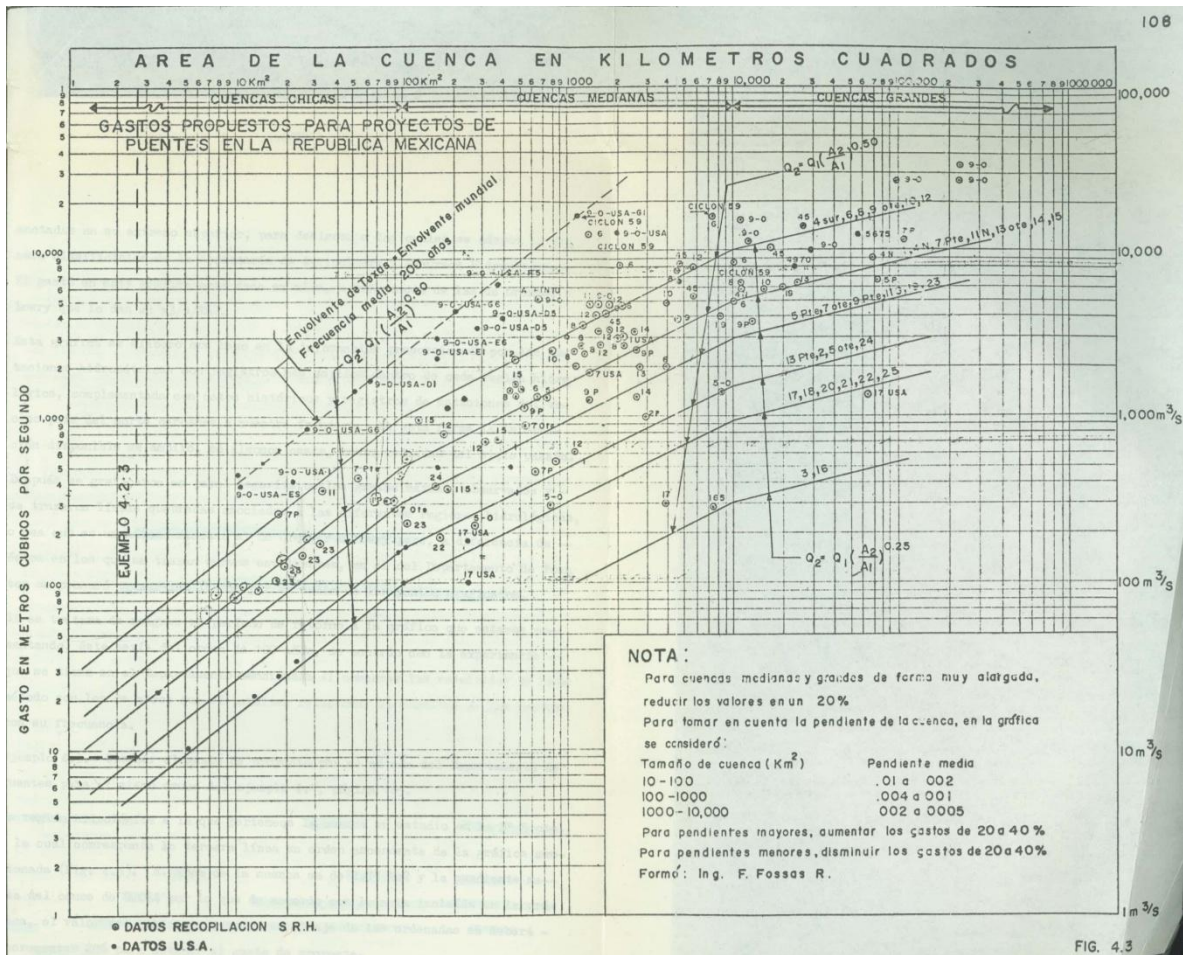


Figura 5. Imagen Satelital delimitación de la Cuenca.

El gasto obtenido con ayuda de la gráfica 2, es de $600 \text{ m}^3/\text{seg}$ para una cuenca de $1\,671.71 \text{ km}^2$.

3.5.7 Cálculo de la Avenida Máxima.

Para determinar la avenida máxima se utilizaron las gráficas de Gastos Propuestos para proyectos de Puentes en la República Mexicana en el cual el gasto está en función del área de la cuenca en km^2 .



Gráfica 2. Gráfica de gastos para proyectos de puentes en la República Mexicana.

3.5.8 Cálculo Coeficiente de escurrimiento.

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento, se tomaron en cuenta las cartas topográficas de la región (Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática 1992), los cálculos incluyen valores del cuadro la Tabla 3y que a la vez se hace uso de la siguiente ecuación;

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

Tabla 3. Coeficiente de escurrimiento

| | Área de la cuenca (Km ²) | Ce/AC |
|--|---------------------------------------|--------------|
| Coeficiente de escurrimiento por área de la cuenca | Menor de 10 | 0.20 |
| | 11 a 100 | 0.15 |
| | 101 a 500 | 0.10 |
| | Precipitación media anual (mm) | Ce/Pm |
| Coeficiente de escurrimiento por precipitación | Menor de 800 | 0 a 0.05 |
| | 801 a 1,200 | 0.06 a 0.15 |
| | 1201 a 1500 | 0.16 a 0.25 |
| | Mayor a 1500 | 0.35 |
| | Cubierta Vegetal | Ce/Cv |
| Coeficiente de escurrimiento por cubierta vegetal | Bosque Matorral | 0.05 a 0.20 |
| | Pastos y Cultivos | 0.01 a 0.30 |
| | Sin vegetación | 0.25 a 0.50 |
| | Grupos de suelo | Ce/Gs |
| Coeficiente de escurrimiento por permeabilidad del terreno | Alta permeabilidad | 0.05 a 0.25 |
| | Moderada Permeabilidad | 0.15 a 0.30 |
| | Baja Permeabilidad | 0.25 a 0.60 |

Tabla 4. El coeficiente de escurrimientos en estudio.

| Descripción | | Coeficiente de escurrimiento |
|----------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Área de la cuenca | 1 671.71 km ² | 0.10 |
| Precipitación Cubierta | 380mm | 0.05 |
| Vegetal | Bosque Matorral | 0.10 |
| Permeabilidad del Terreno | Moderada permeabilidad | 0.15 |

$$Ce = (0.10 + 0.05 + 0.10 + 0.15)/4$$

$$Ce = 0.1 = 10\%$$

3.5.9 Cálculo del Volumen de Escurrimiento medio anual.

Considerando el área de la cuenca (1 671.71 Km²) y considerando la precipitación media anual de la zona de los últimos años 380 mm. El cálculo del escurrimiento medio anual se realizó aplicando la siguiente formula.

$$VEmA = (A \times Ce \times Pm)$$

$$EmA = (1\ 671\ 710\ 000\ m^2 \times 0.1 \times 0.380m)$$

$$EmA = 635\ 249\ 800\ m^3$$

Donde:

VEmA = Escurrimiento medio anual (m³).

Ce = Coeficiente de escurrimiento (adim).

A = Área de la cuenca (m^2).

Pm = Precipitación media anual (m).

3.5.10 Calculo del Volumen Anual Escurrido.

Calculando el volumen anual por lluvia podemos calcular el volumen anual escurrido basta con solo hacer una conversión y multiplicarlo por un coeficiente de escurrimiento. Este coeficiente se estima por un valor promedio de los escurrimientos anuales. Debido a que durante el año los escurrimientos son uniformes o muy variables, que ocurren escurrimientos hasta de 50 %, 20%, 10 %, 5 %, 4 %, aproximadamente, aquí en esta zona se estima para la región 0.10 que es igual a un 10 %.

Por lo tanto:

$$Va\ esc = (Ce \times EmA)$$

$$Va\ esc = (0.10 \times 635\ 249\ 800\ m^3)$$

$$\mathbf{Va\ esc = 63\ 524\ 980\ m^3}$$

Dónde:

Va esc = Volumen anual escurrido (m^3)

Ce = Coeficiente de escurrimiento

EmA = Escurrimiento medio anual (m^3)

3.5.11 Calculo del Volumen Aprovechable Medio Anual.

$$VAMA = 0.6 (Va\ esc)$$

$$VAMA = 0.6 (63\ 524\ 980\ m^3)$$

$$VAMA = 38\ 114\ 988\ m^3$$

3.6 DISEÑO DE LA OBRA Y SUS CARACTERÍSTICAS.

La obra para la retención y derivación de agua de escurrimiento superficial y de manantial se construye con mampostería.

Longitud de la cortina.....270 m.

Ancho de la corona1 m

Altura máxima.....5 m

Elevación de la corona500 msnm

Elevación del embalse máximo.....501.4 msnm

Ancho de la base4 m

Talud aguas arriba.....0.0

Talud aguas abajo0.625

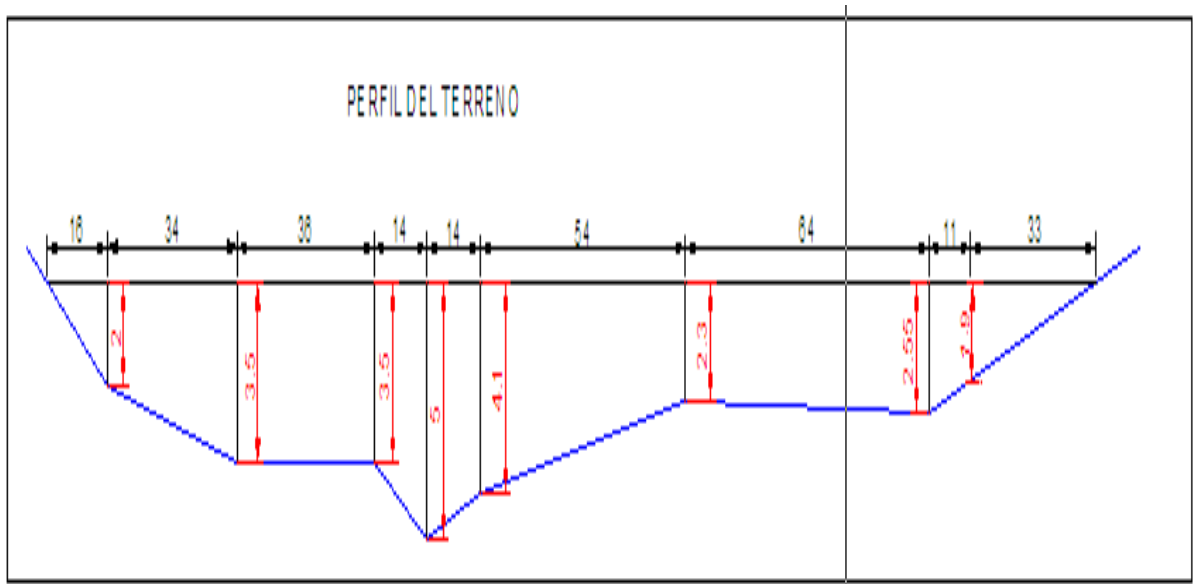


Figura 6. Levantamiento y Perfil del De la Boquilla de la Presa.

El levantamiento de la boquilla se realizó utilizando el nivel topográfico,

3.6.1 Obra de Excedencias

El vertedor de demasías de la obra de almacenamiento tiene capacidad para desfogar 600 m³/s. Para calcularlo se usó la siguiente formula:

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

$$Q = 600 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$b = 270 \text{ m}$$

$$m = 0.48$$

$$h = 1.04$$

Donde:

m = coeficiente de gasto

b = ancho del vertedor

h = carga sobre el vertedor

3.6. 2 Estimación de los Coeficientes de Seguridad del Muro de Mampostería.

La presa es un muro vertical con un solo lado, es de mampostería con una altura (h) hasta la cresta desde el nivel del suelo de 5 m, más la altura del nivel de agua H = 1.4 m, el peso específico de la mampostería (γ_m) es 2300 kg/m^3 . (B) es la sección del muro de un metro de ancho, el peso específico del agua (γ) es de 1000 kg/m^3 , a continuación se tiene el desarrollo de todos los cálculos.

3.6.2.1 Cálculo de la Estabilidad del Muro.

$$F.R.P.H = A.D.P \times B$$

Donde:

A.D.P = Área del Diagrama de Presiones

B = Sección del muro de un metro de ancho.

Tenemos que al área del diagrama de presiones es.

$$A.D.P = \frac{(\gamma_{\text{agua}} * H) + (\gamma_{\text{agua}} * h_2) * h_1}{2}$$

$$A.D.P = \frac{\left(1000 \frac{Kg}{m^3} * 6.04 m\right) + \left(1000 \frac{Kg}{m^3} * 1.04 m\right) * 5 m}{2}$$

$$A.D.P = 17\,700 \frac{Kg}{m}$$

3.6.2.2 Cálculo de la Fuerza Resultante de la Presión Hidrostática.

$$F.R.P.H = A.D.P * B$$

$$F.R.P.H = 17\,700 \frac{Kg}{m} * 1 m$$

$$F.R.P.H = 17\,700 kg$$

$$F.R.P.H = 17.7 ton.$$

3.6.2.3 Cálculo del Peso del Muro (pw).

Área.

$$A = \frac{(B \times b) \times h1}{2}$$

$$A = \frac{(5 m \times 1 m) \times 5 m}{2}$$

$$A = 12.5 m^2$$

Volumen del muro.

$$V = A \times B$$

$$V = 12.5 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$V = 12.5 \text{ m}^3$$

Peso del Muro.

$$W = V \times \gamma_{\text{mamposteria}}$$

$$W = 12.5 \text{ m}^3 \times 2300 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$W = 28750 \text{ Kg}$$

$$W = 28.75 \text{ ton}$$

3.6.2.4 Cálculo de α de la Fuerza Resultante.

$$\alpha = \frac{F.R.P.H}{W}$$

$$\alpha = \frac{17.7 \text{ ton}}{28.75 \text{ ton}}$$

$$\tan^{-1} \alpha = 0.615652$$

$$\alpha = 31.61$$

$$\alpha = 31^\circ 37'7.03''$$

$$X^2 = ((17.7 \times 17.7) + (28.75 \times 28.75)) = 1139.85$$

$$fr = \sqrt{1139.85}$$

$$fr = 33.7617 \text{ ton}$$

3.6.2.5 Revisión por volteo.

$$F S = \frac{\text{Fuerzas Resistentes}}{\text{Fuerzas Actuantes}} > 1$$

$$F S = \frac{28.75 \text{ ton}}{17.7 \text{ ton}} > 1$$

$$F S = 1.6243 > 1$$

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

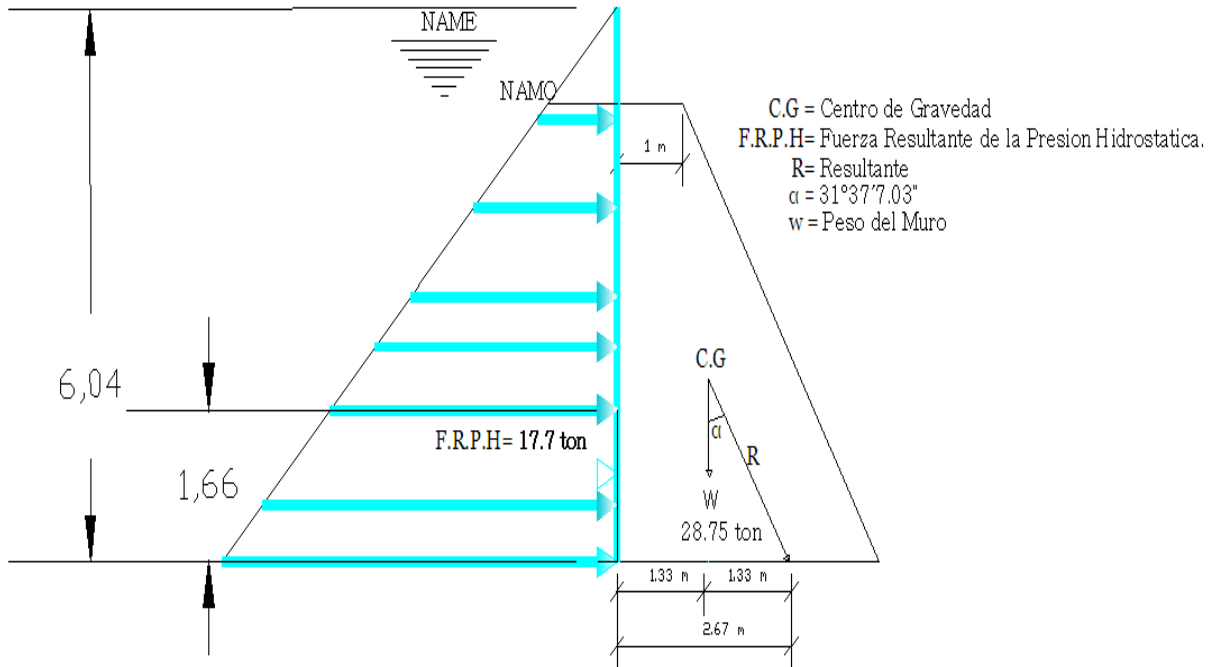


Figura 7. Cuadro Diagrama de Presiones.

En virtud de que la fuerza resultante pasa dentro de las dos terceras partes de la base, entonces el muro permanece estable.

3.6.3 OBRA DE TOMA.

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

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

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

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

$$Q = \frac{\pi \times (0.3556\text{m})^2}{4} \left[\left(3.75 \text{ m} \times \frac{(2 \times 9.81 \text{ m/s}^2)}{2.1} \right) \right]^{0.5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.587 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Se determine el valor del coeficiente de resistencia hidráulica mediante la siguiente ecuación:

$$C = \left[1 + C_{ent} + C_v + \frac{fl}{d} \right]$$

$$C = \left[1 + 0.5 + 0.09 + \frac{(0.03 \times 6)}{0.3556} \right] = 2.1$$

Dónde:

A = área de la sección viva de la tubería m².

$$C_{ent} = 0.5$$

$$C_v = 0.09$$

V = Velocidad del agua en m/seg.

$$f = 0.03$$

C = coeficiente de resistencia hidráulica.

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

$$d = 14 \text{ pulg} = 0.3556 \text{ m} \quad H = 3.75 \text{ m}$$

d = diámetro de la tubería en m.

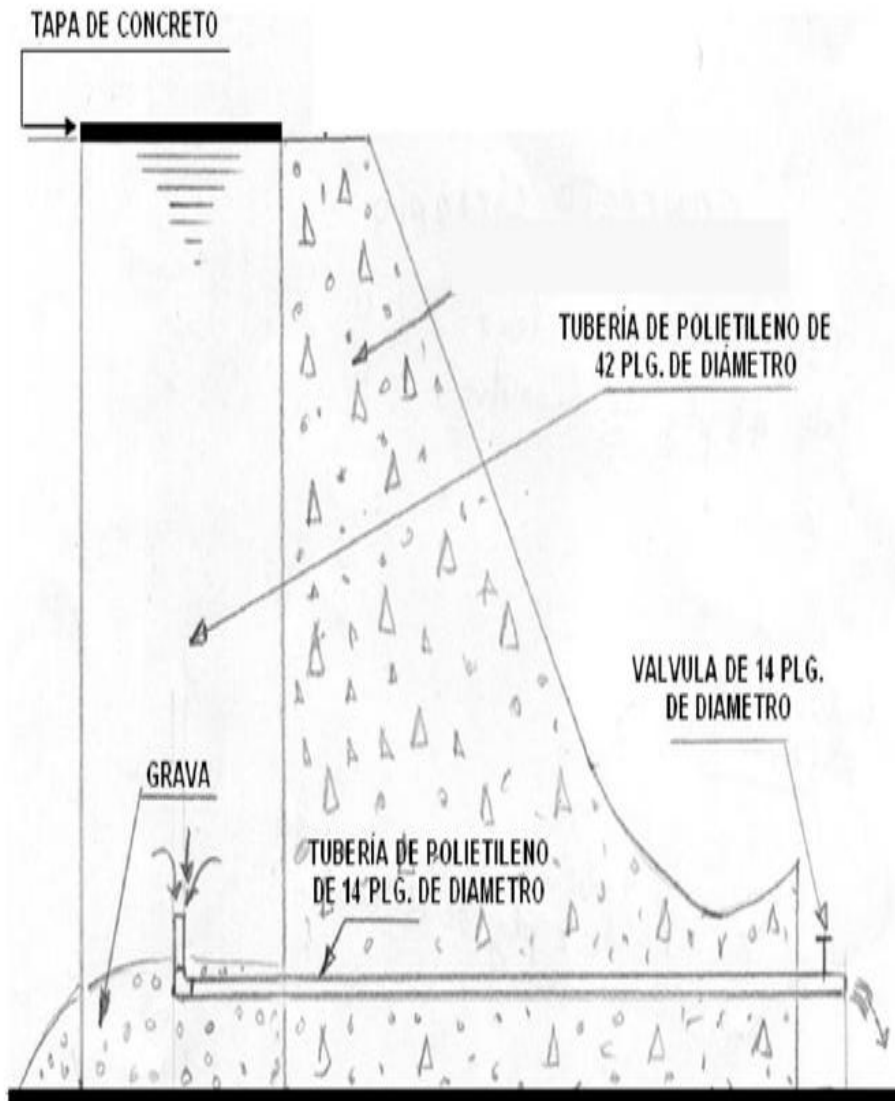


Figura 8. ESQUEMA DE LA OBRA DE TOMA DE LA PRESA SANTA ANA

3.6.4 DESARENADOR.

Los desarenadores son obras hidráulicas complementarias, su principal función es la de remover partículas de cierto tamaño que las corrientes superficiales pueden llevar.

La localización del desarenador en la presa del ejido Santa Ana, se encuentra en las coordenadas 27°0'28.57" Latitud N y 101°23'10.32" Longitud O, con las siguientes dimensiones.

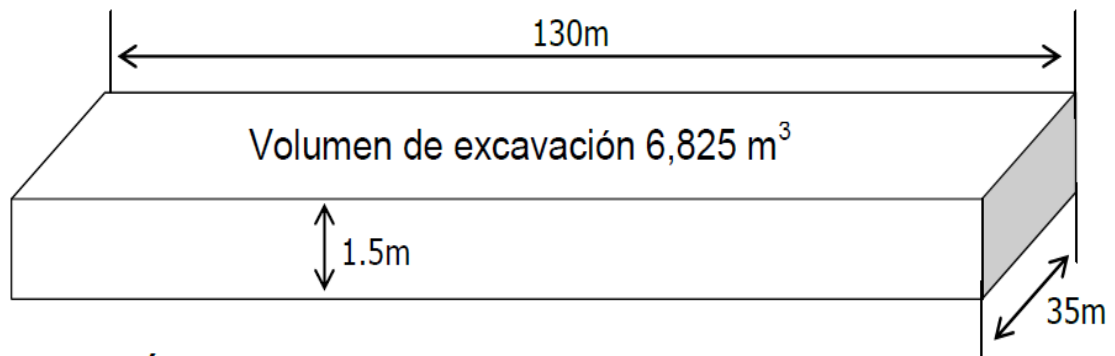


Figura 9. Desarenador.

El volumen de excavación (VE) se determinó con el uso de la ecuación que enseguida se menciona:

$$VE = L \times l \times h$$

$$VE = 130 \times 35 \times 1.5$$

$$VE = 6\,825\,m^3$$

3.7 LINEA DE CONDUCCION.

3.7.1 Caudal en la Línea de conducción.

La línea de conducción es de tubo PVC de 14 pulgadas tiene una longitud de 2 Km y cuenta con un desnivel de 6 m. Al desnivel se suma la carga de trabajo sobre el orificio de entrada del agua a la obra de toma 3.75 m, y con esto poder determinar el caudal que pasa en la tubería.

Con la ecuación de Hazen-Williams en función de caudal, podemos calcular el gasto en la tubería. La expresión es la siguiente:

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

Donde:

Q = gasto en LPS/s

D = diámetro de la tubería en mm.

L = longitud de la tubería en m.

C= Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

Despejando Q, para obtener el gasto se tiene:

$$Q = \left(\frac{hf (C)^{1.852}}{\frac{1.21 \times 10^{10}}{D^{4.87}} \times L} \right)^{\frac{1}{1.852}}$$

Aplicando la ecuación se obtiene el caudal máximo, que pasa por una tubería de 14 pulgadas de diámetro y una longitud de 2 km.

La velocidad fue calculada con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{4 \times Q}{D^2 \Pi}$$

Donde:

V= Velocidad del flujo en m/s.

Q= Caudal en la tubería m³/s

D= Diámetro en m

Tabla 5. Valores típicos de C, para ser usados en la ecuación de Hazen-Williams.

| Material del Tubo | C |
|-------------------------------|----------|
| PVC | 150 |
| Plástico | 150 |
| Acero de cubierto con epóxico | 145 |
| Asbesto de cemento | 140 |
| Hierro galvanizado | 135 |
| Aluminio | 130 |
| Fierro nuevo | 130 |
| Fierro (15 años de uso) | 100 |

Tabla 6. Velocidades máximas y mínimas permisibles (Vicente Ángeles Montiel, 2002.).

| Diámetro (mm) | Vmin | Vmax |
|---------------|------|------|
| 50 | 0.20 | 1.80 |
| 75 | 0.20 | 1.80 |
| 100 | 0.20 | 1.80 |
| 150 | 0.20 | 1.85 |
| 200 | 0.25 | 1.95 |
| 250 | 0.35 | 2.05 |
| 300 | 0.50 | 2.15 |
| 350 | 0.50 | 2.25 |
| 400 | 0.50 | 2.30 |

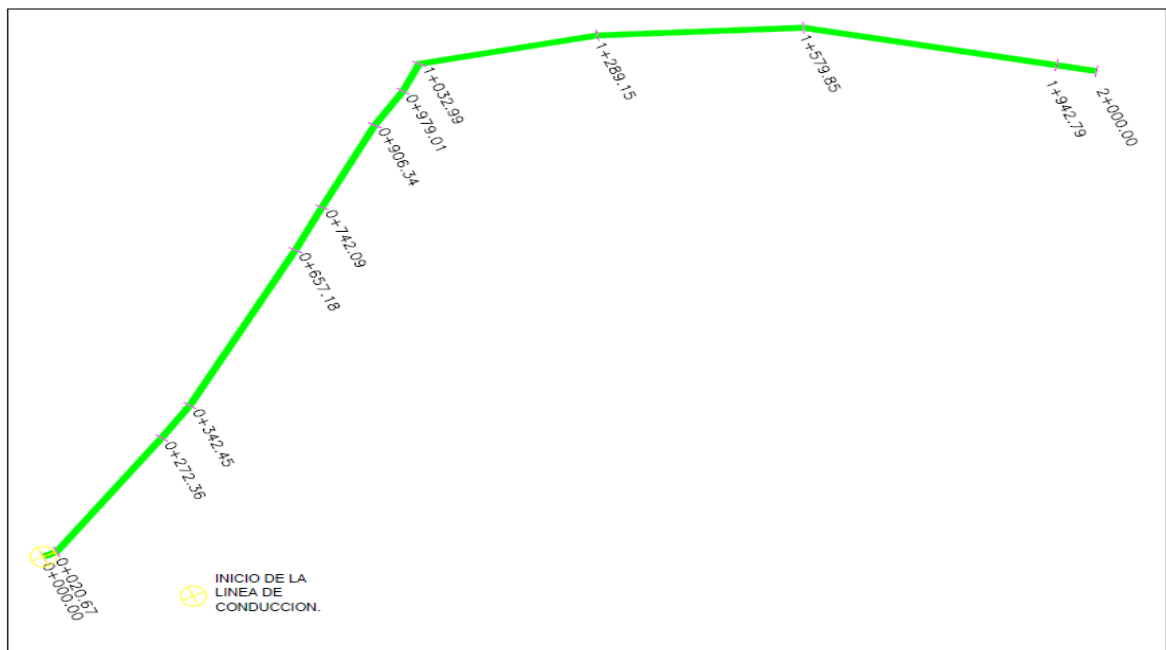
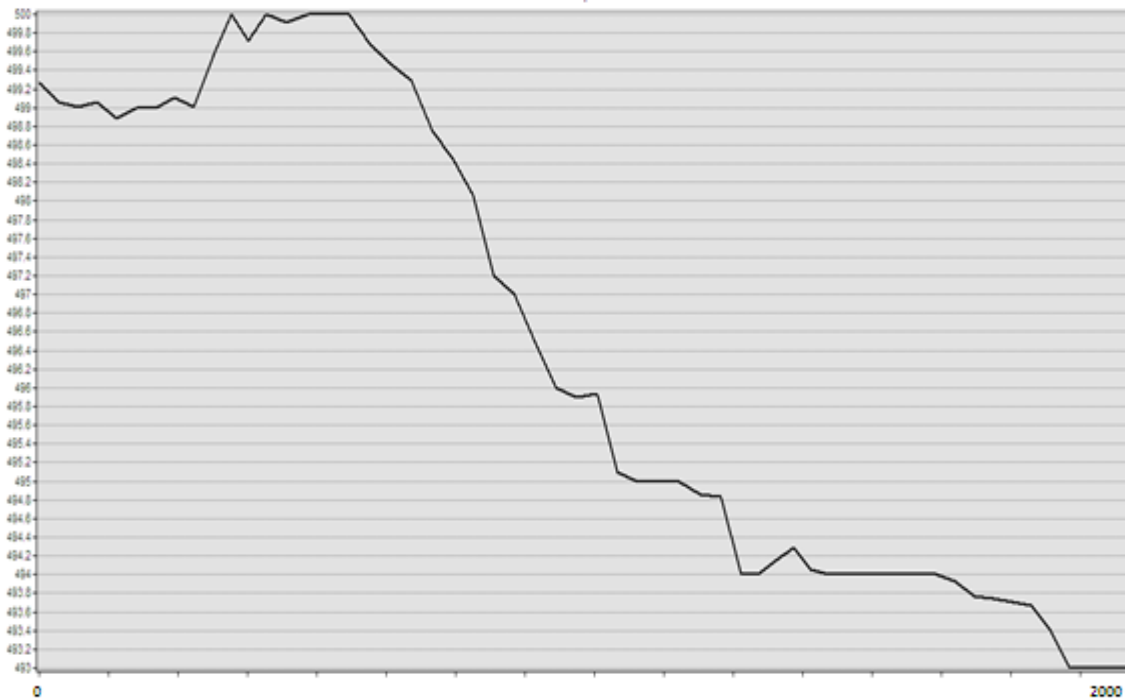


Figura 10. La línea de conducción es de tubería PVC C5, de 14", esta se excavo 80 cm para su instalación.

Tabla 7. SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE CONDUCCION CON TUBERIA PCV.

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD |
|-----------------------------|----------|--------|
| Tubería C5 de 14" | 2000 | m |
| Válvulas de 14" con kit | 2 | pieza |
| Instalación de Tubería | 2000 | m |
| Apertura y relleno de Zanja | 2000 | m |
| Válvula de aire de 14" x 3" | 5 | pieza |



Gráfica 3. Perfil del terreno de la línea de conducción.

3.8 Diseño de un sistema de riego por goteo.

Necesidades Hídricas.

El maíz requiere aproximadamente entre 600 y 800 mm de agua durante su ciclo. La oportunidad de aplicación del agua es un factor importante ya que el déficit o exceso de agua tiene influencia en el rendimiento.

En general se requiere proteger en la etapa vegetativa las fases de definición del número de hileras de la mazorca, que se da cuando la planta tiene de siete a ocho hojas, y la fase donde se define el número de granos potenciales, que ocurre:

Cuando la planta tiene alrededor de 12 hojas: igualmente importante es cuidar que se cuente con humedad suficiente en la etapa reproductiva, ya sea espigamiento o floración femenina, así como durante el llenado de grano, distinguiéndose así cuatro etapas críticas para proporcionar los riegos.

Para el ciclo primavera verano, la calendarización puede variar principalmente en los intervalos, mas no entre las etapas señaladas, debido al incremento de las temperaturas, por lo que es conveniente vigilar la fenología del cultivo y apoyarse con los técnicos de los módulos de riego, red mayor y campo experimental, etc., para definir las fechas de aplicación.

Requerimientos de agua de la planta, es la cantidad de agua requerida para mantener una deseada humedad en el suelo y un nivel de salinidad apropiado durante la estación del cultivo. Este es usualmente expresado como una profundidad de agua (lamina de riego) para un dado periodo de tiempo.

Los requerimientos de agua de la planta comprenden el agua total usada en la evapotranspiración, ET, mientras que el total de agua requerida para el riego también incluye la necesidad de agua para el lavado de las sales acumuladas. La evapotranspiración es el factor básico para determinar los requerimientos de agua del cultivo. (García Casillas y Briones Sánchez, 1986).

Evaporación.

Según castillo y castelvi, (2001), definen la evaporación como la vaporización de un líquido en la superficie que la separa de la fase gaseosa con la cual está en contacto.

Transpiración.

Es la pérdida de vapor de agua por los vegetales, principalmente a través de los estomas (por ellos hay de 80 a 90 % de transpiración). Cuando los estomas están abiertos se lleva a cabo la difusión del vapor de agua hacia la atmósfera. Esta difusión siempre se efectúa, excepto cuando la atmósfera tenga una presión de vapor igual o mayor que la de los espacios intercelulares. (Torres 2001).

Evapotranspiración.

Es la suma de la transpiración y el agua que se evapora del suelo esta es expresada en unidades L/T (cm/mes, mm/día etc.).

La tasa de evapotranspiración es afectada por muchos factores, los más importantes de los cuales son: la cantidad de área cubierta por el cultivo la fase de crecimiento del cultivo, el clima y el suelo.

3.8.1 Métodos para el cálculo de evapotranspiración.

Se puede calcular la evapotranspiración a partir de datos climáticos para calcular la evapotranspiración de un cultivo cualquiera se valora antes la evapotranspiración de un cultivo de referencia, relacionándose ambos mediante un coeficiente obtenido experimentalmente.

$$ET_c = ET_o \times kc$$

ET_c= evapotranspiración de un cultivo determinado, expresado en mm/día.

ET_o= evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm/día.

K_c= coeficiente de cultivo, variable con el propio cultivo y con su periodo vegetativo.

Coeficiente de cultivo (k_c).

Es el factor de cultivo, se utiliza para considerar los efectos de las características de la planta sobre sus necesidades de agua. Representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones en condiciones y producciones óptimas.

El coeficiente del cultivo depende de:

- El tipo de cultivo.
- El periodo vegetativo.
- Las condiciones climáticas.
- La frecuencia del riego o de la precipitación.

Valores del coeficiente de cultivo único (promedio temporal) del cultivo, k_c y alturas máximas de las plantas para cultivos no interesados y bien manejados en climas

sub-húmedos para usar en la fórmula de la FAO Penman-Monteith Eto (Fuentes Yagüe, 1998).

Tabla 8. Valores de kc de acuerdo al manual de la FAO.

| Cultivo | Kcni | Kcmed | Kc fin | Alturasmáx. Cult. (m) |
|---------------------------------|------|-------|--------|-----------------------|
| Hortalizas | | | | |
| Brócoli | 0.7 | 1.05 | 0.95 | 0.3 |
| Col de Bruselas | 0.7 | 1.05 | 0.95 | 0.4 |
| Repollo | 0.7 | 1.05 | 0.95 | 0.4 |
| Zanahoria | 0.7 | 1.05 | 0.95 | 0.3 |
| Coliflor | 0.7 | 1.05 | 1 | 0.6 |
| Apio | 0.7 | 1.05 | 1 | 0.6 |
| Aio | 0.7 | 1 | 0.7 | 0.3 |
| Hortalizas-Solanáceas | | | | |
| Berenjena | 0.6 | 1.15 | 0.9 | 0.8 |
| Pimiento Dulce | 0.6 | 1.05 | 0.9 | 0.7 |
| Tomate | 0.6 | 1.15 | 0.9 | 0.6 |
| Hortalizas-cucurbitáceas | | | | |
| Melón | 0.5 | 0.85 | 0.6 | 0.3 |
| Pepino | 0.5 | 1 | 0.75 | 0.3 |
| Sandía | 0.4 | 1 | 0.75 | 0.4 |
| Raíces y Tubérculos | | | | |
| Remolacha, mesa | 0.5 | 1.05 | 0.95 | 0.4 |
| Yuca | 0.3 | 0.8 | 0.3 | 1 |
| Patata o Papa | 0.5 | 1.15 | 0.75 | 0.6 |
| Camote o Batata | 0.5 | 1.15 | 0.65 | 0.4 |
| Nabos | 0.5 | 1.1 | 0.95 | 0.6 |
| Maizdulce | 0.40 | 0.80 | 1.15 | 1.00 |
| MaizGrano | 0.40 | 0.80 | 1.15 | 1.00 |

3.8.1.1 Harry-Blanney y Waine D.Criddle.

(Jesús Enrique López Avendaño) Blanney y Criddle desarrollaron una formula en el Oeste de los Estados Unidos, en la que hacen intervenir la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz por mes con respecto al total anual. Originalmente los autores diseñaron el método para estimar la evapotranspiración real total de los cultivos y su fórmula es:

$$ET = K * F$$

Dónde:

ET = Evapotranspiración real total del cultivo expresada como lamina (cm).

K = Coeficiente total de ajuste que depende del cultivo y de la ubicación de la zona de estudio.

$$F = \sum_1^n f$$

$\sum_1^n f$ = Es la suma de los valores “f” de todos los meses (desde el mes 1 hasta el mes n del ciclo vegetativo en cuestión).

Para el calcular el valor de f se utiliza la siguiente ecuación:

$$f = \left[\frac{T+17.8}{21.8} \right] \times P \times \text{Duración del mes}$$

Dónde:

T = Temperatura media mensual en °C.

P = Es el porcentaje de horas luz en el día en relación al total anual (%) Tabla 9.

Duración mes = Es la división del número de días considerados en un mes para el ciclo vegetativo del cultivo, dividiendo entre el número total de días que tiene el mes (adim). Por ejemplo, si se siembra el 15 de noviembre, el mes de noviembre tendrá 16 días considerados dentro del ciclo vegetativo, y como noviembre tiene 30 días;

$$\text{Duracion_mes} = 16/30 = 0.53$$

$$\text{Duracion}_{mes} = \frac{\text{Numero_dias_considerados}}{\text{Numero_dias_del_mes}}$$

Una modificación a la ecuación de Blanney-Criddle la realizó Phelan que introdujo al procedimiento el uso de un coeficiente por temperatura:

$$Kt = 0.031144 * T + 0.2396$$

Dónde:

T = Temperatura media mensual en °C.

Una vez determinado el valor de Kt se produce a calcular el valor de la evapotranspiración de referencia (ET_o), ya que, hasta este paso, únicamente se han considerado aspectos climáticos.

$$ET_o = f * Kt$$

Posteriormente se determina los valores de los coeficientes de cultivo (K_c) (Tabla 8) para cada uno de los meses correspondientes al ciclo vegetativo y se calcula una primera estimación de la evapotranspiración potencial (ET_p′).

$$ETp' = ET_o * Kc$$

Para finalizar con el cálculo se determina un coeficiente de ajuste:

$$K' = \frac{ETp'}{\sum_1^n f}$$

De la Tabla 10 se obtiene el valor de un coeficiente global de cultivo (Kg) y se calcula el valor final de la evapotranspiración, con la siguiente expresión:

$$ETp = ETp' * \frac{kg}{K'}$$

Para aplicar el método de Blanney-Criddle, se requiere de datos climáticos como: temperatura media mensual y porcentajes de horas luz para cada mes (obtenido de una tabla y está en función de la latitud de la zona de estudio). Además se requiere los kc del cultivo (obtenido de tablas) y conocer la curva de desarrollo del cultivo. Y por último se requiere un coeficiente global de cultivo (Kg se obtiene de una tabla).

Tabla 9. Porcentaje de horas luz o insolación en el día para cada mes del año en relación al número total en un año (p).

| LATITUD N | 23° | 24° | 25° | 26° | 27° |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ENERO | 7.62 | 7.58 | 7.53 | 7.49 | 7.43 |
| FEBRERO | 7.19 | 7.17 | 7.13 | 7.12 | 7.09 |
| MARZO | 8.4 | 8.4 | 8.39 | 8.4 | 8.38 |
| ABRIL | 8.57 | 8.6 | 8.61 | 8.64 | 8.65 |
| MAYO | 9.24 | 9.3 | 9.32 | 9.38 | 9.4 |
| JUNIO | 9.12 | 9.2 | 9.22 | 9.3 | 9.32 |
| JULIO | 9.35 | 9.41 | 9.43 | 9.49 | 9.52 |
| AGOSTO | 9.02 | 9.05 | 9.08 | 9.1 | 9.13 |
| SEPTIEMBRE | 8.3 | 8.31 | 8.3 | 8.31 | 8.32 |
| OCTUBRE | 8.11 | 8.09 | 8.08 | 8.06 | 8.03 |
| NOVIEMBRE | 7.47 | 7.43 | 7.4 | 7.36 | 7.36 |
| DICIEMBRE | 7.5 | 7.46 | 7.41 | 7.35 | 7.31 |

TABLA 10. Coeficientes globales de usos consuntivos (Kg) para diferentes

cultivos, (M.C. Jesús Enrique López Avendaño, *Necesidades hídricas de los cultivos*).

| Cultivo | Periodo de crecimiento vegetativo | Coeficientes Globales K_a | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| | | Región húmeda | Región árida |
| Frutales de hueso y pepita (hoja caduca) | Entre heladas | 0.6 | 0.7 |
| Garbanzo | 4 a 5 meses | 0.6 | 0.7 |
| Girasol | 4 meses | 0.5 | 0.65 |
| Gladiola | 3 a 4 meses | 0.6 | |
| 1. Haba | 4 a 5 meses | 0.6 | 0.7 |
| Hortalizas | 2 a 4 meses | 0.6 | |
| Jitomate | 4 meses | 0.7 | |
| Lechuga y col | 3 meses | 0.7 | |
| Lenteja | 4 meses | 0.6 | 0.7 |
| Lino | 7 a 8 meses | 0.7 | 0.8 |
| Maiz | 4 a 7 meses | 0.75 | 0.85 |
| Mango | Todo el año | 0.75 | 0.8 |
| Melón | 3 a 4 meses | 0.6 | |
| Nogal | Entre heladas | 0.7 | |
| Papa | 3 a 5 meses | 0.65 | 0.75 |
| Palma Datilera | Todo el año | 0.65 | 0.8 |
| Palma de coco | Todo el año | 0.8 | 0.9 |
| Papaya | Todo el año | 0.6 | 0.8 |
| Plátano | Todo el año | 0.8 | 1 |
| Pasto de gramíneas Pastos de trébol | Todo el año | 0.75 | |
| Ladino | Todo el año | 0.8 | 0.85 |
| Remolacha | 6 meses | 0.65 | 0.75 |
| Sandía | 3 a 4 meses | 0.6 | |
| Sorgo | 3 a 5 meses | 0.7 | |

3.8.2 Diseño Agronómico.

Dosis de Riego.

Para determinar la dosis de riego basta multiplicar los mm/día por el marco de plantación (M.P) y por el porcentaje de cubrimiento (PC) del follaje en relación al marco de plantación; de esta forma las demandas netas del cultivo (D.N.C) serán las siguientes:

$$D.N.C = \frac{ET_c \times M.P \times PC}{100}$$

El valor del porcentaje de cubrimiento (PC) varía según el estado de desarrollo del cultivo, siendo igual al 100 % en plena producción.

Como los métodos de riego no son 100 % eficientes la demanda real o bruta (D.B.C) será igual a la demanda neta dividida entre la eficiencia del sistema de riego.

Entonces tenemos que la D.B.C. será:

$$D.B.C. = \frac{D.N.C.}{Eficiencia}$$

Número de emisores por planta

Es el número de emisores que deben colocarse en cada planta para entregar el volumen de agua requerido y satisfacer la demanda. Para estimar este dato se divide el gasto requerido por la planta entre el gasto nominal del emisor seleccionada, siendo;

$$n = \frac{\text{gasto requerido por planta } \left(\frac{l}{hr}\right)}{\text{gasto nominal del emisor por planta } \left(\frac{l}{planta}\right)}$$

Después del número de emisores es redondeado a un número entero y el valor discreto se utiliza para ajustar el gasto del emisor, con la siguiente ecuación:

$$q \left(\frac{l}{hr}\right) = \frac{\text{Gasto requerido por la planta}}{\text{Numero de emisores por planta}} \left(\frac{l}{planta}\right)$$

Una vez teniendo el gasto del emisor, calculamos la tasa de aplicación del sistema mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{q}{f}$$

Donde:

i = tasa de aplicación de agua. (mm/hra)

q = tasa de descarga de la cinta (lps).

Mr = marco de plantación.

Tiempo de riego

$$T_o = \frac{V_a * IR}{N_e * q_e}$$

Dónde:

V_a = Volumen de agua requerido por el cultivo (Litros/Planta).

IR = Intervalo de riego, (para diseño = 1 día, de acuerdo a inv. en Israel)

N_e = Numero de emisores por planta.

q_e = Gasto del emisor (Litros/Planta)

3.8.3 Diseño hidráulico.

Una vez seleccionado el emisor se procede al diseño hidráulico de las secciones de riego, conducción, distribución y finalmente el diseño del cabezal. Esto de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido. Según Zazueta (1992) la distribución de estas tuberías está condicionada principalmente por:

- a) Distribución del cultivo.
- b) Topografía.
- c) Localización de la fuente.

Cálculo hidráulico de la pérdida de carga

Las pérdidas de carga que se producen en la red se deben, por una parte, a la fricción del agua con las paredes de las tuberías y, por otra, a la acción de rejillas, codos, piezas especiales, cambios de sección, válvulas, tomas de riego, etc.; las primeras son continuas, mientras que las segundas, localizadas. (Vicente Ángeles, 2002).

A continuación se expresa la ecuación para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción.

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

Donde:

hf = pérdida de carga, (mca)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

Q= gasto en la entrada de la tubería, (lps).

C = Coeficiente de rugosidad del tubo (adim)

L = Longitud de la tubería, m

En la tubería con salidas múltiples la perdida por fricción es calculada con la ecuación anterior, pero multiplicando por un coeficiente de salidas múltiples.

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

Donde:

CSM = Coeficiente de salidas múltiples, (adim).

El CSM o factor de corrección de Christiansen, puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$CSM = \frac{1}{1+n} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{n-1}}{6N^2}$$

Donde:

N = número de salidas, en el tramo

n = exponente de caudal.

Las pérdidas locales en la tubería por accesorios son alrededor del 10% de la pérdida por fricción total de la tubería.

Para calcular la carga requerida (CDT, en m) en el sistema se calcula con la siguiente ecuación.

$$CDT = \sum hf \pm z$$

Donde:

$\sum hf$ = Sumatoria de las pérdidas por fricción en tuberías y accesorios, (mca).

Z= Diferencia de altura entre los extremos de la tubería en (m).

Longitud máxima regante

Esta nos permite saber el número de emisores que pueden operar sin pasar de la pérdida permisible, esto para tener una buena uniformidad.

$$q = k * h^x$$

Donde:

q = es el gasto del emisor, (lph).

k = constante propia del modelo y de las unidades gasto y presión.

h = presión de operación del emisor en unidades de carga, (mca)

x = exponente de la función de descarga que caracteriza el régimen de flujo del emisor (adim)

3.9 Situación Actual del problema del agua en el ejido Santa Ana, Mpio. Monclova.

En el ejido Santa Ana se sigue practicando la agricultura de temporal, misma que en un alto porcentaje se destina para el autoconsumo de los campesinos. Debido a los cambios en los ciclos de lluvia la mayoría de veces obtiene rendimientos tan bajos que ni siquiera alcanzan a satisfacer las necesidades de autoconsumo.

3.9.1 Identificación del Grupo Emprendedor.

Es un grupo de emprendedores cohesionados, y con valores de responsabilidad, honestidad, y con experiencia en producción de maíz, ya que los conocimientos son heredados de generación en generación por ser una de las actividades dentro del ejido.

El cultivo maíz se realiza en parcelas de subsistencia, y también se produce a gran escala. Posee una gran cantidad de adaptación, pues tiene una gran superficie sembrada en el mundo tanto de riego como temporal.

3.9.2 Diagnostico Interno.

Recursos Humanos.

El grupo incorporado por un ejido, (Santa Ana) de 32 personas nació la idea e inquietud de llevar a cabo un proyecto para la sustentabilidad de ellos mismos, y de la naturaleza, esto es fomentado una idea para aprovechar los recursos naturales, y producir maíz, para autoconsumo y para satisfacer las necesidades y demandas que se presentan en nuestros días.

El grupo está conformado por 32 integrantes; el 9 de Marzo de 2011 en asamblea participativa, se formó el comité pro-obra, quedando integrado por:

Presidente: El C. Sr. Carlos Contreras Torres.

Secretario: Manuel Homero Galicia de la Fuente.

Tesorero: Lauro de la Fuente Rendón.

Actualmente el ejido Santa Ana en casi el total de sus tierras laborables se dedica a la agricultura de temporal y la comercialización de sus productos se realiza a través de acopiadores de la región,

Recursos Físicos Materiales.

Los integrantes del grupo cuentan con algunas herramientas para llevar a cabo el proceso de producción esto es: palas, azadones y camiones disponibles para las labores que lo necesiten y se lleve a cabo dentro del proyecto.

Recursos Financieros.

El grupo está fuertemente cohesionado, y con ganas de participar, laboralmente y económicamente, en un proyecto sustentable, con la finalidad de mejorar las condiciones naturales y económicas del ejido, así también cuentan con recursos para complementar los apoyos por parte de SAGARPA, a través del programa de Adquisición de Activos Productivos.

Problemática Productiva.

La producción de maíz es la principal actividad en el ejido, y el cultivo frijol para autoconsumo como actividad secundaria. Aunque lo practican estos siempre son de bajo rendimiento, y con una mala calidad. Las actividades productivas del ejido son de temporal, por lo que la situación actual en la producción no es tan redituable. Pudiendo contar con una producción de calidad y cantidad, porque cuentan con los escurrimientos superficiales, aprovechar el agua en las parcelas para la producción de maíz.

3.10 PRODUCCION DE MAIZ BAJO RIEGO POR GOTEO.

Con el sistema de riego por goteo se puede controlar, el patrón de la distribución de agua en el suelo, tanto desde el punto de vista geométrico como la distribución de humedad.



Figura 11. Cultivo de maíz con riego por goteo y labranza de conservación

(Fuente: Manuel Mora Gutiérrez, 2004).

3.11 Selección de la materia prima.

El maíz es un cultivo ideal para ensilar por su alto contenido de carbohidratos disponibles, su alto rendimiento de materia verde y su costo (Ahlgren 1949, Inchausti y Tagle 1987, Hodgson y Reed 1984, Citado por: FUENTES *et al*: 2000).

La importancia del uso del ensilaje de maíz en la alimentación animal, radica en que interviene de manera muy principal en la producción de leche y en la engorda de ganado bovino (Watson y Smith 1984, Citado por: FUENTES *et al*: 2000).

La semilla de maíz certificado que se utilizó en el presente trabajo fue el híbrido AN-447 bola 22, con 60 000 semillas por saco a un costo de \$ 1,300.00.

El ciclo vegetativo de este híbrido es de 130 días para forraje y elote, y 180 días para maíz en grano. (UAAAN-SECCION AGRICOLA).

Investigaciones de (FUENTES *et al.* 2000), con este híbrido AN-447, la producción de forraje en base a materia verde fue de 103.61 (ton/ha), que pasa de la producción media general de 95.19 (ton/ha) de 16 variedades de maíz. La producción de materia seca fue de 29.27 (ton/ha) con una media general de 22.06 (ton/ha), y con un contenido de proteína de (6.42%) con una producción de 1879.6 kg/ha.}

Tabla 11. Cantidades de fertilizante nitrogenado a aplicar, y fuentes de nitrógeno, (Manuel Mora Gutiérrez, 2004).

| Rendimiento esperado (t/ha) | Dosis de Nitrógeno (kg) | Fuentes | |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|
| | | Sulfato de amonio (kg) | Urea (kg) |
| 7 | 200-240 | 975-1170 | 434-521 |
| 8 | 240-260 | 1170-1268 | 521-565 |
| 9 | 260-280 | 1268-1365 | 565-608 |
| 10 | 280-300 | 1365-1463 | 608-652 |
| 12 | 300-350 | 1463-1707 | 652-760 |
| 14 | 350-400 | 1707-1951 | 760-869 |

Como se muestra en la tabla anterior la cantidad de fertilizante a aplicar dependerá del rendimiento que se espera tener.

3.12 Especificaciones Técnicas de Construcción.

De la Obra de Mampostería.

Se realiza un levantamiento altimétrico y planimétrico donde se pretende construir la presa que es el sitio llamado boquilla. Con el perfil de la boquilla se diseña la vista aguas debajo de la presa y se calcula los volúmenes de material a utilizar como son el cemento, la grava, la arena y los jornales que se van a emplear para construir la obra.

En seguida se empieza con la limpia de toda la base de la presa para después hacer el trazo de la misma. Posteriormente se continúa con la excavación para el empotramiento de desplante de la presa. Enseguida se hace la cimentación para posteriormente construir en bloques rectangulares de un metro de alto. El largo y el ancho varían en función del tipo de boquilla. Ejemplo: en una presa de 7 metros de altura se tendrán 7 escalones, todos de un metro de altura. Lo que va ir variando es el ancho.

La presa cuenta con un filtro de 42 pulgadas de diámetro, que es de material de polietileno de alta densidad. El fondo de la tubería de polietileno se llena con materiales triturados y el filtro y el muro se unen por medio de una tubería incrustada en la presa de mampostería y que penetra en el tubo de polietileno por un orificio que se hace a este igual al diámetro de la tubería.

Del sistema de Riego

La tubería de PVC para este proyecto se diseñó en función de las presiones de trabajo en los puntos críticos, determinándose el diámetro y clase de tubería para soportar una presión de trabajo máximo de 5 Kg/cm², con las siguientes Especificaciones para Proveedores de Servicios Relativos a Equipos y Sistemas de Riego Presurizado, Norma NMX-R048-SCF1, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de Agosto de 1999.

Es importante destacar que por ningún motivo la red de distribución opere sin válvulas de doble acción (admisión y expulsión de aire), y que de no contar con estas válvulas será inevitable que se presente un colapso dentro de la tubería, no importando los desniveles topográficos que se tengan, la presión atmosférica actuará por igual, provocando ruptura en la misma, ya sea por supresión o sobrepresión.

Excavación y Relleno de Cepas.

- a) Las dimensiones de la zanja será las adecuadas para permitir las maniobras y el acoplamiento de la tubería.
- b) La plantilla de la zanja deberá estar libre de piedra y objetos filosos; en caso de que estos existan deberán colocar una plantilla de arenilla o bien tepetate de por lo menos 10 cm de altura.
- c) La profundidad mínima de la zanja será de 80 cm a partir de la clave de la tubería hasta el nivel del terreno natural.
- d) El relleno de la zanja se hará inmediatamente después de instalar la tubería, con el objeto de no quedar a la intemperie la tubería, dejando descubiertas las

uniones hasta llevar a cabo la prueba del sistema, esto para facilitar las posibles fallas (fugas).

- e) El terreno deberá ser de material seleccionado y colocado alrededor de la tubería con un espesor mínimo de 30 cm, de tal manera que proporcione un soporte firme y continuo.
- f) Antes de tapar la tubería, se deberá inspeccionar las juntas para evitar posibles separaciones debido a las contracciones normales del material o bien que las ligas queden mordidas.
- g) Se deberá probar la red a presión inmediatamente después de su instalación, nunca se deberá probar estando al descubierto la red.
- h) La línea de tubería a probar deberá contar con todos los atraques requeridos en la red, incluyendo los extremos, cambios de dirección, derivaciones así como hidrantes.
- i) Los atraques se utilizaran siempre en los cambios de dirección, tees, codos, reducciones terminales y válvulas, etc.
- j) El tamaño y tipo de atraques dependerá de la presión, diámetro de la tubería, tipo de suelo y tipo de accesorios para instalar.
- k) El concreto a utilizar será de una resistencia de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$.
- l) Después de haber realizado la prueba de la red a presión, se deberá tapar completamente toda la zanja.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados de los Estudios Hidrológicos.

Para llevar a cabo el diseño de toda la infraestructura hidroagrícola fue necesario información de campo para poder realizar los cálculos necesarios para la obra en mención.

Tabla 12. Estudios Hidrológicos.

| DESCRIPCION | RESULTADO |
|------------------------------------|--|
| Área de la Cuenca. | $1\ 671.71\ \text{km}^2 = 1\ 671\ 710\ 00\ \text{m}^2 = 167\ 171\text{Ha}$ |
| Precipitación media anual. | 380 mm =0.38 m |
| Vol. Anual por lluvia precipitada. | $635\ 249\ 800\ \text{m}^3$ |
| Coeficiente de escurrimiento. | 0.1 = 10% |
| Volumen anual escurrido. | $63\ 524\ 980\ \text{m}^3$ |
| Volumen aprovechable. | 60% = $38\ 114\ 988\ \text{m}^3$ |

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 13. Características de la obra.

| DESCRIPCION | RESULTADO |
|-------------------------------|---------------|
| Longitud de la cortina. | 270 m |
| Ancho de la corona. | 1 m |
| Altura máxima. | 5 m |
| Elevación de la corona. | 500 m.s.n.m |
| Elevación del embalse máximo. | 501.4 m.s.n.m |
| Ancho de la base. | 4 m |
| Talud aguas arriba. | 0.00 |
| Talud aguas abajo. | 0.625 |

Fuente. Elaboración propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos utilizando las ecuaciones antes citadas.

Tabla 14. Concentración de Resultados de la línea de Conducción.

| Descripción | Resultado |
|-------------------------------|----------------------|
| Hf (m) | 9.75 |
| Diámetro (m, mm) | 0.3556, 355.6 |
| Coeficiente de Hazen-Williams | 150 |
| Gasto en LPS | 155.38 |
| Área | 0.0993 |
| Velocidad m/s | 1.56 |
| Longitud m | 2000 |

Fuente. Elaboración propia.

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Es de vital importancia conocer los datos agronómicos del cultivo, para un buen diseño del sistema de riego y aplicar la cantidad de agua necesaria para el cultivo. Estos datos son proporcionados por el productor y otros son recabados técnicamente.

4.3 INFORMACION DEL CULTIVO

Tabla 15. Información general del cultivo

| | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Sistema de riego | Riego por goteo. |
| Cultivo | Maíz AN-447 |
| Fecha de siembra | 15 de Mayo |
| Fecha de cosecha | 13 de Noviembre |
| Días a la madures fisiológica | 180 |
| Separación entre plantas | 0.2 x 0.2 m |
| Separación entre surcos | 1.5 m |
| Método de siembra | Doble hilera |

Fuente. Elaboración propia.

Kc del Cultivo

El valor del (Kc) varía con el propio cultivo y periodo vegetativo.

Tabla 16. Coeficiente Kc, para el cultivo Maíz.

| CULTIVO | CAMPAÑA AGRÍCOLA | | | | | CAMPAÑA AGRÍCOLA | | | | | | |
|---------|------------------|------|------|---|---|------------------|---|---|---|------|------|----|
| | A | S | O | N | D | E | F | M | A | M | J | J |
| Maíz | .8 | 1.15 | 0.75 | | | | | | | 0.40 | 0.40 | .8 |

Fuente: FAO (Fascículo No 2, tabla 2-28 Kc cultivos)

4.4 Determinación de la Evapotranspiración del Cultivo.

Para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Bradney –Criddle, que es uno de los métodos que nos da una aproximación de la evapotranspiración del cultivo.

RESULTADOS

MUNICIPIO: MONCLOVA

EJIDO: SANTA ANA

CULTIVO: MAIZ

CICLO: PRIM-VER

METODO: BLANEY-CRIDDL

Evapotranspiración diaria.

Tabla 17. Cálculo de la evapotranspiración diaria.

| MES | DURACION | TEM. MED | T+17.8/21.8 | P % | F | KT |
|------------|----------|-------------|-------------|------|-------------------|-----------|
| ENERO | | | | | | |
| FEBREO | | | | | | |
| MARZO | | | | | | |
| ABRIL | | | | | | |
| MAYO | 1 | 25.8 | 2 | 9.41 | 18.82 | 1.0431152 |
| JUNIO | 1 | 28 | 2.100917431 | 9.34 | 19.6225688 | 1.111632 |
| JULIO | 1 | 28.1 | 2.105504587 | 9.53 | 20.0654587 | 1.1147464 |
| AGOSTO | 1 | 28.3 | 2.114678899 | 9.14 | 19.3281651 | 1.1209752 |
| SEPTIEMBRE | 1 | 25.4 | 1.981651376 | 8.32 | 16.4873394 | 1.0306576 |
| OCTUBRE | 1 | 20.8 | 1.770642202 | 8.04 | 14.2359633 | 0.8873952 |
| NOVIEMBRE | | | | | | |
| DICIEMBRE | | | | | | |
| | | | | | 108.559495 | |

Fuente. Elaboración propia.

| ETo (FKt) | KC | ETp' | ET/MES | DIA/MES | ET/DIA | ET/ACUM |
|-------------------|------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 19.6314281 | 0.4 | 7.85257123 | 79.1066962 | 31 | 2.55182891 | 79.1066962 |
| 21.8130754 | 0.4 | 8.72523016 | 87.8978505 | 30 | 2.92992835 | 167.004547 |
| 22.3678979 | 0.8 | 17.8943183 | 180.26712 | 31 | 5.81506839 | 347.271667 |
| 21.6663938 | 0.8 | 17.333115 | 174.613566 | 31 | 5.63269568 | 521.885233 |
| 16.9928017 | 1.15 | 19.541722 | 196.863042 | 30 | 6.56210141 | 718.748275 |
| 12.6329255 | 0.75 | 9.47469413 | 95.4479403 | 31 | 3.07896582 | 814.196216 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | 80.8216508 | 814.196216 | | |

NOTA: La evapotranspiración está en mm

La Evapotranspiración máxima es: **6.5621 mm / día.**

KG = **0.75**

K' = ET / F = **0.74449177**

$$K'' = KG/K' = 1.007398$$

Tabla 18. Cálculo de la lluvia efectiva.

| Precipitación | Pp | Efectiva | RR Mensual | RR Acumulado | K |
|--|------------------|-----------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | mm | | | | |
| 43.9 | 26.62109021 | 52.48560597 | 52.48560597 | 52.48560597 | 0.60640297 |
| 38.1 | 26.03899202 | 61.85885848 | 61.85885848 | 114.3444645 | 0.68343811 |
| 51.1 | 41.41990416 | 138.847216 | 138.847216 | 253.1916804 | 0.81056564 |
| 36.3 | 32.46671733 | 142.1468487 | 142.1468487 | 395.3385291 | 0.89439993 |
| 59.7 | 47.23166783 | 149.6313746 | 149.6313746 | 544.9699037 | 0.79115021 |
| 31.3 | 24.04494323 | 71.40299709 | 71.40299709 | 616.3729008 | 0.76820905 |
| 260.4 | 197.8233148 | 616.3729008 | 616.3729008 | | |
| El requerimiento de riego total durante todo el ciclo vegetativo | | | | | = |
| 0.6163729 m | | | | | |
| Vol. Total = | 6163.73 | m³ / ha / ciclo | | | |
| Vol. Total = | 678010.19 | m³ / anuales | | | |

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 19. Requerimiento hídrico del Maíz.

| Cultivo | Coeficiente de Cultivo | Evapotranspiración de los Cultivos Et (mm/día). |
|---------|------------------------|---|
| Maíz | 1.15 | 6.5621 |

Fuente. Elaboración propia.

4.5 Cálculo Agronómico.

Tabla 20. Cálculo Agronómico.

| Uso Consuntivo | | 7.09 | | | |
|--------------------------------|--|-------------|----|-----|--|
| (mm/día): | | | | | |
| Intervalo de riego (días): | | 1 | | | |
| Área (ha): | | 106.5953 | | | |
| QR (lps): | | 736.30 | | | |
| # de secciones: | | 7 | | | |
| Q/sección (lps): | | 105.19 | hr | min | |
| Tiempo de riego (hr/día): | | 2.85 | 2 | 51 | |
| Tiempo de riego/secc/día (hr): | | 2.85 | 2 | 51 | |
| Tiempo de riego total (hr): | | 19.96 | 19 | 58 | |
| # de sec. a regar al día: | | 7.00 | | | |
| Área/sección (ha): | | 15.2279 | | | |
| Disponibilidad suficiente: | | Si | | | |

| # de Lote | Área (ha) | Espaciamiento | | Lámina horaria (mm/hr): | QR (lps): |
|-----------|-----------|-------------------|-------------|-------------------------|-----------|
| | | Entre surcos (m): | Qe (lph/m): | | |
| 1 | 15.6384 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 108.02 |
| 2 | 15.0378 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 103.87 |
| 3 | 15.1579 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 104.70 |
| 4 | 15.3271 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 105.87 |
| 5 | 15.2494 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 105.33 |
| 6 | 14.9057 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 102.96 |
| 7 | 15.279 | 1.5 | 3.73 | 2.49 | 105.54 |

Fuente. Elaboración propia.

4.6 Cálculo Hidráulico sobre la ruta crítica del sistema.

Tabla 21. Cálculo hidráulico.

| TRAMO | CARGA (M) |
|---------|------------|
| GOTERO | 8 |
| LAT. | 1.1 |
| DISTRIB | 1.1 |
| F-G | 1.84158745 |
| E-F | 0.72750101 |
| D-E | 4.99307956 |
| C-D | 1.96264363 |
| B-C | 2.68481962 |
| A-B | 0.10360886 |
| FILTRO | 3 |
| TOTAL | 28.5132401 |

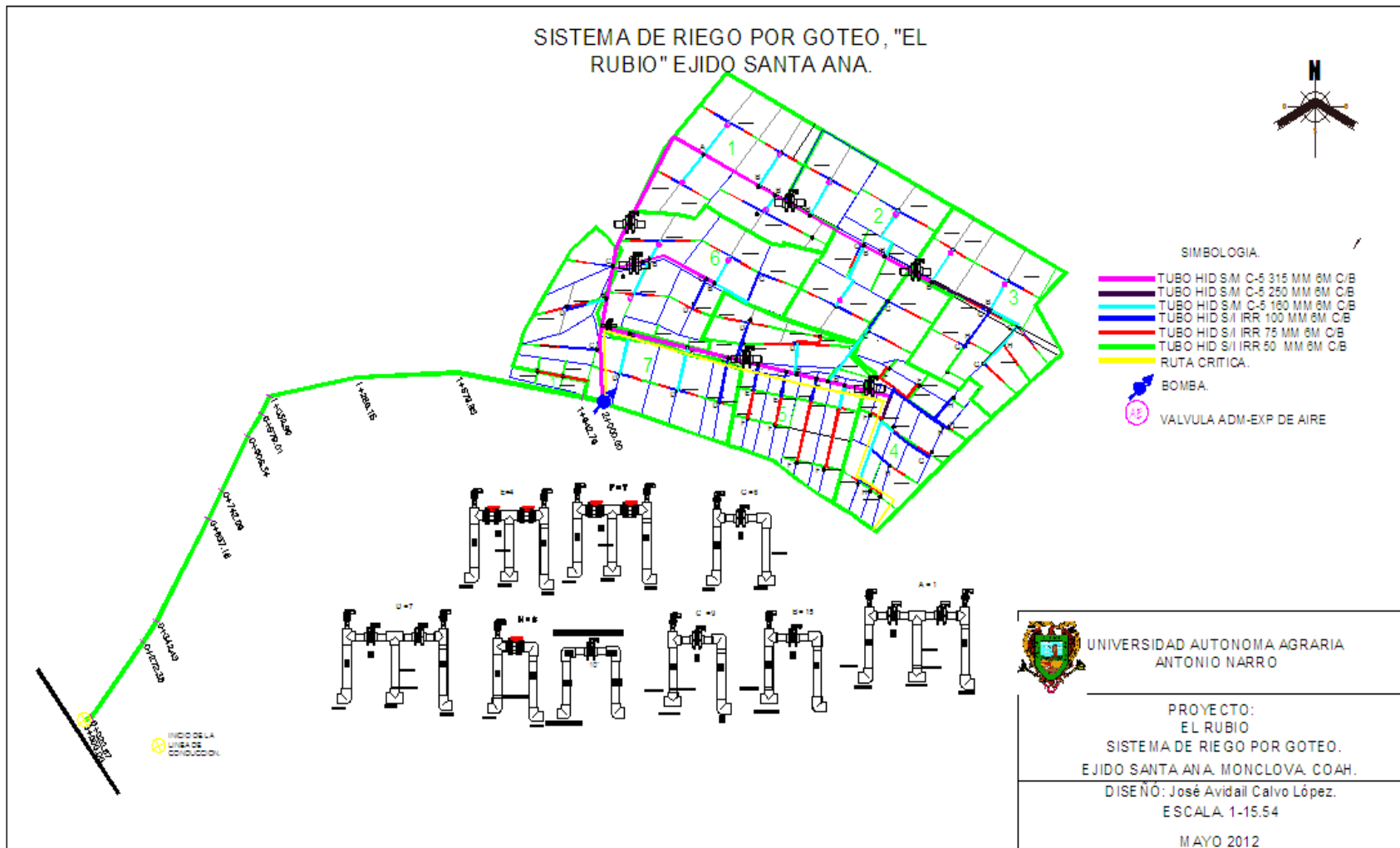


Figura 12. Plano general del sistema de riego por goteo.

Tabla 22. Datos de la Parcela

| DATOS DE LA PARCELA | |
|---|------------|
| Área Bruta A (Ha) | 106 |
| Área neta bajo riego (Ha) | 106 |
| Espaciamiento entre plantas dp (m) | 0.2 |
| Espaciamiento entre hileras dh (m) | 1.5 |
| Pendiente % | 1 |

Tabla 23. Datos de la fuente

| DATOS DE LA FUENTE DE AGUA | |
|----------------------------|----------------|
| Caudal Disponible LPS | 108 |
| Disponibilidad | Siempre |
| Fuente | Presa |
| Calidad de Agua | Buena |

Tabla 24. Datos del Cultivo

| | |
|--|-------------------|
| Nombre | Maíz |
| Fase | Desarrollo |
| Kc Max. De la fase del cultivo | 1.15 |
| Profundidad radicular efectiva zr (m) | 0.9 |
| Abatimiento de humedad disp. (AHD) | 50 |
| % de área de sombreado | 0.75 |

Tabla 25. Datos del sistema de riego

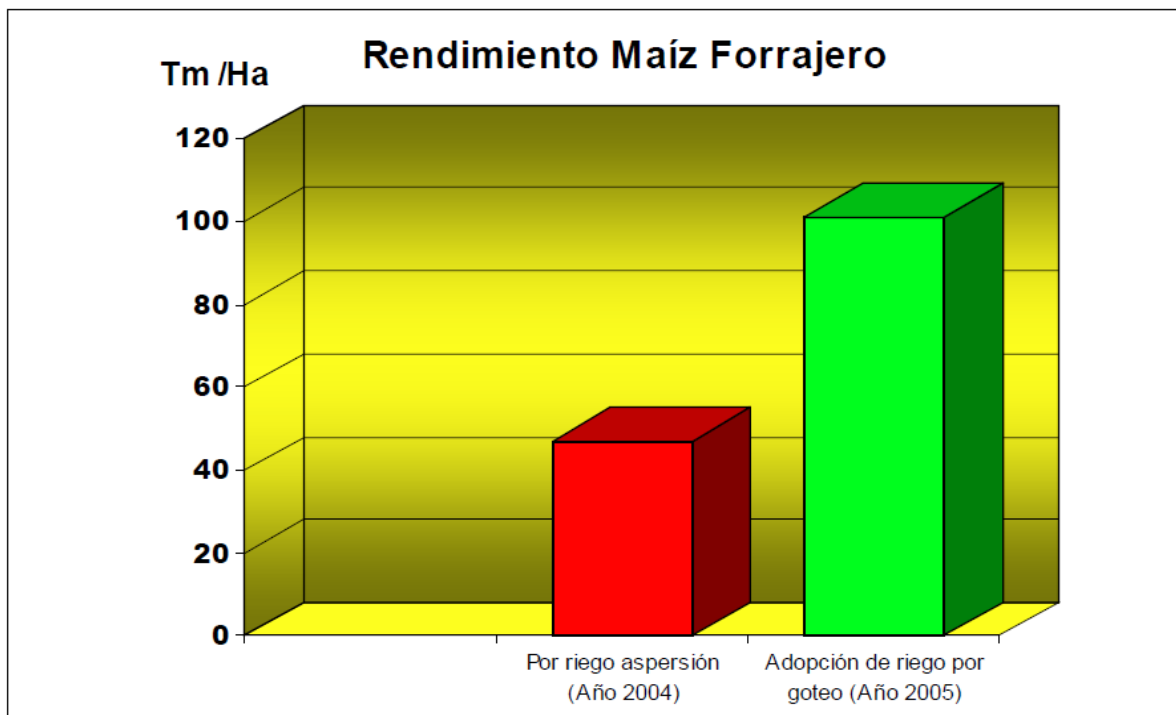
| DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Método | Goteo |
| Eficiencia (%) | 90 |
| Tipo de Cinta | Aqua-Traxx |
| Presión de Operación (mca) | 8 |
| Caudal (Lt/h/m) | 0.746 |
| Espaciamiento entre goteros de(m) | 0.2 |
| Espaciamiento entre laterales dl (m) | 1.5 |
| # emisores por planta (Nep) | 1 |
| Intervalo de riego Días | 1 |

Tabla 26. Datos estimados del suelo.

| DATOS DEL SUELO ESTIMADOS | |
|---|-------------------------|
| Textura del Suelo | Franco-arcilloso |
| Humedad Capacidad de Campo Hcc % | 27 |
| Humedad Punto de Marchitez Hpmp % | 13 |
| Peso específico aparente Da (gr/cm ³) | 1.3 |
| Velocidad de infiltración Básica | 10 |
| Profundidad efectiva (m) | 0.55 |
| Ce dS/m | 0.717 |
| ph | 8.02 |

Con la variedad AN-447 se pueden obtener rendimientos de hasta 100 ton/ha. Según investigaciones realizadas en la UAAAN, por profesores e investigadores del Instituto Mexicano Del Maíz (UAAAN).

En la gráfica 4, se hace una comparación de rendimientos en maíz forrajero con sistemas de riego diferentes, por lo que podemos ver en la gráfica, los sistemas de riego por goteo dan un mejor rendimiento en los cultivos.



Grafica 4. Rendimiento de Maíz Forrajero con sistema de riego por aspersión y sistema de riego por goteo, (Bach. Neil Sandro Alata Olivares).

En la tabla 27, la comparación de costos de producción por sistema de riego por goteo es mayor, pero también tenemos mayores rendimientos. Y por ende también tenemos mayores ingresos.

Tabla 27. Comparación de la rentabilidad del cultivo de maíz con riego por goteo y riego rodado. (Manuel Mora Gutiérrez, 2004.)

| Riego | Costo de producción* (\$/ha) | Rendimiento (kg/ha) | Precio de maíz (\$/tonelada) | Relación beneficio costo |
|--------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Goteo | 12,050 | 14,000 | 1500 | 1.74 |
| Rodado | 10,300 | 10,500 | 1500 | 1.52 |

4.7 ESTUDIO FINANCIERO.

Tabla 28. Ingreso del proyecto.

| AÑO | CULTIVO | SUPERFICIE TOT (HA) | RENDIMIENTO TON/HA | VOLUMEN TOTAL | PRECIO RURAL. (\$) | TOTAL (\$) |
|-----|----------------|---------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|
| 0 | MAIZ FORRAJERO | 70 | 19 | 1330 | 475.17 | 631976.1 |
| 1 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 2 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 3 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 4 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 5 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 6 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 7 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 8 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 9 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |
| 10 | MAIZ FORRAJERO | 106.6 | 95.19 | 10147.254 | 475.17 | 4821670.683 |

Tabla 29. Costos de producción.

| AÑO | CULTIVO (\$) |
|-------------------------|---------------------|
| SITUACION ACTUAL | 350,000.00 |
| 1 | 1,193,920.00 |
| 2 | 1,193,920.00 |
| 3 | 1,193,920.00 |
| 4 | 1,193,920.00 |
| 5 | 1,193,920.00 |
| 6 | 1,193,920.00 |
| 7 | 1,193,920.00 |
| 8 | 1,193,920.00 |
| 9 | 1,193,920.00 |
| 10 | 1,193,920.00 |

Tabla 30. Flujo de Beneficios.

| CONCEPTO | AÑOS (\$) | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| INVERSION | -5,951,823.57 | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | |
| VENTAS | | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 |
| TOTAL INGRESOS | | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 | 4,821,670.68 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | |
| COSTOS DE PRODUCCION | | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 | 1,193,920.00 |
| MANO DE OBRA | | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 | 27000.00 |
| RENOVACION CINTA | | | | 567525.00 | | 567525.00 | | 567525.00 | | 567525.00 | |
| TOTAL EGRESOS | | 1,220,920.00 | 1,220,920.00 | 1,788,445.00 | 1,220,920.00 | 1,788,445.00 | 1,220,920.00 | 1,788,445.00 | 1,220,920.00 | 1,788,445.00 | 1,220,920.00 |
| UTILIDAD BRUTA | | 3,600,750.68 | 3,600,750.68 | 3,033,225.68 | 3,600,750.68 | 3,033,225.68 | 3,600,750.68 | 3,033,225.68 | 3,600,750.68 | 3,033,225.68 | 3,600,750.68 |
| DEPRECIACION | | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 | 595182.357 |
| AMORTIZACION | | 130940.1185 | 123797.9303 | 116655.742 | 109513.5537 | 102371.3654 | 95229.17712 | 88086.98884 | 80944.80055 | 73802.61227 | 66660.42398 |
| FLUJO DE EFECTIVO | -5,951,823.57 | 2,874,628.21 | 2,881,770.40 | 2,321,387.58 | 2,896,054.77 | 2,335,671.96 | 2,910,339.15 | 2,349,956.34 | 2,924,623.53 | 2,364,240.71 | 2,938,907.90 |

4.8 EVALUACION FINANCIERA (VAN. B/C Y TIR).

Tabla 31. VAN Y B/C.

Tasa de actualización al 13 % según Agencia Financiera Rural.

| Años | 0 (\$) | 1 (\$) | 2 (\$) | 3 (\$) | 4 (\$) | 5 (\$) | 6 (\$) | 7 (\$) | 8 (\$) | 9 (\$) | 10 (\$) |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Factor de Actualización13% | 1 | 0.884955752 | 0.783146683 | 0.693050162 | 0.613318728 | 0.542759936 | 0.480318527 | 0.425060644 | 0.376159862 | 0.332884833 | 0.294588348 |
| Flujo Actualizado | -5951823.57 | 2543918.768 | 2256848.928 | 1608838.042 | 1776204.628 | 1267709.164 | 1397889.814 | 998873.9535 | 1100125.981 | 787019.8761 | 865768.0242 |
| VAN | 8651373.609 | | | | | | | | | | |

Relación Beneficio costo.

$$R B/C = \frac{8,651,373.609}{5,951,823.57}$$

$$R B/C = 1.45$$

Tabla 32. TIR

Tasa Interna de Rendimiento

| Años | 0 (\$) | 1 (\$) | 2 (\$) | 3 (\$) | 4 (\$) | 5 (\$) | 6 (\$) | 7 (\$) | 8 (\$) | 9 (\$) | 10 (\$) |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Factor de Actualización 44% | 1 | 0.694444444 | 0.482253086 | 0.334897977 | 0.232568039 | 0.161505583 | 0.112156655 | 0.077886566 | 0.054087893 | 0.037561037 | 0.026084053 |
| Flujo Actualizado | -5951823.57 | 1996269.589 | 1389742.668 | 777428.005 | 673529.7803 | 377224.0615 | 326413.9032 | 183030.0289 | 158186.7241 | 88803.33236 | 76658.63038 |
| VAN | 95463.15231 | | | | | | | | | | |

| Años | 0 (\$) | 1 (\$) | 2 (\$) | 3 (\$) | 4 (\$) | 5 (\$) | 6 (\$) | 7 (\$) | 8 (\$) | 9 (\$) | 10 (\$) |
|-----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Factor de Actualización 45% | 1 | 0.689655172 | 0.475624257 | 0.328016729 | 0.226218434 | 0.156012713 | 0.107594974 | 0.074203431 | 0.05117478 | 0.035292952 | 0.024339967 |
| Flujo Actualizado | -5951823.57 | 1982502.212 | 1370639.903 | 761453.9618 | 655140.9745 | 364394.519 | 313137.8663 | 174374.8221 | 149666.9648 | 83441.03296 | 71532.92013 |
| VAN | -25538.39343 | | | | | | | | | | |

$$TIR = \text{tasa menor} + \text{diferencia entre tasas} * \left[\frac{VAN \text{ tasa menor}}{\text{suma absoluta de las 2 tasas}} \right] = 44 + 1 (95463.15231/121,001.5457) = \mathbf{44.78 \%}$$

Como se observa en la tabla 28 los ingresos con proyecto son muy superiores que sin el proyecto. Para el periodo analizado se obtiene una Tasa Interna de Rentabilidad de 44.78 %, la cual es superior al costo de oportunidad del capital (13 %), por lo tanto, el proyecto es rentable de acuerdo a este indicador financiero.

Es decir, 44.78% es el interés máximo que podría pagar el proyecto por los recursos utilizados si se desea que éste recupere su inversión y los costos de operación.

Según la relación beneficio-costo por cada peso sacrificado (egreso), el proyecto genera \$ 0.45, por lo cual trae consigo un beneficio social.

V CONCLUSIÓN.

Con la construcción de la presa derivadora, se aprovechan mejor los escurrimientos superficiales, para incrementar los rendimientos de maíz. Cuenta con una longitud de 270 m y una altura máxima efectiva de 5 m, y con un vertedor de demasías con capacidad para desfogar $600 \text{ m}^3/\text{seg}$. Mejorando con esto el uso del agua.

Se almacenara $100\ 000 \text{ m}^3$ de agua, pero siempre estará en constante recarga por el rio Monclova.

La línea de conducción tiene una longitud de 2 km con tubería de PVC de 14" de diámetro C5 y un gasto de 155.38 LPS, para uso pecuario y agrícola.

El predio "El Rubio" del Ejido Santa Ana, cuenta con 106.6 has cultivables para maíz forrajero o grano, mediante un sistema de riego por goteo. Seccionado por lotes de 15 y 15.5 has, para poder repartir el recurso a los usuarios y proporcionar el agua necesaria al cultivo.

La producción actual bajo temporal es de 19 ton/ha en verde, y con el proyecto de riego se espera generar 95.19 ton/ha sembrado la variedad de maíz AN-447.

Tomando en cuenta la ingeniería económica del proyecto y los precios de mercado 2012, se concluye que las inversiones para la presa mampostería, la línea de conducción, el desarenador (tanque sedimentador) y el sistema de riego, proporcionan los siguientes valores financieros:

Valor Actual Neto (VAN) = \$ 8, 651,373.609

Relación Beneficio Costo (R B/C) = 1.45 \$/\$

Tasa Interna de Retorno (TIR) = 44.75 %

Para una tasa de actualización de 13% para un periodo de análisis de 10 años, VAN es positivo por lo que el proyecto es rentable. La relación beneficio-costos, por cada peso invertido ganamos 0.45 pesos. Con respecto a la TIR 44.78 % la cual es superior al costo de oportunidad del capital (13 %), por lo tanto, el proyecto es rentable de acuerdo a este indicador financiero.

Es decir, 44.78 % es el interés máximo que podría pagar el proyecto por los recursos utilizados si se desea que éste recupere su inversión y los costos de operación

Los sistemas de riego por goteo son de mayor costo inicial que otros sistemas de riego, estos sistemas incrementan el rendimiento por hectárea, generan mayor ingreso y mayor rentabilidad.

VI BIBLIOGRAFÍA.

- Ángeles Montiel Vicente. 2002. Redes Abiertas de Tuberías Para riego. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- Avenida de Diseño. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5, D.F.p.A.I
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.
- Comisión Federal de Electricidad. 1980. 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. 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.
- Escurrimiento a Superficie Libre. Instituto de Investigaciones Eléctricas. México 5,
D.F.p.A.I 2.9.1

FAO. 1993. El Maíz en la Nutrición Humana. Food and Agricultural. Organization.
Roma.

Fuentes J, Cruz A, Castro L, Gloria G, Rodríguez S, Ortiz de la Rosa B. 2001.
Evaluación de variedades e Híbridos de Maíz (*Zea mays L.*) para ensilado.
Agronomía Mesoamericana 12(2): 193-197. 2001

Fuentes Yagüe. 2003. Técnicas de Riego. Mundi-Prensa. 4ta Edición. Madrid, España.

INEGI. 2009. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos
Mexicanos.

ISRAELSEN. 1975. Principios y Aplicaciones del Riego. Reverte, S. A. 2da edición.
España.

Martínez Villa, J., Silva Sáenz, René A; E de J. Cuéllar Villarreal. 2007. Tecnología
para producción de grano de maíz bajo riego en el norte y centro de Coahuila.
INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Sitio Experimental Zaragoza.
Folleto para Productores Núm. 8. Zaragoza, Coahuila, México. 19 p.

Mora Gutiérrez Manuel, 2004. Guía para producir maíz con fertirriego por goteo y
labranza de conservación en Querétaro. INIFAP. Campo Experimental
Querétaro. Folleto para productores Núm. 2, Querétaro, México.

Ortiz Franco Pedro, Amado Álvarez Jesús P. 2003. Tecnología Para Producir Maíz
con Riego por Goteo Subterráneo. Inifap, Campo Experimental "Sierra de
Chihuahua". Folleto Técnico Núm. 18. Chihuahua México.

Rodríguez Supp.2003. Riego por Goteo. A.G.T. Editor, S.A. 1ra. Edición. 2da.

Reimpresión. México, D.F.

Rodríguez Montessoro y de León. 2008. El cultivo del Maíz. Temas Selectos. Mundi-

Prensa. México.

S.R.H.1975. Presas de Derivación. Modelo México 4. Plan Nacional De

Obras Hidráulicas Para el Desarrollo Rural. Octubre. México D.F.

SAGARPA. 2009. Roberto López, José Luis Oropeza, Presas de Mampostería. En

Línea:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/09%20PRESAS%20DE%20MAMPOSTERIA.pdf>

Situación Actual del Maíz en México 1996-2006.

Torres H. Francisco. 1980. Obras Hidráulicas. Primera Edición. Editorial Limusa, S.A.

México, D.F.

Torres. 2001. Agrometeorología. Trillas. 1ra. Edición 1995. Primera reimpresión 2001

México.

U.S. DEPT. 1972. Diseño de presas pequeñas. Una Publicación Técnica de

Recursos Hidráulicos. Compañía Editorial Continental. México 22, D.F.

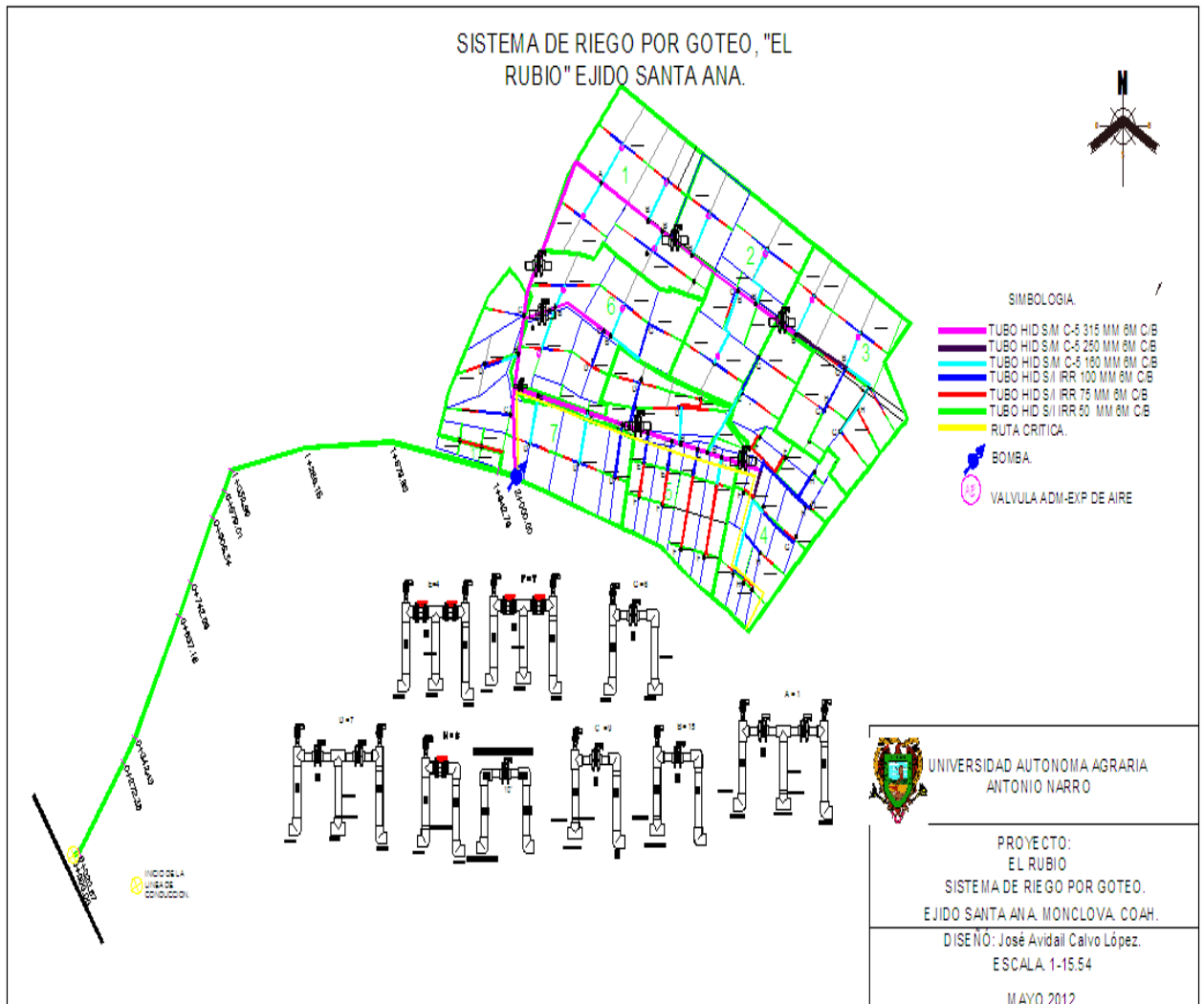
United States Department of the interior Bureau of Reclamation. 1980. Diseño de

Presas Pequeñas. Una Publicación Técnica de Recursos Hidráulicos.

Compañía Editorial Continental. México 22, D.F.

ANEXO I

PLANO GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO



ANEXOS. II

DESCRIPCION DEL PRESUPUESTO.

Construcción de presa de mampostería Santa Ana.

Relación de agregados para m³ de construcción.

| CONCEPTO | U.M | CANT. | P.U | IMPORTE |
|-------------|----------------|-------|----------|---------|
| Cemento | Ton | 0.17 | 2,300.00 | 391.00 |
| Arena | m ³ | 0.7 | 270.00 | 189.00 |
| Grava | m ³ | 0.6 | 270.00 | 189.00 |
| Piedra bola | m ³ | 0.6 | 272.00 | 163.20 |
| TOTAL | m ³ | | | 932.20 |

Componente de mezclas para la construcción total de la obra.

| Agregados de | Volumen m ³ | Cemento ton | Arena m ³ | Grava m ³ | Piedra |
|--------------|------------------------|-------------|----------------------|----------------------|---------|
| componentes | 1 765.32 | 300.1 | 1 235.7 | 1 059.2 | 1 059.2 |

Fuente de Financiamiento de la presa de mampostería, Santa Ana, Mpio. Monclova.

| CONCEPTO | U.M | CANT. | P.U | IMPORTE | PROGRAMA | PTOR |
|---|----------------|----------|----------|--------------|-------------|------------|
| Cemento | ton | 300.1 | 2,300.00 | 690,230.00 | 690,230.00 | |
| Arena | m ³ | 1 235.7 | 270.00 | 333,639.00 | 333,639.00 | |
| Grava | m ³ | 1 059.2 | 270.00 | 285,984.00 | 285,984.00 | |
| Piedra bola | m ³ | 1 059.2 | 272.00 | 288,102.40 | 103,021.78 | |
| Mano de obra que Considera: limpia y trazo, excavación para empotramiento y desplante de cortina, construcción de la presa. | jornal | 1 783.78 | 141.75 | 252,850.82 | 252,850.82 | |
| TOTAL. | | | | 1,850,806.22 | 1,665,725.6 | 185,080.62 |
| | | | | 100 % | 90 % | 10 % |

Desarenador.

| CONCEPTO | U.M | CANT. | P.U (\$) | IMPORTE | PROGRAMA | PRODUCTOR |
|---|----------------|-------|----------|-------------------|------------------|------------------|
| Excavación del desarenador de 35 x 130 x 1.5 | m ³ | 6 825 | 14.75 | 100,668.75 | | |
| TOTAL | | | | 100,668.75 | 90,601.88 | 10,066.87 |
| | | | | % | 100 | 90 |
| | | | | | 90 | 10 |

Line de conducción.

| CONCEPTO | U.M | CANT. | P.U (\$) | IMPORTE (\$) | PROGRAMA | PRODUCTOR |
|------------------------------|------|-------|-----------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Tubería c5 de 14" | m | 2 000 | 432.6 | 865,200.00 | | |
| Válvula de 14" con kit | Pza. | 2 | 25,000.00 | 50,000.00 | | |
| Instalación de tubería | m | 2 000 | 15.00 | 30,000.00 | | |
| Apertura y relleno de zanja. | m | 2 000 | 35.00 | 70,000.00 | | |
| Válvulas de aire de 14" x 3" | Pza. | 5 | 2,000.00 | 10,000.00 | | |
| TOTAL | | | | 1,025,200.00 | 922,680.00 | 102,520.00 |
| | | | | % | 100 | 90 |
| | | | | | 90 | 10 |

SISTEMA DE RIEGO

| CONCEPTO | U.M | CANT. | P.U (\$) | IMPORTE (\$) | PROGRAMA | PRODUCTOR |
|-----------------------------|-----|-------|-----------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Sistema de Riego por Goteo. | Ha. | 106.6 | 27,487.32 | 2,930,148.60 | | |
| TOTAL | | | | 2,930,148.60 | 2,637,133.74 | 293,014.86 |

COSTO TOTAL DE LAS OBRAS EN SANTA ANA, MPIO. MONCLOVA, COAHUILA.

| CONCEPTO | IMPORTE (\$) | PROGRAMA | PRODUCTOR |
|---|---------------------|---------------------|-------------------|
| Presa derivadora. | 1,850,806.22 | 1,665,725.6 | 185,080.62 |
| Desarenador | 100,668.75 | 90,601.88 | 10,066.87 |
| Línea de conducción de PVC de 14" de diámetro y 2 km de longitud. | 1,025,200.00 | 922,680.00 | 102,520.00 |
| Sistema de riego. | 2,930,148.60 | 2,637,133.74 | 293,014.86 |
| Elaboración del proyecto y puesta en marcha. | 45,000.00 | 40,500.00 | 4500.00 |
| Total. | 5,951,823.57 | 5,356,641.22 | 595182.357 |

ANEXO III

LISTA DE MATERIALES. SANTA ANA.

CABEZAL DE DESCARGA

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----------------|---|----------|--------|--------------|--------------|
| 1 | MEDIDOR DE AGUA/PALETA MOD. LXLN 300 MM | 1 | PZ | \$ 22,000.00 | \$ 22,000.00 |
| 2 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" MM | 8 | PZ | \$ 20.00 | \$ 160.00 |
| 3 | BRIDA HID METR. 315 MM CEM TC10 | 4 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 4,800.00 |
| 4 | CARRETE FONO 300-200 MM BR-BR | 2 | PZ | \$ 3,500.00 | \$ 7,000.00 |
| 5 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 300 MM C/PAL | 1 | PZ | \$ 5,000.00 | \$ 5,000.00 |
| 6 | VALVULA CHECK | 1 | PZ | \$ 8,000.00 | \$ 8,000.00 |
| 7 | REGULADORA DE PRESION3 | 1 | PZ | \$ 500.00 | \$ 500.00 |
| 8 | NIPLE DE 3" X10" | 1 | PZ | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| 9 | PICHANCHA | 1 | PZ | \$ 7,000.00 | \$ 7,000.00 |
| 10 | BOMBA CENTRIFUGA 8"-6" 100 HP 108 LPS | 1 | PZ | \$ 7,000.00 | \$ 7,000.00 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ 61,660.00 |

LINEA PRINCIPAL

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----------------|--|----------|--------|-------------|---------------|
| 11 | TUBO HID S/M C-5 315 MM 6M C/B | 2817 | m | \$ 220.00 | \$ 619,740.00 |
| 12 | TUBO HID S/M C-5 250 MM 6M C/B | 330 | m | \$ 160.00 | \$ 52,800.00 |
| 13 | TUBO HID S/M C-5 200 MM 6M C/B | 84 | m | \$ 125.00 | \$ 10,500.00 |
| 14 | TUBO HID S/M C-5 160 MM 6M C/B | 102 | m | \$ 75.00 | \$ 7,650.00 |
| 15 | T HID METR-METR. C/3C 315-160 MM TC 7 | 3 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 3,600.00 |
| 16 | CURVA HID METR. 45 C/2C 315 MM TC 7 | 2 | PZ | \$ 820.00 | \$ 1,640.00 |
| 17 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 250-160 MM TC7 | 1 | PZ | \$ 350.00 | \$ 350.00 |
| 18 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 200-160 MM TC7 | 2 | PZ | \$ 250.00 | \$ 500.00 |
| 19 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 315-250 MM TC7 | 1 | PZ | \$ 500.00 | \$ 500.00 |
| 20 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 250-200 MM TC7 | 1 | PZ | \$ 450.00 | \$ 450.00 |
| SUBTOTAL | | | | | \$ 697,730.00 |

21 LINEA SECUNDARIA

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|--|----------|--------|-------------|---------------|
| 22 | TUBO HID S/M C-5 160 MM 6M C/B | 2210 | m | \$ 75.00 | \$ 165,750.00 |
| 23 | TUBO HID S/I IRR 100 MM 6M C/B | 1758 | m | \$ 44.00 | \$ 77,352.00 |
| 24 | TUBO HID S/I IRR 75 MM 6M C/B | 816 | m | \$ 35.00 | \$ 28,560.00 |
| 25 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 89 | PZ | \$ 200.00 | \$ 17,800.00 |
| 26 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 75 MM. | 6 | PZ | \$ 50.00 | \$ 300.00 |
| 27 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 200-160 MM TC 7 | 1 | PZ | \$ 300.00 | \$ 300.00 |
| 28 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 1 | PZ | \$ 200.00 | \$ 200.00 |
| 29 | T HID METR-METR. C/2C 315-315 MM CEM TC 7 | 1 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 1,200.00 |
| 30 | T HID METR-METR. C/2C 160-160 MM CEM | 1 | PZ | \$ 600.00 | \$ 600.00 |

TC 7

| | | | | | |
|----|-------------------|---|----|-----------------|---------------|
| 31 | T HID CEM. 100 MM | 1 | PZ | \$ 120.00 | \$ 120.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 292,182.00 |

LINEA TERCIARIA

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|-----------------------------------|----------|--------|-----------------|---------------|
| 32 | TUBO HID S/I IRR 100 MM 6M C/B | 1728 | m | \$ 44.00 | \$ 76,032.00 |
| 33 | TUBO HID S/I IRR 75 MM 6M C/B | 2310 | m | \$ 35.00 | \$ 80,850.00 |
| 34 | TUBO HID S/I IRR 50 MM 6M C/B | 3344 | m | \$ 18.00 | \$ 60,192.00 |
| 35 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 75 MM. | 44 | m | \$ 50.00 | \$ 2,200.00 |
| 36 | REDUC. HID CEM. BUSH. 75- 50 MM. | 57 | m | \$ 25.00 | \$ 1,425.00 |
| 37 | COPLA HID CEM. 75 MM | 44 | PZ | \$ 60.00 | \$ 2,640.00 |
| 38 | COPLA HID CEM. 50 MM | 57 | m | \$ 30.00 | \$ 1,710.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 225,049.00 |

REGANTE

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|--|----------|--------|-----------------|---------------|
| 39 | Cinta Aqua-Traxx 16/5 Mil @ 20 cm 3.73LPH/m R-3048m | 235 | ROLLO | \$ 2,415.00 | \$ 567,525.00 |
| 40 | MANGUERA PE DB 16/55 MIL R-305MTS | 48 | ROLLO | \$ 500.00 | \$ 24,000.00 |
| 41 | COPLA MANGUERA -CINTILLA 16/16 MM | 14400 | PZ | \$ 7.00 | \$ 100,800.00 |
| 42 | INICIAL INS 16 mm | 14400 | PZ | \$ 7.00 | \$ 100,800.00 |
| 43 | TERMINAL INS 16 mm | 14400 | PZ | \$ 7.00 | \$ 100,800.00 |
| 44 | GOMA PARA INICIALES | 14400 | PZ | \$ 7.00 | \$ 100,800.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 994,725.00 |

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO.

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|--------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| 45 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 300 MM C/ENG | 7 | PZ | \$ 5,000.00 | \$ 35,000.00 |
| 46 | BRIDA HID METR.315 CEM TC10 | 14 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 16,800.00 |
| 47 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" | 56 | pz | \$ 20.00 | \$ 1,120.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 52,920.00 |

CRUCEROS

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|---|----------|--------|-------------|--------------|
| A | | | | | |
| 48 | CODO HID CEM. 45-150 MM | 2 | PZ | \$ 550.00 | \$ 1,100.00 |
| 49 | T HID METR-METR. C/2C 315-315 MM CEM TC 7 | 1 | PZ | \$ 1,400.00 | \$ 1,400.00 |
| 50 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 315-160 MM TC 7 | 1 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 1,200.00 |
| 51 | T HID METR-METR. C/2C 160-160 MM CEM TC 7 | 3 | PZ | \$ 600.00 | \$ 1,800.00 |
| 52 | BRIDA HID METR. 160 CEM TC7 | 4 | PZ | \$ 680.00 | \$ 2,720.00 |
| 53 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" MM | 20 | PZ | \$ 20.00 | \$ 400.00 |
| 54 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 150 MM C/PAL REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 2 | PZ | \$ 3,500.00 | \$ 7,000.00 |
| 55 | | 2 | PZ | \$ 200.00 | \$ 400.00 |
| 56 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 2 | pz | \$ 30.00 | \$ 60.00 |
| 57 | VALV. ADM-EXP AV-010 50 MM RH EMEK | 2 | pz | \$ 350.00 | \$ 700.00 |

| | | | | | | |
|----|--|-----|----|-------------|----|-----------|
| B | | | | | | |
| 58 | T HID METR-METR. C/2C 315-315 MM CEM TC 7 | 15 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ | 18,000.00 |
| 59 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 315-160 MM TC 7 | 15 | PZ | \$ 837.68 | \$ | 12,565.17 |
| 60 | T HID METR-METR. C/3C 160-160 MM TC 7 | 15 | PZ | \$ 600.00 | \$ | 9,000.00 |
| 61 | CODO HID CEM. 90-150 MM | 30 | PZ | \$ 550.00 | \$ | 16,500.00 |
| 62 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 150 MM C/PAL | 15 | PZ | \$ 1,909.29 | \$ | 28,639.29 |
| 63 | BRIDA HID METR. 160 CEM TC7 | 30 | PZ | \$ 680.00 | \$ | 20,400.00 |
| 64 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" MM | 120 | PZ | \$ 20.00 | \$ | 2,400.00 |
| 65 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 15 | PZ | \$ 200.00 | \$ | 3,000.00 |
| 66 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 50 MM. | 15 | PZ | \$ 35.00 | \$ | 525.00 |
| 67 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 15 | PZ | \$ 30.00 | \$ | 450.00 |
| 68 | VALV. ADM-EXP AV-010 50 MM RH EMEK | 15 | PZ | \$ 350.00 | \$ | 5,250.00 |
| C | | | | | | |
| 69 | T HID METR-METR. C/2C 315-315 MM CEM TC 7 | 11 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ | 13,200.00 |
| 70 | REDUC. HID METR-METR. CAMP. 315-160 MM TC 7 | 11 | PZ | \$ 837.68 | \$ | 9,214.46 |
| 71 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 11 | PZ | \$ 200.00 | \$ | 2,200.00 |
| 72 | T HID CEM. 100 MM | 11 | PZ | \$ 120.00 | \$ | 1,320.00 |
| 73 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 100 MM C/PAL | 11 | PZ | \$ 1,550.00 | \$ | 17,050.00 |
| 74 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" MM | 88 | PZ | \$ 20.00 | \$ | 1,760.00 |
| 75 | CODO HID CEM. 90-100 MM | 22 | PZ | \$ 150.00 | \$ | 3,300.00 |
| 76 | BRIDA HID METR. 100 CEM TC7 | 44 | PZ | \$ 420.00 | \$ | 18,480.00 |
| 77 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 50 MM. | 22 | PZ | \$ 35.00 | \$ | 770.00 |
| 78 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 11 | PZ | \$ 30.00 | \$ | 330.00 |
| 79 | VALV. ADM-EXP AV-010 50 MM RH EMEK | 11 | PZ | \$ 350.00 | \$ | 3,850.00 |
| D | | | | | | |
| 80 | T HID METR-METR. C/3C 160-160 MM TC 7 | 7 | PZ | \$ 600.00 | \$ | 4,200.00 |
| 81 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 7 | PZ | \$ 200.00 | \$ | 1,400.00 |
| 82 | CODO HID CEM. 90-100 MM | 21 | PZ | \$ 150.00 | \$ | 3,150.00 |
| 83 | T HID CEM. 100 MM | 14 | PZ | \$ 120.00 | \$ | 1,680.00 |
| 84 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 100 MM C/PAL | 14 | PZ | \$ 1,131.43 | \$ | 15,840.00 |
| 85 | BRIDA HID METR. 100 CEM TC7 | 28 | PZ | \$ 420.00 | \$ | 11,760.00 |
| 86 | TOR. TUERCA HEX Y ROND 5/8-6" MM | 144 | PZ | \$ 20.00 | \$ | 2,880.00 |
| 87 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 50 MM. | 7 | PZ | \$ 35.00 | \$ | 245.00 |
| 88 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 7 | PZ | \$ 30.00 | \$ | 210.00 |
| 89 | VALV. ADM-EXP AV-010 50 MM RH EMEK | 7 | PZ | \$ 350.00 | \$ | 2,450.00 |
| E | | | | | | |
| 90 | T HID CEM. 100 MM | 4 | PZ | \$ 120.00 | \$ | 480.00 |
| 91 | T HID CEM. 50 MM | 12 | PZ | \$ 60.00 | \$ | 720.00 |
| 92 | CODO HID CEM. 90- 50 MM | 8 | PZ | \$ 25.00 | \$ | 200.00 |
| 93 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 8 | PZ | \$ 30.00 | \$ | 240.00 |

| | | | | | |
|-----|-----------------------------|-----|----|-----------------|--------------|
| 129 | ADAPT. HID CEM. MACHO 75 MM | 180 | PZ | \$ 45.00 | \$ 8,100.00 |
| 130 | VALVULA BOLA PVC 50 MM CEM | 90 | PZ | \$ 100.00 | \$ 9,000.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 21,600.00 |

FILTRACION

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|---|----------|--------|-----------------|--------------|
| 131 | MANOMETRO GLICERINA 0-100 PSI T HID METR-METR. C/2C 315-200 MM CEM | 2 | PZ | \$ 250.00 | \$ 500.00 |
| 132 | TC 7 | 2 | PZ | \$ 1,301.60 | \$ 2,603.20 |
| 133 | CODO HID CEM. 90-200 MM T HID METR-METR. C/2C 200-160 MM CEM | 4 | PZ | \$ 746.51 | \$ 2,986.04 |
| 134 | TC 7 | 4 | PZ | \$ 437.61 | \$ 1,750.44 |
| 135 | CODO HID CEM. 90-150 MM T HID METR-METR. C/2C 160-160 MM CEM | 8 | PZ | \$ 292.73 | \$ 2,341.82 |
| 136 | TC 7 | 18 | PZ | \$ 276.38 | \$ 4,974.92 |
| 137 | REDUC. HID METR-ING. CAMP. 160-100 MM TC 7 | 26 | PZ | \$ 186.82 | \$ 4,857.21 |
| 138 | REDUC. HID CEM. BUSH. 100- 75 MM. | 26 | PZ | \$ 23.17 | \$ 602.45 |
| 139 | ADAPT. HID CEM. HEMBRA 75 MM | 26 | PZ | \$ 48.70 | \$ 1,266.11 |
| 140 | T HID CEM. 75 MM | 13 | PZ | \$ 75.00 | \$ 975.00 |
| 141 | ADAPT. HID CEM. MACHO 75 MM | 26 | PZ | \$ 22.25 | \$ 578.49 |
| 142 | VALVULA BOLA PVC 75 MM CEM | 13 | PZ | \$ 525.00 | \$ 6,825.00 |
| 143 | REDUC. HID CEM. BUSH. 75- 50 MM. | 13 | PZ | \$ 25.00 | \$ 325.00 |
| 144 | VALV. BRONCE 25 MM | 13 | PZ | \$ 50.00 | \$ 650.00 |
| 145 | ADAPT. HID CEM. MACHO 50 MM | 13 | PZ | \$ 6.12 | \$ 79.58 |
| 146 | FILTRO DE ANILLAS AZUD 30 m3/h 75 mm | 13 | PZ | \$ 3,500.00 | \$ 45,500.00 |
| | | | | SUBTOTAL | \$ 76,815.26 |

FERTILIZACION

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|---|----------|--------|-------------------|--------------|
| 147 | TINACO 1100 lt | 1 | PZ | \$ 1,500.00 | \$ 1,500.00 |
| 148 | MANOMETRO GLICERINA 0-100 PSI T HID METR-ING. C/2C 315- 50 MM CEM TC | 2 | PZ | \$ 250.00 | \$ 500.00 |
| 149 | 7 | 2 | PZ | \$ 755.59 | \$ 1,511.17 |
| 150 | REDUC. HID CEM. BUSH. 50- 25 MM. | 2 | PZ | \$ 5,000.00 | \$ 10,000.00 |
| 151 | VALV. MARIPOSA FIG. 111 300 MM C/ENG | 1 | PZ | \$ 1,200.00 | \$ 1,200.00 |
| 142 | ADAPT. HID CEM. MACHO 25 MM | 4 | PZ | \$ 25.00 | \$ 100.00 |
| 142 | VALV. BRONCE 25 MM | 2 | PZ | \$ 120.00 | \$ 240.00 |
| 143 | TUBO VENTURY 25 MM | 1 | PZ | \$ 2,000.00 | \$ 2,000.00 |
| 144 | CODO HID CEM. 90- 25 MM | 2 | PZ | \$ 25.00 | \$ 50.00 |
| 145 | ADAPT. HID CEM. HEMBR 25 MM | 2 | PZ | \$ 10.00 | \$ 20.00 |
| 146 | BRIDA HID METR. 315 MM CEM TC10 | 2 | PZ | \$ 1,400.00 | \$ 2,800.00 |
| | | | | OBRA CIVIL | \$ 19,921.17 |

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | P. UNITARIO | IMPORTE (\$) |
|-----|----------------------------|----------|--------|--------------|-----------------|
| 147 | APERTURA Y TAPADO DE ZANJA | 15499 | M | \$ 12.00 | \$ 185,988.00 |
| | | | | | \$ 185,988.00 |
| | | | | TOTAL | \$ 2,930,148.60 |