



Proyecto Ejecutivo para la tecnificación del riego de la unidad de riego “Juan Catalán Berbera”, A.C. Tixtla, Gro.

Informe final RD 0736

SUBCOORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE RIEGO
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE

Juan Manuel Angeles Hernández
Eduardo Moreno Bañuelos
Pedro Pacheco Hernández
Helen Unland Weiss

México, 2007

DIRECTORIO

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Director General

Dr. Polioptro Martínez Austria

Coordinador de Riego y Drenaje

M.C. Fernando Fragoza Díaz

Subcoordinador de Ingeniería de Riego

M.C. Juan Carlos Herrera Ponce

Jefe de Proyecto

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández

Gobierno del Estado de Guerrero

Secretario de Desarrollo Rural

Lic. Armando Ríos Pitter

Director General de Infraestructura Rural

Ing. Roberto Villalobos Alcalde

Comisión Nacional del Agua en el Estado de Guerrero

Subdirector de Asistencia Operativa

Ing. José Humberto Gastélum Espinoza

Enlace de los Programas UEAAE y UPIH

Ing. Facundo Gastélum Félix

Asociación de usuarios de la unidad de riego “P.A. y Z.R. Juan Catalán Berbera”, A.C.

Presidente

Ing. José Eduardo Albañil Cortés

RESUMEN EJECUTIVO.

La comunidad de Tixtla, municipio de Tixtla, Guerrero, tiene una superficie de riego de 280.3 ha, para 453 usuarios beneficiados. Se abastece con agua de la presa de almacenamiento "Juan Catalán Berbera", con un gasto total de entrega de 300 l/s. Los cultivos principales son maíz, calabacita, frijol ejotero, cempazuchitl y margarita. Actualmente la red de conducción parcelaria e ínter parcelaria está en canales y regaderas de tierra, teniendo bastantes pérdidas de agua por filtración y grandes tiempos de espera para la entrega del agua a cada parcela; en el presente proyecto de tecnificación se propone el entubamiento de la red de conducción parcelaria e ínter parcelaria y la mejora de la aplicación del riego en parcela.

Con base en el levantamiento topográfico de la zona de riego, las parcelas están localizadas sobre la cota 1330 y 1350 m, por lo que el desnivel medio entre la obra de toma y las parcelas varía desde 60 a 40 m, situación que pone en riesgo a la red de tubería seleccionada de clase 5, por lo que se optó por considerar tubería clase 7 para aquellos tramos de la red que tuvieran una presión estática mayor de 50 m. La tubería seleccionada es de PVC, clase 5 (5 kg/cm²) para la parte alta de la zona de riego y clase 7 (7 kg/cm²) para la zona de riego topográficamente más baja, en ambos casos en diámetros de 6 a 18 pulgadas. Las válvulas de riego (hidrantes) se ubicaron en la parte alta de cada parcela, y para el trazado se siguieron los linderos de las mismas. En total se ubicaron 389 hidrantes y 20 codos de arranque. Para la seguridad y para facilitar la operación del sistema de riego se consideraron 10 válvulas de seccionamiento (tipo mariposa) y 135 válvulas de admisión y expulsión de aire.

El sistema de riego está expuesto a una carga hidráulica natural de aproximadamente 60 metros, por lo que además de considerar la tubería de clase 7 para la zona expuesta a una mayor presión hidráulica se instalaron reguladores de gasto y presión en cada uno de los hidrantes. Sin embargo, aún con este sistema de seguridad, es necesario que durante la temporada de aplicación de los riegos, éstos se autoricen a partir de cuando se tengan al menos tres riegos solicitados en la zona de riego.

Se tiene un conducto principal con tubería de acero en diámetro de 18 pulgadas, que va de la obra de toma al sitio de la derivadora actual, con una longitud de 460 m. La longitud de la tubería en la zona de riego con material de PVC tiene una longitud total de 27,122 metros.

La importancia de este tipo de sistema de riego que aprovechan la carga hidráulica natural disponible, mismo que fue solicitado por los integrantes de la Asociación de usuarios, permitirá aplicar riegos parcelarios con tubería de multicompuertas, y además, el sistema de conducción y de distribución del agua queda en condiciones para operar riegos presurizados con su respectivo sistema de filtrado y de inyección de fertilizantes sin requerimiento alguno de bombeo y de consumo de energía eléctrica.

El costo total del sistema de riego asciende a la cantidad de \$ 9' 944,928 con un costo por hectárea de \$ 35,480. Se utilizaron los precios de lista del mercado nacional, actualizados al mes de julio de 2007.

INDICE

	Pág
DIRECTORIO	2
RESUMEN EJECUTIVO	3
INDICE	4
Indice de Cuadros	6
Indice de Láminas	8
INTRODUCCIÓN	9
I. INFORMACIÓN BÁSICA	10
1.1 Compilación de datos preliminares	10
1.2 Caracterización del sitio	10
2. REQUERIMIENTOS DE RIEGO Y CAPACIDAD DEL SISTEMA	24
2.1 Evapotranspiración real y precipitación efectiva	26
2.2 Capacidad del sistema de riego	29
2.3 Lámina de riego	30
3. DISEÑO AGRONÓMICO	31
3.1 Ubicación de los hidrantes	31
3.2 Dirección del riego	31
3.3 Selección del gasto unitario y tiempos de riego	31
4. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN	31
4.1 Trazo de la red	31
4.2 Presión requerida en el hidrante	31
4.3 Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución	34
5. DISEÑO DE LA OBRA CIVIL	45
5.1 Excavación y relleno	45
5.2 Atraques	45
6. CATÁLOGO DE CONCEPTOS	48
6.1 Zona de riego	48
6.2 Obra de toma	53
6.3 Conducto principal	55
6.4 Resumen costo total	57
8. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	58

BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXO 1. RELACIÓN DE USUARIOS	61
ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE RIEGO	72
ANEXO 3. REGULADOR DE GASTO	76
ANEXO 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN INTERPARCELARIA Y PARCELARIA (ZONA DE RIEGO) DE LA UNIDAD DE RIEGO "JUAN CATALÁN BERBERA" A.C., DE TIXTLA, ESTADO DE GUERRERO	78
ANEXO 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DERIVADORA Y OBRA DE TOMA, DE LA UNIDAD DE RIEGO DE TIXTLA, ESTADO DE GUERRERO.	106
ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO TIXTLA, ESTADO DE GUERRERO.	134

INDICE DE CUADROS

	Pág
Cuadro 1.1. Características físicas y químicas del sitio de muestreo.	11
Cuadro 1.2. Datos climatológicos utilizadas en el cálculo de los requerimientos de riego para Tixtla, Guerrero.	18
Cuadro 1.3 Datos climatológicos y Evapotranspiración de referencia (ETo) usados en el cálculo de los requerimientos de riego para Tixtla, Guerrero.	19
Cuadro 2.1 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para el Maíz elotero temprano (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 25 de abril).	24
Cuadro 2.2 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para maíz elotero tardío (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 3 de julio).	24
Cuadro 2.3 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para calabacita temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 31 de marzo).	24
Cuadro 2.4 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para calabacita tardía (primavera/verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 7 de junio).	25
Cuadro 2.5 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para frijol ejotero temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 15 de abril).	25
Cuadro 2.6 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para frijol ejotero tardío (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 28 de junio).	25
Cuadro 2.7 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para Cempazuchitl (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 10 de agosto; fecha de cosecha: 29 de octubre).	25
Cuadro 2.8 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998a),, fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para margarita (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 15 de abril).	26
Cuadro 2.9 Requerimientos de riego para cultivo de maíz elotero siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.	26
Cuadro 2.10 Requerimientos de riego para cultivo de maíz elotero, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.	26
Cuadro 2.11 Requerimientos de riego para cultivo de calabacita siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.	27
Cuadro 2.12 Requerimientos de riego para cultivo de calabacita, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.	27
Cuadro 2.13 Requerimientos de riego para cultivo frijol ejotero siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.	28
Cuadro 2.14 Requerimientos de riego para frijol ejotero, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.	28
Cuadro 2.15 Requerimientos de riego para cultivo de cempazuchitl (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 10 de agosto	28

Cuadro 2.16 Requerimientos de riego para cultivo margarita (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.	29
Cuadro 4.1 Datos hidráulicos de la red de la unidad de riego "Juan Catalán Berbera" de la comunidad de Tixtla Gro. Se indica el tramo, longitud, diámetro, gasto y velocidad.	36
Cuadro 4.2 Presión dinámica (en condiciones de operación) y presión en reposo para cada nodo de la red entubada de la unidad de riego "Juan Catalan Berbera" de la comunidad de Tixtla Gro.	42
Cuadro 5.1 Volumen de excavación, plantilla, relleno y apisonado	45
Cuadro 5.2 Volumen concreto para atraques en tees, codos y tapones finales para terreno duro, considerando una resistencia del terreno $T = 1 \text{ kg/cm}^2$ y $T = 2 \text{ kg/cm}^2$	46
Cuadro 6.1 Catálogo de conceptos y presupuesto de obra del entubamiento de la red de distribución parcelaria e interparcelaria de la Unidad de de Riego "Juan Catalán Berbera" de Tixtla, Guerrero.	48
Cuadro 6.3 Catálogo de conceptos y presupuesto de obra del entubamiento del conducto principal en tubería de acero. De la obra de toma a la derivadora actual, de la Unidad de de Riego "Juan Catalán Berbera" de Tixtla, Guerrero.	55
Cuadro 8.1 Tiempo de riego para una lámina de riego neta de 10 cm, para un gasto modular de 30 l/s para cada una de las 10 secciones de riego.	58

INDICE DE LÁMINAS

	Pág
Lámina 1.1 Temperaturas extremas promedias mensuales en Tixtla, Guerrero. Datos basados en promedios de temperaturas registradas en la estación de Tixtla, Gro.	20
Lámina 1.2 Humedad relativa promedio mensual, velocidad del viento y radiación solar en Tixtla, Guerrero. Datos basados en interpolación de las mapas presentadas en el Atlas del Agua de la República Mexicana.	20
Lámina 1.3 Precipitación media mensual (total y efectiva) y evapotranspiración de referencia total mensual en Tixtla, Guerrero. Calculo de ETo y precipitación efectiva basado en los datos climatológicos registrados en la estación de Tixtla, Guerrero.	22
Lámina 1.4 Precipitación media diaria (total y efectiva) y evapotranspiración de referencia total diaria en Tixtla, Guerrero. Calculo de ETo y precipitación efectiva basada en los datos climatológicos registrados en la estación de <i>Tixtla</i> , Guerrero.	22

INTRODUCCIÓN

La Unidad de riego "Juan Catalán Berbera", A.C., tiene una superficie de riego de 280.3 ha en beneficio de 453 usuarios, se encuentra ubicado en la cabecera municipal de Tixtla, en el Estado de Guerrero. La fuente de abastecimiento es una presa derivadora que se alimenta de la presa de almacenamiento "Juan Catalán Berbera", ubicada en el municipio de Tixtla, Estado de Guerrero.

El tipo de sistema de riego actual es por gravedad a través de una red de distribución a base de canales revestidos y en tierra conectado a una presa derivadora. Una vez el agua en la parcela esta se aplica con riego rodado con el método de surcos principalmente. Las parcelas de riego presentan irregularidades tanto topográficas como de superficie. Las primeras hacen que el riego que se practica actualmente sea un tanto ineficiente al carecer de parcelas niveladas, otro problema es el grado de pulverización en la tenencia de la tierra, llegando a tener lotes de riego de hasta 0.1 ha, la superficie promedio por usuario ó por lote es de 0.62 ha.; esta característica hace que la aplicación de un programa de los riegos sea complicada, originando riegos inoportunos; actualmente se tienen turnos de riego de aproximadamente 15 días, haciendo que los cultivos disminuyan su rendimiento potencial. Los principales cultivos son: maíz para grano, maíz elotero, frijol ejotero, calabacita, jitomate, cempazuchitl, margarita y nube entre otros.

Por el tipo de cultivos y por el alto grado de pulverización en la tenencia de la tierra, que caracterizan a esta Unidad de riego, se requiere de un sistema de riego que permita aplicar el servicio de riego en oportunidad y con la cantidad de agua adecuada, lo cual ayudará a tener más y mejores cosechas de los cultivos permitiendo a los usuarios de riego mejorar su calidad de vida.

Para hacer frente y coadyuvar a la solución de esta problemática, la Asociación de Usuarios de la P.A. y Z.R. Juan Catalán Berbera de Tixtla, con recursos del Fondo de Fomento Agropecuario del Estado de Guerrero (FOFAEG) solicitó al IMTA la elaboración de un proyecto ejecutivo para la modernización del riego de la Unidad de riego. El proyecto de modernización consiste en el entubamiento de la red de conducción principal y secundaria para tecnificar con sistemas de riego de baja presión una superficie de 280.3 ha. Considerando los recursos económicos disponibles, los costos de inversión y operación requeridos, el grado de tecnificación actual, se eligió la modernización de la zona agrícola con sistemas de riego de baja presión. Este tipo de sistema de riego no requiere de equipo de bombeo y se entrega el agua en el punto más alto de la parcela. Otra característica de este proyecto es que debido al fuerte desnivel topográfico entre la fuente de abastecimiento y las parcelas, se dispone de una carga hidráulica muy alta, suficiente para operar en el futuro sistemas de riego presurizados sin necesidad de equipos de bombeo adicionales.

1 INFORMACIÓN BÁSICA

1.1 Compilación de datos preliminares

- *Objetivo.* El objetivo de este proyecto de riego es incrementar la productividad del área bajo riego con base en el entubamiento de la red de conducción principal, interparcelaria y parcelaria, que permita mejorar la eficiencia en el uso del agua e incrementar los rendimientos e ingresos de los productores.
- *Localización geográfica y política.* El proyecto de la zona de riego se localiza geográficamente entre entre los paralelos 17° 20´ y 17 ° 43´ de latitud norte y en los meridianos 99°15´ y 99°28´ de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. El área de influencia se encuentra en el municipio de Tixtla, Guerrero. A una elevación de 1340 m.s.n.m
- El croquis de localización se presenta en el plano general.
- *Tenencia de la tierra.* La superficie de riego beneficiada corresponde al tipo ejidal y pequeña propiedad. En el anexo 1 presenta la superficie de la tierra y la relación de usuarios del proyecto de tecnificación.

La superficie de riego beneficiada está integrada por 453 parcelas con una superficie promedio de 0.62 ha por parcela ó usuario.

1.2 Caracterización del sitio

- *Topografía de la zona de riego.* El relieve parcelario es plano, con una pendiente promedio del 0.5 al 1 % en la dirección del riego y en la dirección de las regaderas actuales. Se recomienda la nivelación de los terrenos para regar más eficientemente.
- *Superficie.* La superficie total considerada en este proyecto es de 280.3 ha.
- *Planos y lotificación.* En el plano general se presenta la lotificación por cada usuario, además de la información topográfica, que incluye la planimétrica y altimétrica del terreno, así como la identificación de linderos, caminos, construcciones, asentamientos humanos, líneas de conducción de agua y el punto de entrega del agua a las parcelas.

Caracterización del suelo.

Se realizó un estudio para conocer las características físicas y químicas de los suelos de la Unidad de Riego. Se analizaron 6 puntos (1A, 1B, 2, 3, 4 y 5) mismos que en el plano general se indica a que parcelas pertenecen. En el cuadro 1.1 se presentan los resultados de pH, contenido de materia orgánica (%), nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, fierro, cobre, zinc, manganeso, boro, así como la densidad aparente del suelo y su textura para cada uno de los 6 puntos indicados anteriormente.

Cuadro 1.1. Características físicas y químicas del sitio de muestreo.

Nº CONTROL	pH	MO %	N mg Kg ⁻¹	P mg Kg ⁻¹	K mg Kg ⁻¹	Ca mg Kg ⁻¹
1A	5.05	0.67	26.0	105.08	134	1372
1B	5.08	0.54	37.1	114.35	114	1036
2	7.63	1.21	29.7	3.62*	190	3299
3	7.50	1.48	37.1	17.81*	166	3447
4	8.31	2.69	29.7	1.47*	268	7991
5	6.72	1.34	29.7	70.43*	94	2557

Nº CONTROL	Mg mg Kg ⁻¹	Fe mg Kg ⁻¹	Cu mg Kg ⁻¹	Zn mg Kg ⁻¹	Mn mg Kg ⁻¹	B mg Kg ⁻¹	Dap g/cm ³
1A	183	45.99	1.01	0.98	21.09	1.61	1.39
1B	132	53.31	1.51	0.93	43.76	1.24	1.48
2	311	13.68	1.46	0.99	7.16	0.56	1.43
3	214	37.75	2.13	1.22	11.31	1.08	1.38
4	154	11.52	1.29	0.72	4.05	0.67	1.44
5	201	28.32	0.74	1.01	7.17	1.01	1.30

Nº CONTROL	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA
1A	59.6	26.0	14.4	FRANCO ARENOSO
1B	67.6	20.0	12.4	FRANCO ARENOSO
2	37.6	30.0	32.4	FRANCO ARCILLOSO
3	43.6	30.0	26.4	FRANCO
4	5.6	46.0	48.4	ARCILLO LIMOSO
5	55.6	20.0	24.4	FRANCO ARCILLO ARENOSO

METODOLOGIA :

pH: POTENCIOMETRICO RELACION SUELO AGUA 1:2
MO: WALKLEY Y BLACK.
N: EXTRAIDO CON CLORURO DE POTASIO 2N Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.
P: BRAY P-1.
K: EXTRAIDO EN ACETATO DE AMONIO 1.0N pH 7.0 RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA
Ca, Mg: EXTRAIDO EN ACETATO DE AMONIO 1.0N pH 7.0 RELACION 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.
Fe,Cu,Zn,Mn: EXTRAIDO CON DTPA RELACION 1:4 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.
B: EXTRAIDO CON CaCl₂ 1.0M FOTOCOLORIMETRIA DE AZOMETINA-H.
Dap: METODO DE LA PROBETA.
TEXT.: HIDROMETRO DE BOUYOUCOS.

Así mismo se indica la interpretación y las recomendaciones para el manejo de la fertilización para los sitios 1A, 1B (parcelas cercanas al invernadero con cultivo de jitomate) y 4, para los cultivos maíz, jitomate y cempazuchitl, respectivamente. Cabe mencionar que estos resultados y su respectiva interpretación y recomendación solamente es fiable para estos sitios en específico, y se deberá utilizar con la mayor reserva para las demás parcelas y cultivos. De alguna manera se pretende que este tipo de análisis y de información sea de referencia y con el objetivo de incentivar a los productores en la necesidad de realizar este tipo de análisis en pro del mejoramiento de los rendimientos de los cultivos vía la fertirrigación.

MUESTRA 1A

pH:	(5.05)	Terreno ácido
MO:	(0.67 %)	Muy pobre en materia orgánica
Ni:	(26 mg/kg)	Medio en nitrógeno inorgánico
P:	(105 mg/kg)	Muy alto en fósforo "asimilable"
K:	(134 mg/kg)	Bajo en potasio "aprovechable"
Ca:	(1,372 mg/kg)	Moderadamente bajo en calcio "aprovechable"
Mg:	(183 mg/kg)	Moderadamente bajo en magnesio "aprovechable"
Fe:	(45.99 mg/kg)	Alto en hierro "asimilable"
Cu:	(1.01 mg/kg)	Medio en cobre "asimilable"
Zn:	(0.98 mg/kg)	Moderadamente bajo en zinc "asimilable"
Mn:	(21.09 mg/kg)	Moderadamente alto en manganeso "asimilable"
B:	(1.61 mg/kg)	Alto en boro "asimilable"
Dap:	(1.39 g/cm ³)	Normal densidad aparente
Textura:		Franco-arenosa.

Con base en la interpretación anterior y tomando en cuenta el cultivo de **MAIZ** de riego, se tienen las siguientes consideraciones y recomendaciones:

pH. El terreno es ácido para el cultivo del maíz, ya que este prefiere un intervalo de pH entre 5.8-7.2. Es conveniente la adición de **cal agrícola dolomítica: 1.5 t/ha** en todo el terreno (al momento de la preparación del mismo), de tal forma de aportar calcio y magnesio a la vez que se eleva el pH.

MATERIA ORGÁNICA (MO). El nivel de materia orgánica es muy baja, por lo que es necesario la adición de abonos orgánicos, teniendo como meta alcanzar el valor de 3.5% de materia orgánica en el suelo. Una alternativa lo constituyen **las compostas o los estiércoles maduros**, los cuales, además de aportar nutrientes contribuyen a elevar los niveles de materia orgánica del suelo. Se recomienda la adición de **33 t/ha por año de composta o estiércol maduro, por lo menos durante 6 años**. Este abono aportará 198 kg de nitrógeno aprovechable, el cual deberá restarse a lo que se recomienda en la fórmula de fertilización. Asimismo solucionará las deficiencias de micronutrientes.

MANEJO DE MACRONUTRIMENTOS. Se considera que: a1) existe un abastecimiento bajo de nitrógeno y azufre, por el contenido bajo de materia orgánica; a2) se tiene una disponibilidad muy alta de fósforo; a3) el nivel de potasio, calcio y magnesio son bajos; a4) el suelo es textura media; a5) no se aplica abono orgánico; a6) el sistema radical del cultivo es fasciculado; a7) **se manejará un potencial de producción para el maíz de más de 8 t/ha.** Con estas consideraciones se deriva la siguiente

Fórmula de fertilización para MAÍZ: 265-00-100. Lo anterior significa que se deberá agregar al suelo 265 kg de nitrógeno (N)/ha; 0 kg de fósforo (P_2O_5)/ha y 100 kg de potasio (K_2O)/ha.

Época de aplicación. Con el propósito de incrementar la eficiencia del **fertilizante nitrogenado**, es necesario **que se subdivide** su aplicación en cuando menos dos fracciones, preferentemente tres. En el caso de ser tres fracciones, un tercio (1/3) del fertilizante se adicionará durante la siembra; otro tercio (1/3) en la primera escarda; el último tercio (1/3) en la segunda escarda. El **fertilizante potásico** se **aplicará en una sola ocasión**, junto con la primera fracción del fertilizante nitrogenado.

Fuentes.

1ª aplicación: 192 kg de urea/ha + 200 kg de sulfato de potasio

2ª aplicación: 285 kg de nitrato de amonio o fosfonitrato/ha

2ª aplicación: 285 kg de nitrato de amonio o fosfonitrato/ha

Manejo de micronutrientos. Los niveles de micronutrientos encontrados y el tipo de cultivo, conducen a pronosticar una probable deficiencia de zinc. Cuando el fertilizante se adiciona **al suelo**, es necesario **agregar 12 kg de sulfato de zinc/ha, 5 kg de sulfato de cobre/ha.** Estos se adicionarán en la primera aplicación de fertilizantes. Otra alternativa es la fertilización foliar. Se puede construir el fertilizante foliar en casa, de la siguiente manera: **en 99 litros de agua mezclar 400 g de sulfato de zinc, 50 g de sulfato de cobre, además de 200 g de urea, más surfactante, adherente y ácidos fúlvicos.** De esta solución aplicar alrededor de 300 L/ha cuando se observen amarillamientos en las hojas jóvenes.

MUESTRA 1B

pH:	(5.08)	Terreno ácido
MO:	(0.54 %)	Muy pobre en materia orgánica
Ni:	(37.1 mg/kg)	Medio en nitrógeno inorgánico
P:	(114 mg/kg)	Muy alto en fósforo "asimilable"
K:	(114 mg/kg)	Bajo en potasio "aprovechable"
Ca:	(1,036 mg/kg)	Moderadamente bajo en calcio "aprovechable"
Mg:	(132 mg/kg)	Moderadamente bajo en magnesio "aprovechable"
Fe:	(53.3 mg/kg)	Muy alto en hierro "asimilable"
Cu:	(1.51 mg/kg)	Moderadamente alto en cobre "asimilable"
Zn:	(0.93 mg/kg)	Moderadamente bajo en zinc "asimilable"
Mn:	(43.76 mg/kg)	Alto en manganeso "asimilable"
B:	(1.24 mg/kg)	Medio en boro "asimilable"
Dap:	(1.48 g/cm ³)	Normal densidad aparente
Textura:		Franco-arenosa.

Con base en la interpretación anterior y considerando el cultivo de **JITOMATE de riego por goteo**, se tienen las siguientes consideraciones y recomendaciones:

pH. El terreno es ácido para el jitomate, ya que prefiere un pH entre 5.5 a 7.0. Es conveniente la adición de **1.5 t/ha de cal agrícola dolomítica**, para proporcionar calcio y magnesio, tanto al suelo como al cultivo, al mismo tiempo que eleva el pH. Esta dolomita deberá ser incorporada al terreno en el momento de preparación del mismo.

MATERIA ORGÁNICA (MO). El nivel de materia orgánica es muy baja, por lo que es necesario la adición de abonos orgánicos, teniendo como meta alcanzar el valor de 3.5% de materia orgánica en el suelo. Una alternativa lo constituyen **las compostas o los estiércoles maduros**, los cuales, además de aportar nutrimentos contribuyen a elevar los niveles de materia orgánica del suelo. Se recomienda la adición de **41 t/ha por año de composta o estiércol maduro, por lo menos durante 5 años**. Este abono aportará 246 kg de nitrógeno aprovechable, el cual deberá restarse a lo que se recomienda en la fórmula de fertilización. Asimismo solucionará las deficiencias de micronutrimentos.

MANEJO DE MACRONUTRIMENTOS. Se considera que: a1) existe un abastecimiento bajo de nitrógeno y azufre, por el contenido bajo de materia orgánica; 2) se tiene una disponibilidad muy alta de fósforo; 3) el nivel de potasio, calcio y magnesio son bajos; 4) el suelo es textura media; 5) no se aplica abono orgánico; 6) se da un buen manejo del fertilizante aplicado para una mejor eficiencia del mismo y para coadyuvar en el control de las plagas y/o enfermedades del jitomate; 7) un **potencial de producción relativamente alto (más de 80 t/ha)**. Con estas consideraciones se deriva la siguiente:

FÓRMULA DE FERTILIZACIÓN: 337-00-673

Significa que se deberá agregar al suelo: 337 kg de nitrógeno (N)/ha; 0 kg de fósforo (P₂O₅)/ha y 673 kg de potasio (K₂O)/ha.

Aplicación con el fertirriego:

El fertilizante podrá ser aplicado con el riego, distribuyendo el fertilizante en función del crecimiento del cultivo. A continuación se presenta una alternativa de las fuentes a utilizar de fertilizantes.

N: 874 kg de NITRATO DE AMONIO O FOSFONITRATO/ha

K: 510 kg de NITRATO DE POTASIO/ha + 897 kg de SULFATO DE POTASIO/ha

MANEJO DE MICRONUTRIMENTOS. La fertilización al cultivo con zinc, cobre y boro es necesaria. Cuando el fertilizante se adiciona **al suelo con el fertirriego**, se debe **agregar 15 kg de sulfato de zinc/ha (o 1.5 kg/ha de Zn-DTPA), 5 kg de sulfato de cobre/ha, 5 kg de ácido bórico/ha.** Otra alternativa es la fertilización foliar. **Se puede construir un fertilizante foliar en casa de la siguiente manera: en 99 litros de agua, se deberá agregar 400 g de sulfato de zinc, más 50 g de ácido bórico, más 100 g de ácido bórico, más 200 g de urea, más surfactante y adherente, más ácidos fúlvicos.** Este fertilizante puede ser aplicado de manera preventiva o una vez que se presenten amarillamientos en las hojas jóvenes del jitomate, repitiendo la operación cada 10 días. La fertilización foliar deberá ser aplicada por las mañanas.

MUESTRA: 4

pH:	(8.31)	Terreno alcalino
MO:	(2.69 %)	Moderadamente rico en materia orgánica
Ni:	(29.7 mg/kg)	Medio en nitrógeno inorgánico
P:	(1.47 mg/kg)	Muy bajo en fósforo "asimilable"
K:	(268 mg/kg)	Medio en potasio "aprovechable"
Ca:	(7,991 mg/kg)	Alto en calcio "aprovechable"
Mg:	(154 mg/kg)	Moderadamente bajo en magnesio "aprovechable"
Fe:	(11.52 mg/kg)	Medio en hierro "asimilable"
Cu:	(1.29 mg/kg)	Moderadamente alto en cobre "asimilable"
Zn:	(0.72 mg/kg)	Moderadamente bajo en zinc "asimilable"
Mn:	(4.05 mg/kg)	Bajo en manganeso "asimilable"
B:	(0.67 mg/kg)	Bajo en boro "asimilable"
Dap:	(1.44 g/cm ³)	Alta densidad aparente
Textura:		Arcillo-limosa.

Con base en la interpretación anterior y considerando el cultivo de **FLOR DE ZEMPASUCHITL**, se tienen las siguientes consideraciones y recomendaciones:

pH. El terreno es alcalino. Es conveniente la adición de **2.2 t/ha de azufre agrícola**, para incrementar la disponibilidad de fósforo y micronutrientes. Este azufre deberá ser incorporado al terreno en el momento de preparación del mismo.

MATERIA ORGÁNICA (MO). El nivel de materia orgánica es ligeramente alto, por lo que es conveniente la adición de abonos orgánicos, teniendo como meta alcanzar el valor de 3.5% de materia orgánica en el suelo. Una alternativa lo constituyen **las compostas o los estiércoles maduros**, los cuales, además de aportar nutrientes contribuyen a elevar los niveles de materia orgánica del suelo. Se recomienda la adición de **20 t/ha por año de composta o estiércol maduro, por lo menos durante 3 años**. Este abono aportará 120 kg de nitrógeno aprovechable, el cual deberá restarse a lo que se recomienda en la fórmula de fertilización. Asimismo solucionará las deficiencias de micronutrientes.

MANEJO DE MACRONUTRIENTES. Se considera que: 1) existe un abastecimiento ligeramente alto de nitrógeno y azufre, por el contenido ligeramente alto de materia orgánica; 2) se tiene una disponibilidad muy baja de fósforo; 3) el nivel de magnesio es bajo; 4) el suelo es textura fina; 5) no se aplica abono orgánico; 6) se da un buen manejo del fertilizante aplicado para una mejor eficiencia del mismo y para coadyuvar en el control de las plagas y/o enfermedades de la flor. Con estas consideraciones se deriva la siguiente:

FÓRMULA DE FERTILIZACIÓN: 120-215-75-30 (Mg)

Significa que se deberá agregar al suelo: 120 kg de nitrógeno (N)/ha; 215 kg de fósforo (P_2O_5)/ha, 75 kg de potasio (K_2O)/ha y 30 kg de magnesio (Mg)/ha.

Época de aplicación. Con el propósito de incrementar la eficiencia del **fertilizante nitrogenado**, es necesario **que se subdivida** su aplicación en cuando menos dos fracciones. Una parte se adicionará a la siembra con el fertilizante fosfórico, el resto se adicionará con las labores culturales para tapar el fertilizante. El **fertilizante fosfórico, potásico y de magnesio se aplicará en una sola ocasión**, junto con la primera fracción del fertilizante nitrogenado.

Fuentes.

1ª aplicación: 467 kg de fosfato diamónico/ha + 150 kg de sulfato de potasio + 300 kg de sulfato de magnesio (sal epton)

2ª aplicación: 116 kg de nitrato de amonio o fosfonitrato/ha

MANEJO DE MICRONUTRIENTES. La fertilización al cultivo con hierro, zinc, manganeso y boro es necesaria. Cuando el fertilizante se adiciona **al suelo**, se debe **agregar 20 kg de sulfato ferroso/ha, 35 kg de sulfato de zinc/ha, 40 kg de sulfato de manganeso/ha, 25 kg de ácido bórico/ha**. Otra alternativa es la fertilización foliar. **Se puede construir un fertilizante foliar en casa de la siguiente manera: en 99 litros de**

agua, se deberá agregar 300 g de sulfato de manganeso, más 300 g de ácido bórico, 200 g de sulfato de zinc, 100 g de sulfato ferroso, más 200 g de urea, más surfactante y adherente, más ácidos fúlvicos. Este fertilizante puede ser aplicado de manera preventiva o una vez que se presenten amarillamientos en las hojas jóvenes del jitomate, repitiendo la operación cada 10 días. La fertilización foliar deberá ser aplicada por las mañanas.

Nota. La interpretación y recomendación realizadas, se hacen con base en el reporte del análisis del Laboratorio Central Universitario, del Departamento de Suelos de La Universidad Autónoma Chapingo. La muestra analizada se consideran representativa del terreno al cual se van aplicar las recomendaciones.

Francisco Rodríguez Neave, Área de Fertilidad, Dpto. de Suelos
Tel (595) 952-15-00 ext. 6148 o 6101
Correo electrónico: neavef@yahoo.com.mx

- Fuente de abastecimiento. El agua proviene de la presa de almacenamiento “Juan Catalán Berbera”.
- Cultivos viables. Los cultivos principales (actuales y propuestos) con la tecnificación del riego son: maíz elotero, calabacita, frijol ejotero, cempazuchitl, y margarita. Las características agronómicas y fisiológicas se especifican en el cálculo de los requerimientos de riego.
- Tipo de sistema de riego. Tomando como referencia la información básica, la disponibilidad de recursos por parte de las Instituciones financiadoras del proyecto, y sobre todo considerando la petición de los usuarios del presente proyecto, se seleccionó el sistema de riego de baja presión (entubamiento de la red de conducción y de distribución), para aplicar el agua en la parcela con la tubería de compuertas de PVC o bien directamente a la parcela a partir del hidrante.

➤ *Clima*

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante el método de Penman-Monteith, se necesita de los promedios mensuales de las siguientes variables climatológicas: Temperatura mínima y máxima, humedad relativa, horas luz (insolación) y velocidad del viento. Las estaciones meteorológicas tradicionales Tixtla, Tixtla y Tixtla (SMN), Tixtla operadas por el Servicio Meteorológico Nacional y localizadas dentro de la zona del proyecto, cuentan con datos de la precipitación total, temperatura mínima y máxima promedio mensual (Cuadro 1.2). A pesar de que las estaciones antes mencionadas no cuentan con sensores de radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento, fue necesario suplementar dichos registros con datos climatológicos promedios mensuales de las variables faltantes, disponibles en la base de datos del IWMI Atlas de Clima y Agua (2005). A continuación se especifican las fuentes de datos de cada una de las

variables climatológicas utilizadas para el cálculo de la evapotranspiración de referencia y del requerimiento de riego:

- Promedios mensuales de temperatura máxima y mínima se calcularon de datos diarios disponibles para los años 1960 a 2003 de las estaciones tradicionales Tixtla, Tixtla y Tixtla (SMN), Tixtla registrados en la base de datos ERICIII (2006).
- Promedios mensuales de radiación solar (horas luz), humedad relativa y velocidad del viento se calcularon basado en los datos normales mensuales, correspondientes a los años 1961 a 1990 y interpolados del IWMI Atlas de Clima y Agua (2005) para coordenadas correspondientes al centro de la zona de riego
- Adicionalmente, para determinar el requerimiento de riego, se requiere de datos de precipitación efectiva. Por tal fin, se utilizaron los datos promedios de la precipitación total mensual para los años 1960 a 2003, Tixtla, Tixtla y Tixtla (SMN), Tixtla registrados en las estaciones tradicionales, registrados en la base de datos ERICIII (2006), y se aplicó el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de America (USSCS) para estimar la precipitación efectiva.

Cuadro 1.2 Datos climatológicos utilizadas en el cálculo de los requerimientos de riego para Tixtla, Guerrero.

Nombre de la Estación	Municipio	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altura msnm	Clave SMN	Tipo	Variables climatológicas utilizadas	Periodo de datos utilizados
Tixtla.	Tixtla	17° 33'	99° 27'	1400	12125	Tradicional	Tmin, Tmax Precipitación	1960-2003
Tixtla (SMN)	Tixtla	17° 33'	99° 18'	1445	12087	Tradicional	Tmin, Tmax Precipitación	1960-2003

De acuerdo con la clasificación climática propuesta por Köppen (1948) y modificada por García (1987), el clima es A(C)w₀(w)ig: semicalido subhúmedo con lluvias en verano; con una temperatura media anual menor de 22 °C y con poca oscilación en las temperaturas medias mensuales; la temperatura sigue una marcha tipo Ganges con el mes más caliente del año en mayo. El porcentaje de precipitación invernal es menor de los 5 % de la precipitación total anual.

En el Cuadro 1.3 se presentan los datos medios mensuales y anuales de la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, insolación, precipitación y la evapotranspiración de referencia

resultante, datos usados para calcular el requerimiento de riego para la zona agrícola de Tixtla, Guerrero.

- Temperatura

La temperatura media anual es de 26.1 °C, correspondiendo a su clasificación dentro de la zona térmica calida subhúmeda. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es moderada con 5.6 °C de variación anual (Lámina 1.1). Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre a marzo con la temperatura mínima mensual de 14.9 °C en febrero. Las temperaturas mayores se presentan de abril a junio, los meses de secos en la época antes de que se presenten las lluvias más intensas de verano, con la temperatura máxima de 36.7 °C en mayo. Cuadro 1.3

Cuadro 1.3 Datos climatológicos y Evapotranspiración de referencia (ET_o) usados en el cálculo de los requerimientos de riego para Tixtla, Guerrero.

Mes	Temp. Min Prom.	Temp. Máx Prom.	Temp. Med.	Hum. Rel. Prom.	Vel. Viento Prom.	Insolación Prom.	ET _o total	Precip. total	Precip. Efect.	ET _o total	Precip. total	Precip. Efect.
	°C	°C	°C	%	km/día	hr/día	mm/d	mm/d	mm/d	mm/mes	mm/mes	mm/mes
Ene	27.9	11.1	19.5	74	1.8	6.9	3.36	0.43	0.42	104.1	13.3	13.0
Feb	29.1	11.6	20.3	72	2.2	7.5	4.19	0.14	0.14	117.4	3.8	3.8
Mar	30.9	13.0	21.9	69	2.3	7.5	4.95	0.09	0.09	153.4	2.9	2.9
Abr	32.4	14.1	23.3	68	2.0	6.4	5.07	0.40	0.39	152.0	11.9	11.7
May	31.8	15.1	23.4	72	1.9	5.7	4.77	1.71	1.56	148.0	52.9	48.4
Jun	29.3	15.3	22.3	81	1.9	4.9	4.07	5.83	4.20	122.1	174.8	125.9
Jul	28.0	15.0	21.5	83	1.8	5.2	3.87	6.90	4.54	119.9	213.9	140.7
Ago	27.9	15.0	21.5	83	1.8	5.5	3.81	6.04	4.23	118.1	187.3	131.2
Sep	27.6	14.9	21.3	86	1.7	4.4	3.29	6.20	4.35	98.7	185.9	130.6
Oct	28.2	14.4	21.3	81	1.8	5.6	3.41	2.56	2.23	105.7	79.3	69.2
Nov	28.3	13.0	20.6	77	1.7	6.6	3.29	0.55	0.53	98.8	16.4	16.0
Dic	27.8	11.8	19.8	75	1.5	6.5	3.00	0.26	0.26	92.9	8.1	8.0
Prom.	29.1	13.7	21.4	77	1.9	6.0	3.92	2.59	1.91	119.3	79.21	58.5
Tot/año									0.42	1431.2	950.5	701.4

- Humedad relativa

La humedad relativa promedio mensual es arriba de los 65% durante todo el año. La humedad relativa más baja se presenta entre marzo y mayo en la época antes de las lluvias más intensas de verano. Las mínimas anuales se presentan en el mes de abril con 67 % de humedad relativa, mientras que la humedad relativa máxima se presenta entre julio y diciembre, durante la época más lluviosa. El valor más alto se registra en el mes de septiembre con 79 % de humedad relativa (Lámina 1.2).

Lámina 1.1 Temperaturas extremas promedias mensuales en Tixtla, Guerrero. Datos basados en promedios de temperaturas registradas en la estación de Tixtla, Gro.

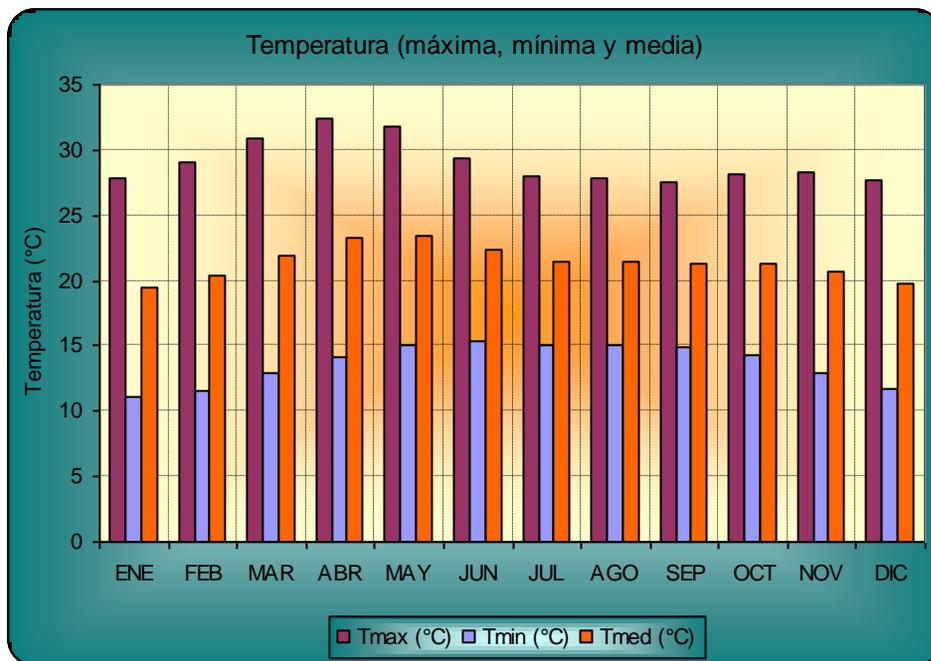
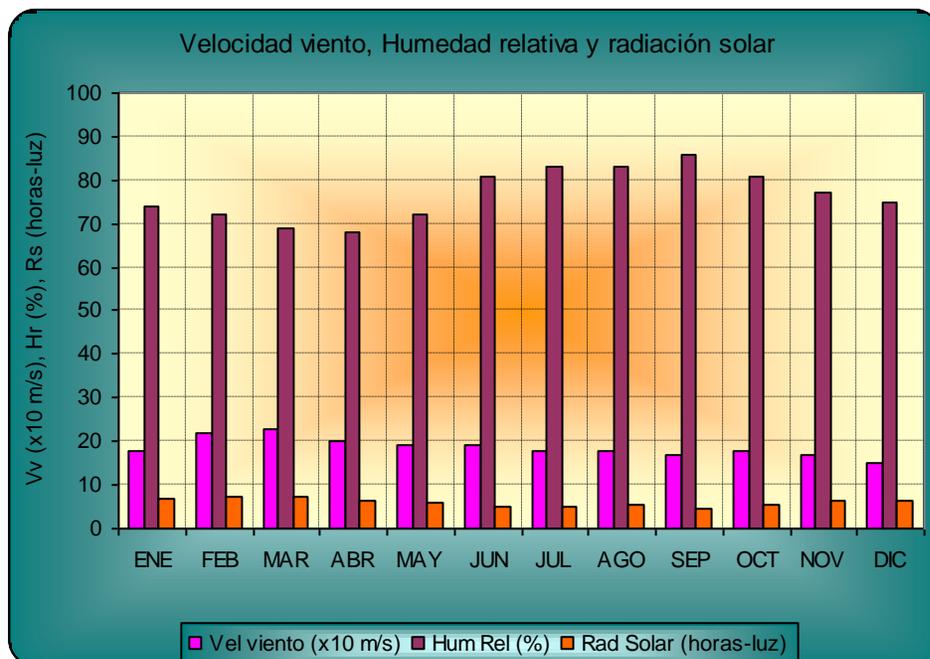


Lámina 1.2 Humedad relativa promedio mensual, velocidad del viento y radiación solar en Tixtla, Guerrero. Datos basados en interpolación de las mapas presentadas en el Atlas del Agua de la República Mexicana.



- **Velocidad del Viento**

La velocidad del viento promedio mensual es de 1.9 m/s, indicando condiciones de vientos moderados. La velocidad del viento más baja se presenta entre septiembre y diciembre (con promedios de 1.8 m/s) a fines y después de la época de las lluvias más intensas de verano, mientras que la velocidad del viento máxima se presenta entre febrero y abril antes de la época húmeda. El valor más alto se registra en el mes de marzo con 2.3 m/s (Lámina 1.2).

- **Radiación Solar (Insolación)**

Durante todo el año, se presentan valores moderadas de insolación, con una media anual de 6.0 horas/día y moderada oscilación anual. La máxima insolación mensual se registra en los meses de febrero y marzo (7.5 horas luz/día, Lámina 1.2), debido a la baja nubosidad, la cual también propicia incrementos notables en la temperatura (Lámina 1.1). En verano es más alta la insolación incidente, pero el incremento en la nubosidad y las precipitaciones durante la época húmeda de mayo a octubre atenúan la insolación. La insolación mínima se presenta en el mes de septiembre con 4.4 horas luz/día, debido a la nubosidad y a las precipitaciones más altas.

- **Precipitación pluvial y Evapotranspiración de referencia**

La precipitación total anual en el área de la zona de riego de Tixtla es de 951 mm, valor típico de la zona semicalida subhúmeda. Las lluvias más fuertes se concentran en la época húmeda de mayo a octubre con un total de 894 mm, representando el 94 % del total anual (Lámina 1.3). La evapotranspiración de referencia total anual es de 1431 mm, presentándose los valores mayores

en el mes de abril con 5.07 mm/día, y la evapotranspiración más baja en el mes de diciembre con 3.00 mm/día (Lámina 1.3).

Lámina 1.3 Precipitación media mensual (total y efectiva) y evapotranspiración de referencia total mensual en Tixtla, Guerrero. Calculo de ETo y precipitación efectiva basado en los datos climatológicos registrados en la estación de Tixtla, Guerrero.

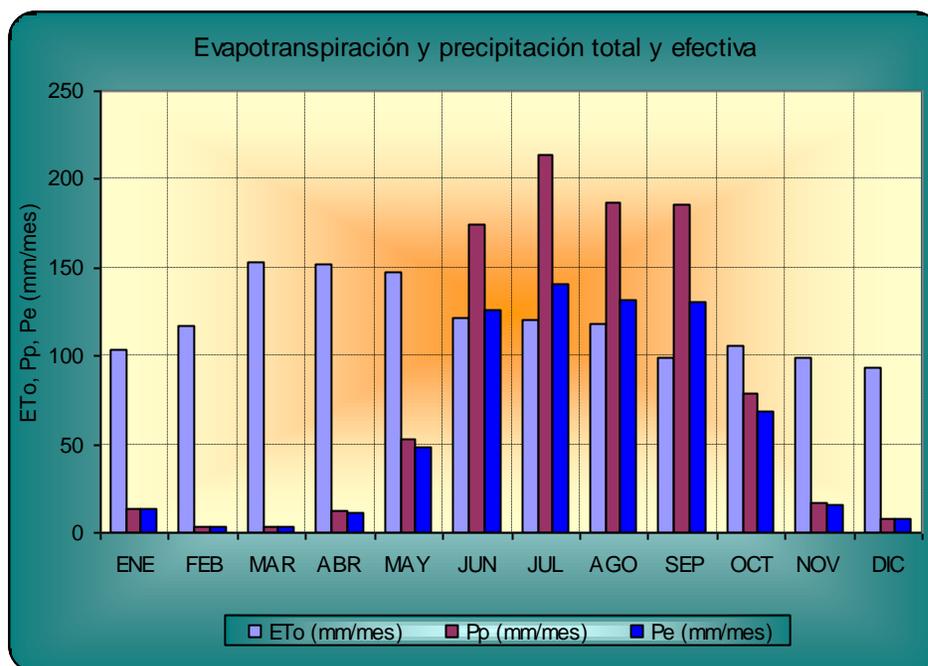
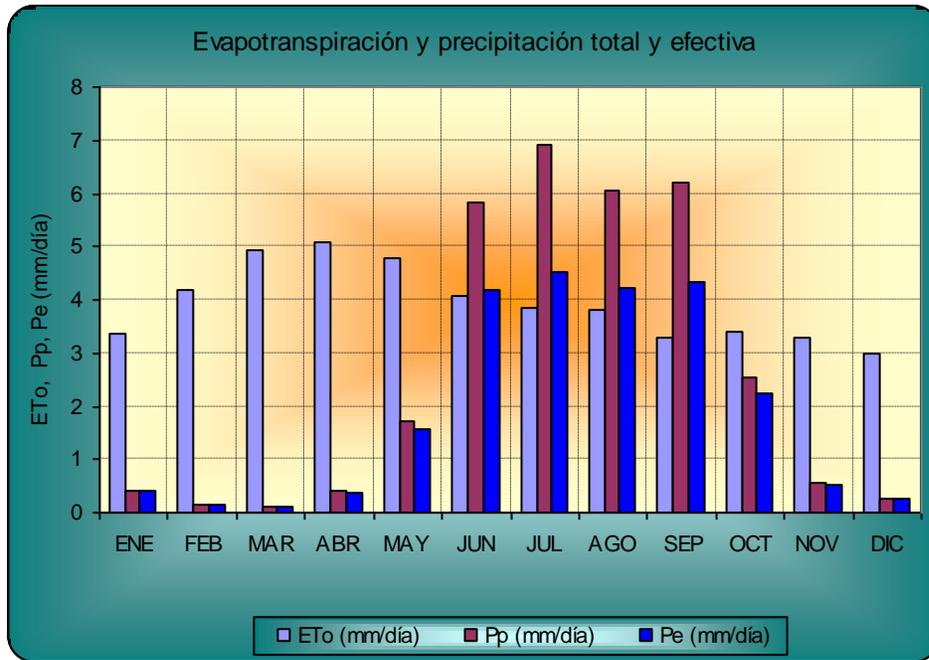


Lámina 1.4 Precipitación media diaria (total y efectiva) y evapotranspiración de referencia total diaria en Tixtla, Guerrero. Calculo de ETo y precipitación efectiva basada en los datos climatológicos registrados en la estación de Tixtla, Guerrero.



2. REQUERIMIENTOS DE RIEGO Y CAPACIDAD DEL SISTEMA

Para calcular el requerimiento de riego de los cultivos se utilizó el programa de cómputo CROPWAT4W, versión 4.3 de la FAO (1998a). El programa aplica la fórmula de Penman-Monteith para determinar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), y el método del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-SCS) para obtener la precipitación pluvial efectiva (FAO, 1998b). Para alimentar el programa CROPWAT4W, se utilizaron datos de las máximas y mínimas mensuales de temperatura del aire y de las medias mensuales de humedad relativa, radiación solar y velocidad de viento.

Los valores de los coeficientes de cultivo K_c se tomaron de los datos publicados por la FAO (1998). Información sobre la duración del ciclo de cada cultivo, así como fechas de siembra y cosecha, fue proporcionada por los usuarios de agua de Tixtla, Guerrero.

Los Cuadros 2.1 a 2.8 muestran para cada uno de los cultivos considerados, las fechas de siembra y cosecha, duración del ciclo y de cada etapa de desarrollo, y los coeficientes K_c asociados.

Cuadro 2.1 Coeficientes de cultivo K_c (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para el Maíz elotero temprano (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 25 de abril).

CULTIVO	Duración/ K _c	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Maíz elotero temprano	duración	20	30	40	10	100
	K _c	0.30	>>>	1.15	1.05	

Cuadro 2.2 Coeficientes de cultivo K_c (FAO, 1998), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para maíz elotero tardío (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 3 de julio).

CULTIVO	Duración/ K _c	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Maíz elotero tardío	duración	20	30	35	10	95
	K _c	0.30	>>>	1.15	1.05	

Cuadro 2.3 Coeficientes de cultivo K_c (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para calabacita temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 31 de marzo).

CULTIVO	Duración / Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Calabacita temprana	duración	20	25	20	10	75
	Kc	0.50	>>>	0.95	0.75	

Cuadro 2.4 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para calabacita tardía (primavera/verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 7 de junio).

CULTIVO	Duración/ Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Calabacita tardía	duración	20	25	20	10	75
	Kc	0.50	>>>	0.95	0.75	

Cuadro 2.5 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para frijol ejotero temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 15 de abril).

CULTIVO	Duración / Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Frijol ejotero temprano	duración	20	30	30	10	90
	Kc	0.50	>>>	1.05	0.90	

Cuadro 2.6 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para frijol ejotero tardío (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 30 de marzo; fecha de cosecha: 28 de junio).

CULTIVO	Duración / Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Frijol ejotero tardío	duración	20	30	30	10	90
	Kc	0.50	>>>	1.05	0.90	

Cuadro 2.7 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998b), fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para Cempazuchitl (Primavera/Verano), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 10 de agosto; fecha de cosecha: 29 de octubre).

CULTIVO	Duración/ Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Cempazuchitl	duración	15	20	30	15	80
	Kc	0.35	>>>	1.10	0.35	

Cuadro 2.8 Coeficientes de cultivo Kc (FAO, 1998a),, fechas de siembra y cosecha y etapas de desarrollo para margarita (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro. (fecha de siembra: 15 de enero; fecha de cosecha: 15 de abril).

CULTIVO	Duración/ Kc	ETAPA				
		INICIAL	DESARROLL O	MEDIO	FINAL	TOTAL
Margarita	duración	20	20	30	20	90
	Kc	0.35	>>>	1.10	0.35	

2.1 Evapotranspiración real y precipitación efectiva

Para calcular las demandas de agua de los cultivos para riegos en intervalos diarios, los valores diarios de la precipitación total efectiva (Pe) se determinaron presumiendo una distribución lineal a cada fin de mes de los totales mensuales correspondientes de la precipitación pluvial (Pp). Los valores diarios de la ETo y ETr se calcularon en base de sus valores promedio mensuales, usando un ajuste a una curva polinomial. Los Cuadros 2.9 a 2.16 muestran los valores cada 10 días de ETo, Kc, ETr, Pp, Pe y de los requerimientos de riego para los cultivos más importantes sembrados en Tixtla, Guerrero, incluyendo los anuales de maíz elotero, calabacita, frijól ejotero, y las flores de cempazuchitl y margarita.

Cuadro 2.9 Requerimientos de riego para cultivo de maíz elotero siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
15-Ene	38.02	0.3	11.41	4.16	4.06	7.34
25-Ene	40.15	0.3	12.04	2.94	2.89	9.15
04-Feb	42.1	0.46	19.23	1.51	1.51	17.73
14-Feb	43.81	0.74	32.42	1.34	1.34	31.08
24-Feb	45.26	1.02	46.31	1.19	1.19	45.13
06-Mar	46.42	1.15	53.38	0.99	0.99	52.39
16-Mar	47.27	1.15	54.37	1.14	1.14	53.23
26-Mar	47.82	1.15	55	2.42	2.39	52.61
05-Abr	48.08	1.15	55.29	3.75	3.69	51.6
15-Abr	48.05	1.1	52.62	4.59	4.46	48.16
Total	446.98		392.07	24.03	23.66	368.42

Cuadro 2.10 Requerimientos de riego para cultivo de maíz elotero, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
30-Mar	47.96	0.3	14.39	3.01	2.97	11.42
09-Abr	48.1	0.3	14.43	3.95	3.89	10.54
19-Abr	47.96	0.46	21.86	6.21	5.91	15.95
29-Abr	47.58	0.74	35.16	12.06	11.14	24.02

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
09-May	46.98	1.02	48.02	16.77	15.35	32.67
19-May	46.18	1.15	53.11	23.81	19.93	33.19
29-May	45.23	1.15	52.02	43.28	32.38	19.63
08-Jun	44.16	1.15	50.78	57.68	41.59	9.19
18-Jun	43	1.13	48.81	59.7	42.42	6.39
28-Jun	21.05	1.07	22.52	31.64	21.78	0.74
Total	438.2		361.1	258.11	197.36	163.74

Cuadro 2.11 Requerimientos de riego para cultivo de calabacita siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
15-Ene	38.02	0.5	19.01	4.16	4.06	14.94
25-Ene	40.15	0.5	20.07	2.94	2.89	17.18
04-Feb	42.1	0.6	25.24	1.51	1.51	23.74
14-Feb	43.81	0.78	34.15	1.34	1.34	32.81
24-Feb	45.26	0.93	42.19	1.19	1.19	41.01
06-Mar	46.42	0.95	44.1	0.99	0.99	43.11
16-Mar	47.27	0.92	43.49	1.14	1.14	42.35
26-Mar	23.86	0.79	18.85	1.02	1.01	17.84
Total	326.89		247.1	14.29	14.13	232.98

Cuadro 2.12 Requerimientos de riego para cultivo de calabacita, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
30-Mar	47.96	0.5	23.98	3.01	2.97	21.01
09-Abr	48.1	0.5	24.05	3.95	3.89	20.16
19-Abr	47.96	0.6	28.73	6.21	5.91	22.82
29-Abr	47.58	0.78	37.06	12.06	11.14	25.92
09-May	46.98	0.93	43.78	16.77	15.35	28.43
19-May	46.18	0.95	43.87	23.81	19.93	23.95
29-May	45.23	0.92	41.62	43.28	32.38	9.24
08-Jun	22.22	0.79	17.56	28.54	20.61	0
Total	352.21		260.65	137.63	112.18	151.53

Cuadro 2.13 Requerimientos de riego para cultivo frijól ejotero siembra temprana (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
15-Ene	38.02	0.5	19.01	4.16	4.06	14.94
25-Ene	40.15	0.5	20.07	2.94	2.89	17.18
04-Feb	42.1	0.6	25.32	1.51	1.51	23.81
14-Feb	43.81	0.78	34.38	1.34	1.34	33.04
24-Feb	45.26	0.97	43.81	1.19	1.19	42.63
06-Mar	46.42	1.05	48.74	0.99	0.99	47.75
16-Mar	47.27	1.05	49.64	1.14	1.14	48.5
26-Mar	47.82	1.05	50.22	2.42	2.39	47.83
05-Abr	48.08	0.97	46.51	3.75	3.69	42.83
Total	398.93		337.7	19.44	19.2	318.51

Cuadro 2.14 Requerimientos de riego para frijól ejotero, siembra tardía (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 30 de marzo.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
30-Mar	47.96	0.5	23.98	3.01	2.97	21.01
09-Abr	48.1	0.5	24.05	3.95	3.89	20.16
19-Abr	47.96	0.6	28.81	6.21	5.91	22.91
29-Abr	47.58	0.78	37.3	12.06	11.14	26.17
09-May	46.98	0.97	45.44	16.77	15.35	30.09
19-May	46.18	1.05	48.49	23.81	19.93	28.57
29-May	45.23	1.05	47.49	43.28	32.38	15.11
08-Jun	44.16	1.05	46.37	57.68	41.59	4.78
18-Jun	43	0.97	41.62	59.7	42.42	0
Total	417.15		343.55	226.47	175.58	168.8

Cuadro 2.15 Requerimientos de riego para cultivo de cempazuchitl (Primavera/Verano), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 10 de agosto

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
10-Ago	36.68	0.35	12.84	60.46	42.34	0
20-Ago	35.66	0.41	14.47	60.74	42.57	0
30-Ago	34.75	0.74	25.82	61.48	43.15	0
09-Sep	33.96	1.06	36.07	61.96	43.53	0
19-Sep	33.29	1.1	36.62	55.73	39.9	0
29-Sep	32.75	1.1	36.03	39.49	30.43	5.6
09-Oct	32.35	1.02	33.16	26.41	22.8	10.36

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
19-Oct	32.07	0.57	18.45	22.29	19.54	0
Total	271.51		213.46	388.56	284.26	15.96

Cuadro 2.16 Requerimientos de riego para cultivo margarita (Otoño/Invierno), Tixtla, Gro., regado cada 10 días con fecha de siembra 15 de enero.

Fecha	Eto (mm/10días)	Kc	Etr (mm/10días)	Pp (mm/10días)	Pe (mm/10días)	RR (mm/10días)
15-Ene	38.02	0.35	13.31	4.16	4.06	9.24
25-Ene	40.15	0.35	14.05	2.94	2.89	11.16
04-Feb	42.1	0.56	23.47	1.51	1.51	21.97
14-Feb	43.81	0.93	40.85	1.34	1.34	39.51
24-Feb	45.26	1.1	49.79	1.19	1.19	48.6
06-Mar	46.42	1.1	51.06	0.99	0.99	50.07
16-Mar	47.27	1.1	52	1.14	1.14	50.86
26-Mar	47.82	0.89	42.73	2.42	2.39	40.35
05-Abr	48.08	0.52	24.94	3.75	3.69	21.25
Total	398.93		312.2	19.44	19.2	293.01

El valor máximo del requerimiento de riego para los cultivos cíclicos es **de 5.32 mm/día** en maíz elotero, durante el mes de marzo.

2.2 Capacidad del sistema de riego

Con base en el requerimiento de riego máximo de 5.32 mm/día, con una eficiencia de aplicación del 60 %, de conducción del 98 %, considerando la aplicación del riego durante las 24 horas del día y todos los días del ciclo del cultivo; se determinó la capacidad (gasto) de riego requerida por la comunidad de Tixtla, para una superficie de riego de 280.3 ha, resultando un gasto necesario de 289.95 l/s, sin embargo, por cuestiones de manejo del gasto modular de 30 l/s, se ajustó a un gasto total de 300 l/s, para tener 10 hidrantes abiertos al mismo tiempo.

$A_T = 280.3$ ha
 $E_a = 65 \%$, $E_c = 98 \%$
 $E_g = 63.7 \%$
 $RR_d = 5.32$ mm/día
 $HPD = 24$ horas
 $k = 277.8$

$$Q_s = k \frac{RR_d * A_T}{E_g * HPD} = 270 \text{ l/s}$$

El gasto así obtenido es suficiente para cumplir con los requerimientos de riego máximos que se presenten durante la temporada de máximo consumo de agua. Por cuestiones del gasto modular de 30 l/s, se selecciona una capacidad de 300 l/s para tener 10 frentes de riego de manera simultánea.

Es importante promover la mejora territorial de las parcelas a través de la nivelación de tierras, así como la capacitación en el manejo del agua a nivel de parcela, lo anterior es con la finalidad de garantizar que la eficiencia de aplicación del riego por gravedad que se está proponiendo del 65 % sea fácilmente alcanzada por la mayoría de los usuarios de riego.

2.3 Lámina de riego

La lámina de riego neta (L_n) se obtuvo con la ecuación siguiente, utilizando los parámetros de almacenamiento y de retención de humedad del suelo, considerando que es el riego de germinación para una profundidad de mojado de 80 cm, y una humedad aprovechable de 0.125 (cm^3/cm^3) para un promedio de dos texturas del suelo: franco arenosa y franco limosa.

Franco arenosa:

$$\theta_{cc} : 0.20 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

$$\theta_{pmp} : 0.10 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Franco limosa :

$$\theta_{cc} : 0.30 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

$$\theta_{pmp} : 0.15 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

$$L_n = Pr (\theta_{cc} - \theta_{pmp})$$

$$L_n = 80 \text{ cm} (0.25 - 0.125)$$

$$L_n = 10 \text{ cm}$$

La lámina bruta (L_b) para una eficiencia global (E_g) del 63.7 % es igual a:

$$L_b = L_n / E_g = 10 \text{ cm} / 0.637 = 15.7 \text{ cm}.$$

El intervalo de riego crítico (IR_c) se obtiene para la lámina de riego fácilmente aprovechable (10 cm * 0.85 = 8.5 cm), para $f = 0.85$. Se obtiene un IR_c de 16 días, para un requerimiento de riego diario máximo de 5.32 mm/día.

Con la eficiencia global de 63.7 %, y para aplicar una lámina de riego neta de 10 cm se requiere una lámina bruta de 15.7 cm en la parcela. Así, de esta manera el tiempo para regar una superficie de 280.3 ha aplicando una lámina bruta de 16 cm, considerando un gasto total de 300 l/s, se requiere un tiempo de operación de 16.9 días, regando las 24 horas del día, alcanzando a cubrir el 95 % de la superficie total dentro del intervalo de riego crítico, ya que difícilmente se cultivan al mismo tiempo el 100 % de la superficie; aunado a lo anterior se prevé que en el corto ó mediano plazo se tengan sistemas de riego presurizado. Con un gasto modular de 30 l/s, el tiempo total requerido para regar 1 ha con la lámina de riego bruta de 15.7 cm, es de 14.5 horas.

3. DISEÑO AGRONÓMICO

3.1 Ubicación de los hidrantes

La ubicación de los hidrantes en cada una de las parcelas se realizó considerando los puntos más altos de las mismas, dejando al menos un hidrante por parcela. Para parcelas con una superficie mayor de 2 ha se dejó un hidrante más, aumentando el número de hidrantes en función de la superficie por parcela.

3.2 Dirección del riego

La dirección de riego ya está definido para la mayoría de las parcelas, información obtenida del levantamiento topográfico. En el plano general se indica la dirección del riego.

En futuros trabajos parcelarios de nivelación de tierras es importante que la misma dirección del riego se conserve, con la finalidad de facilitar la aplicación del riego con la ubicación del hidrante que se está proponiendo.

3.3 Selección del gasto unitario y tiempos de riego

El gasto de riego modular seleccionado de 30 l/s, seleccionado en este caso específico con base en el tamaño promedio de las parcelas que es de 0.62 ha, lo cual permite cubrir un riego en un tiempo aproximado de 9 horas. El gasto total disponible es de 300 l/s, lo que permite regar 10 parcelas de manera simultánea.

4. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE CONDUCCIÓN

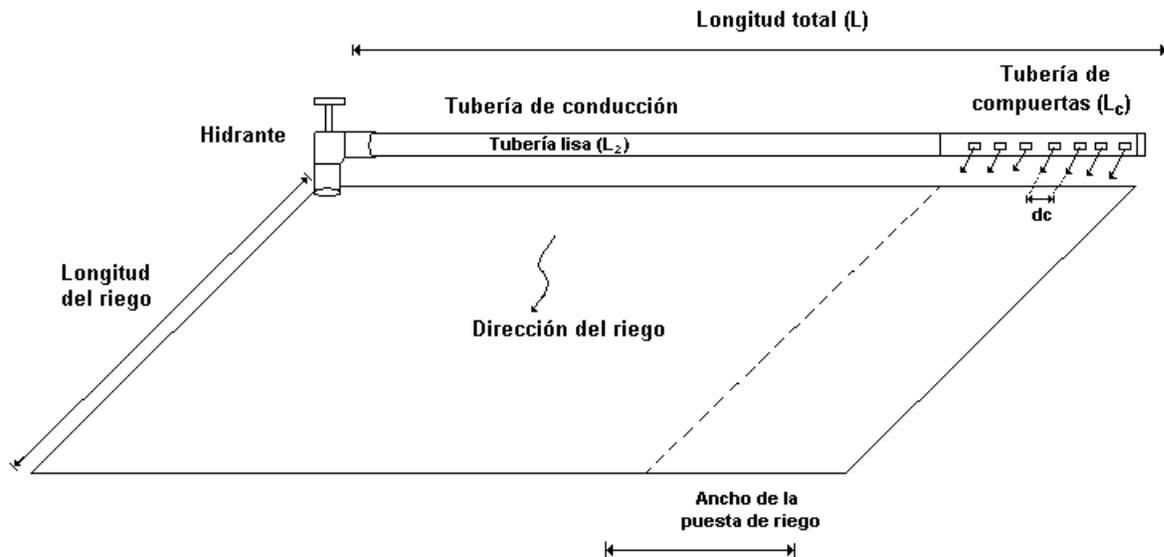
4.1 Trazo de la red

La ubicación y número de hidrantes se determinó utilizando el plano de curvas de nivel, se colocó un hidrante por parcela, localizado en el punto más alto de la misma. En total 387 hidrantes de 160 mm (6 pulgadas) de diámetro nominal. En aquellas parcelas menores 0.15 ha se colocó un solo hidrante compartido para dos o tres parcelas de tamaño similar; en los demás casos se optó a petición de la directiva de la Unidad de Riego dejar un hidrante por parcela, con la finalidad de facilitar el riego entre los usuarios y reducir problemas entre los mismos por compartir el mismo hidrante.

El trazo de la red contempla una línea principal que sale de la obra de toma, con un trazo paralelo a la línea de agua potable de la escuela normal de Ayotzinapa y pasa la margen derecha de la derivadora actual para posteriormente dividirse en dos líneas de tubería; margen derecha y margen izquierda.

4.2 Presión requerida en el hidrante

Se requiere determinar la presión requerida en el hidrante de acuerdo con el siguiente esquema:



Se utiliza la siguiente expresión:

La presión requerida en el hidrante (h_e) para que opere el sistema de tubería con compuertas bajo la condición más desfavorable, se determina con la siguiente expresión:

$$h_e = \frac{D}{2} + h + \frac{3}{4}hf_{sm} + hf_2 + \Delta H$$

donde h_e es la presión o carga requerida en el hidrante, en metros; D es el diámetro de la tubería, en metros, h es la carga media sobre la compuerta, expresada en metros; hf_{sm} es la pérdida de carga en la tubería de salidas múltiples (tubería con compuertas en operación), hf_2 es la pérdida de carga en la tubería de conducción, en metros; y ΔH es el desnivel del terreno en el sentido de la colocación de la tubería con compuertas expresada en metros, positiva si sube y negativa si baja. Cuando la pendiente sea negativa y resulte $h_e \leq (D+0.10)$, entonces debe tomarse como carga requerida en el hidrante un valor igual a $h_e = D + 0.10$. Una situación conservadora cuando se tiene desnivel a favor, consiste en tomar un valor de $\Delta H/2$ en lugar de ΔH .

el procedimiento es el siguiente:

- Longitud de la puesta o ancho de riego

Para este caso, la longitud de la puesta de riego, $L_c = 100$ metros

- Número de salidas por puesta de riego

Para 100 m con separación entre surcos de 1.0 m, resultan 100 surcos o salidas de la tubería con compuertas.

- Se propone un diámetro de tubería con compuertas de 6 pulgadas
- Factor de salidas múltiples

Para N igual a 200 salidas, se obtiene el factor de salidas múltiples (F_{sm}), mediante la ecuación siguiente:

$$F_{sm} = \frac{1}{2.852} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{0.852}}{6N^2}$$

$$F_{sm} = \frac{1}{2.852} + \frac{1}{2*100} + \frac{\sqrt{0.852}}{6*(100)^2} = 0.355$$

- Pérdida en tubería de salidas múltiples (h_{fsm})

Se presenta el cálculo para la parcela 20. Se obtiene la pérdida de carga, calculado como tubería lisa o de conducción, con la siguiente expresión:

para $L_c = 30$ m, $Q = 0.030$ m³/s, $C = 145$, y $D = 0.154$ m, se obtiene $h_f = 0.44$ metros.

$$h_f = \frac{10.62 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L}{D^{4.871}}$$

$$h_{fsm} = 0.353 * 0.44 \text{ m} = 0.155 \text{ metros.}$$

- Pérdida de carga por fricción del tramo de tubería de conducción

La longitud total de la $L_c = 100$ m, entonces la longitud correspondiente a tubería lisa $L_2 = 100$ m - 30 m = 70 metros.

Para $Q = 0.030$ m³/s, $C = 145$, y $D = 154$ mm, $L_2 = 70$ m., se obtiene una pérdida de carga por fricción de $h_{f2} = 0.85$ metros.

Finalmente:

- Presión requerida en el hidrante

Sustituyendo valores en la ecuación se obtiene:

$$h_e = \frac{0.154}{2} + 0.10 + \frac{3}{4}(0.155) + 0.85 + (\Delta h) = 1.1 \text{ m} + \Delta h$$

Δh es el desnivel existente entre el hidrante y la puesta de riego.

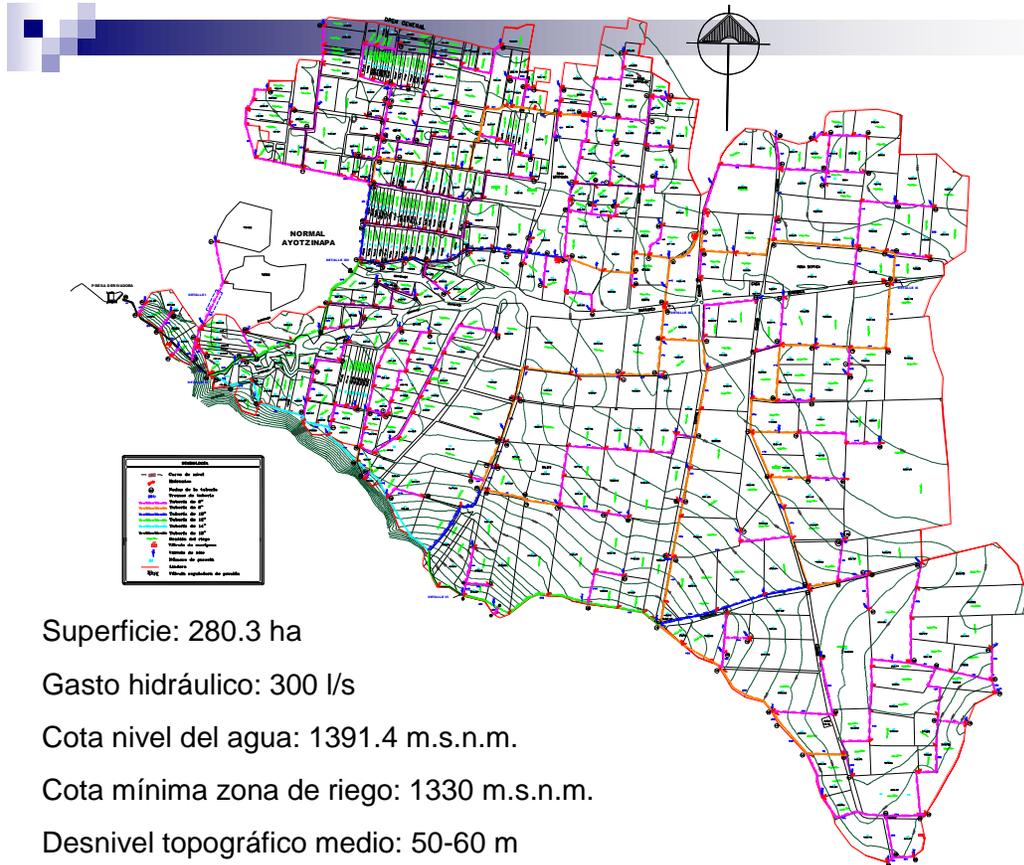
4.3 Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución

La red de conducción principal la consideramos en dos partes: la primera comprende del cadenamiento K 0 + 027 (ubicación de la obra de toma) al K 0 + 456 (hasta librar la infraestructura de la derivadora existente), en este tramo se conduce el agua con tubería de acero en diámetro de 18 pulgadas. La segunda parte de la conducción comprende desde este cadenamiento (K 0+456) hasta la zona de riego, conduciendo el agua de riego en tubería de PVC de 18 pulgadas.

En los planos se presenta el perfil de la conducción principal para la tubería de acero, la cual comprende de la obra de toma al sitio de la derivadora. El nivel piezométrico inicial, en la obra de toma, es el 1390.60 m. El gasto hidráulico a conducir es de 300 litros por segundo.

Del plano general del sitio del proyecto se tiene la ubicación de los hidrantes y el trazo de la red siguiendo en general los linderos de las parcelas.

El plano general presenta la información topográfica con curvas de nivel a cada 1.0 m, el parcelamiento, los puntos de entrega del agua de riego por parcela (hidrantes), la red de conducción principal e interparcelaria, y la ubicación de la fuente de abastecimiento.



Superficie: 280.3 ha
Gasto hidráulico: 300 l/s
Cota nivel del agua: 1391.4 m.s.n.m.
Cota mínima zona de riego: 1330 m.s.n.m.
Desnivel topográfico medio: 50-60 m

Con base en el levantamiento topográfico de la zona de riego, las parcelas están localizadas sobre la cota 1330 y 1350 m, por lo que el desnivel medio entre la obra de toma y las parcelas varía desde 60 a 40 m, situación que pone en riesgo a la red de tubería seleccionada de clase 5, por lo que se optó por considerar tubería clase 7 para aquellos tramos de la red que tuvieran una presión estática mayor de 50 m. La tubería seleccionada es de PVC, clase 5 para la parte alta de la zona de riego y clase 7 para la zona de riego topográficamente más baja, lo cual coincide con la mayor longitud de tubería de diámetro de 6 pulgadas. Después del tramo de 18 pulgadas, la red se bifurca en dos redes con diámetro de 14 (margen derecha) y 12 pulgadas (margen izquierda).

La capacidad de conducción de cada tramo se indica en el plano general. La determinación de los diámetros de la red de distribución interparcelaria y parcelaria se llevó a cabo con el software EPANET 2.0.

En el cuadro 4.1 se presentan los resultados de las simulaciones, en la que se indica el tramo, longitud, diámetro de la tubería, gasto, velocidad, pérdidas de carga, cota del terreno, piezométrica y rasante. Para los cálculos se utilizó coeficiente de Hazen Williams de 145, para tubería clase 5 (5 kg/cm²) y clase 7 (7 kg/cm²).

Cuadro 4.1 Datos hidráulicos de la red de la unidad de riego "Juan Catalán Berbera" de la comunidad de Tixtla Gro. Se indica el tramo, longitud, diámetro, gasto y velocidad.

Tramo	Velocidad	Gasto	Longitud	Diametro
3	1.03	30	61.334	192.7
4	2.03	300	163	433.9
5	1.61	30	3.682	154.25
6	1.61	30	152	154.25
7	2.03	300	77	433.9
8	1.22	35.64	5.502	192.7
9	1.61	30	127	154.25
10	1.47	27.45	204	154.25
11	1.47	27.45	77.5	154.25
12	1.61	30	159	154.25
13	2.06	60	181	192.7
14	2.06	60	96	192.7
15	1.61	30	100	154.25
16	1.03	30	135	192.7
17	1.03	30	241	192.7
19	1.61	30	8.55	154.25
20	2	91.37	70	241
22	1.03	30	182.199	192.7
23	2	91.37	44.5	241
24	2	91.37	52.6	241
25	1.61	30	8	154.25
26	1.61	30	68.436	154.25
27	1.61	30	69.222	154.25
28	1.61	30	365	154.25
29	1.03	30	238	192.7
30	1.61	30	227.5	154.25
31	1.61	30	101	154.25
32	1.61	30	53	154.25
33	0.89	16.62	70.697	154.25
34	1.61	30	148	154.25
35	1.61	30	108	154.25
36	1.61	30	66	154.25
37	1.61	30	51.579	154.25
38	1.61	30	43.062	154.25
39	1.5	41.42	108	192.7
50	1.61	30	292	154.25
52	1.61	30	130.178	154.25
56	1.61	30	49	154.25
57	1.61	30	7.8	154.25
62	2.06	60	16.27	192.7
63	1.46	66.38	49.624	241

64	1.61	30	85.709	154.25
65	1.46	66.38	55.524	241
66	1.61	30	41.713	154.25
67	1.61	30	28.369	154.25
68	1.96	180	129	342.3
70	1.37	62.55	113.071	241
71	1.65	75.09	6.46	241
72	1.65	75.09	97.242	241
75	1.61	30	47.376	154.25
76	1.03	30	96.7	192.7
77	1.61	30	71.694	192.7
78	1.03	30	97.087	192.7
81	2.03	300.02	148.4	433.9
82	1.61	30	73	154.25
83	2.06	60	130.85	192.7
88	1.61	30	6.786	154.25
89	1.61	30	114.925	154.25
96	1.61	30	81.561	154.25
97	1.96	180	96	342.3
102	1.61	30	127	154.25
105	2.06	60	116.531	192.7
106	2.06	60	39.661	192.7
108	1.61	30	126	154.25
113	1.96	180	131	342.3
114	1.61	30	104	154.25
117	0.5	14.44	117.207	192.7
118	0.5	14.44	101.958	192.7
121	1.61	30	245.5	154.25
126	1.61	30	11.086	154.25
135	1.4	67.77	10.245	303.45
141	1.3	20.49	96.38	192.7
142	1.3	37.86	5.103	192.7
143	1.3	37.86	107.392	192.7
147	1.61	30	303	154.25
148	1.61	30	38.469	154.25
149	1.61	30	12.255	154.25
150	1.22	35.64	122.986	192.7
151	2.03	300.01	77.23	433.9
154	1.37	40.08	71.878	192.7
155	1.36	39.55	13.431	192.7
156	1.61	30	588.5	154.25
157	1.23	56.12	244	241
158	1.71	123.77	180	303.45
159	1.71	123.88	277	303.45

160	1.71	123.88	212	303.45
161	2.06	60	204	192.7
162	1.97	90	185	241
163	1.61	30	151	154.25
164	0.9	26.24	188	192.7
165	1.61	30	233	154.25
166	0.9	26.24	160	192.7
167	0.9	26.24	185	192.7
168	0.84	24.36	273	192.7
169	1.61	30	248	154.25
170	1.97	90	241.22	241
171	2.06	60	324	192.7
172	2.06	60	136.32	192.7
174	0.8	23.35	84.004	192.7
175	1.03	30	162.88	192.7
176	1.03	30	156.791	192.7
177	1.61	30	259	154.25
178	1.1	20.49	560.6	154.25
179	1.8	33.65	346.5	154.25
180	1.96	180	70	342.3
181	1.96	180	62.9	342.3
182	1.96	180	63.2	342.3
183	0.99	18.58	319.918	154.25
184	0.79	14.74	182.037	154.25
185	1.61	30	159.464	154.25
186	1.61	30	89.195	154.25
193	1.61	30	282.048	154.25
194	1.41	26.35	454.046	154.25
195	1.61	30	176.4	154.25
196	1.22	35.64	348.653	192.7
197	2.07	150	45.09	303.45
198	1.61	30	87.793	154.25
199	2.07	150	258.893	303.45
200	1.61	30	135.684	154.25
201	1.61	30	223.542	154.25
202	1.61	30	63.579	154.25
203	1.61	30	4.989	154.25
204	1.61	30	93	154.25
205	1.61	30	57	154.25
206	2.07	150	156.694	303.45
207	2	91.37	61.4	241
208	2	91.37	126.395	241
209	1.61	30	118.734	154.25
210	2	91.37	141.015	241

211	1.61	30	7.811	154.25
212	1.61	30	213.255	154.25
213	2.06	150	59.793	304.8
214	1.61	30	318.338	154.25
215	2.01	58.63	52	192.7
216	1.61	30	521	154.25
218	1.96	180	90	342.3
219	1.61	30	117.6	154.25
220	2.03	300.02	56.432	433.9
221	1.47	27.45	133.57	154.25
222	1.61	30	195.8	154.25
223	1.96	180	125	342.3
224	1.12	32.55	317	192.7
225	1.61	30	9.364	154.25
226	1.61	30	178.27	154.25
227	1.12	32.55	185	192.7
228	1.12	32.55	105	192.7
229	1.61	30	73	154.25
231	1.25	36.35	75	192.7
233	1.96	180	67.8	342.3
234	1.61	30	63.7	154.25
235	2.01	58.63	67	192.7
236	1.61	30	200	154.25
237	1.61	30	374	154.25
238	1.03	30	44.17	192.7
240	1.61	30	107	154.25
242	1.61	30	308	154.25
243	1.61	30	96	154.25
244	1.61	30	294	154.25
245	1.61	30	518	154.25
246	1.61	30	225.5	154.25
247	1.61	30	58.64	154.25
248	1.61	30	251	154.25
249	1.61	30	62.503	154.25
250	1.61	30	77	154.25
256	1.61	30	74.143	154.25
257	2.03	300	76.508	433.9
258	0.98	30	78.43	197.2
261	1.03	30	82.24	192.7
262	1.61	30	84.65	154.25
271	1.61	30	97.917	154.25
272	1.61	30	101.617	154.25
274	1.03	30	101.68	192.7
277	1.61	30	136.158	154.25

279	1.61	30	141.537	154.25
281	1.71	123.88	105.8	303.45
282	1.61	30	19.5	154.25
284	1.96	180	43.905	342.3
289	1.61	30	52.45	154.25
290	2.06	60	193	192.7
292	1.61	30	21.442	154.25
293	1.61	30	117.834	154.25
297	1.61	30	56.471	154.25
301	1.61	30	14.36	154.25
302	1.61	30	10.021	154.25
303	1.61	30	22.887	154.25
307	2.07	150	91.075	303.45
315	2.06	150	42.182	304.8
317	1.61	30	127.593	192.7
323	1.03	30	51.373	192.7
334	1.03	30	105.086	192.7
335	1.61	30	103.008	154.25
337	1.61	30	171.324	154.25
338	1.61	30	160.882	154.25
340	1.61	30	35.081	154.25
341	1.61	30	55.4	154.25
351	1.61	30	7.23	154.25
353	1.61	30	98	192.7
355	1.61	30	41.919	154.25
356	1.61	30	3.411	154.25
357	1.61	30	61.5	154.25
375	1.61	30	76.152	192.7
380	1.61	30	58.983	154.25
390	1.61	30	93.42	154.25
391	1.03	30	28.827	192.7
395	1.18	22.13	97	154.25
403	1.61	30	48.252	154.25
404	1.61	30	69.698	154.25
420	1.61	30	59.116	154.25
431	1.61	30	41.931	154.25
432	1.61	30	52.474	154.25
436	1.61	30	46.626	154.25
437	1.61	30	43.847	154.25
438	1.61	30	5.795	154.25
439	1.61	30	57.679	154.25
440	1.61	30	7.201	154.25
441	1.61	30	52.391	154.25
442	1.61	30	7.211	154.25

471	1.61	30	15.946	154.25
485	1.61	30	36.7	154.25
486	1.61	30	8.203	154.25
489	1.61	30	4.119	154.25
514	1.61	30	101.94	154.25
521	1.61	30	4.245	154.25
523	1.61	30	26.774	154.25
526	1.61	30	48.282	154.25
531	1.61	30	34.462	154.25
535	1.61	30	33.215	154.25
537	1.61	30	97	154.25
538	1.61	30	4.55	154.25
540	1.61	30	12.6	154.25
541	1.22	35.64	103.8	192.7
553	1.61	30	81.34	154.25
554	1.61	30	86.41	154.25
556	1.61	30	54.3	154.25
557	1.61	30	40	154.25
558	1.61	30	56.9	154.25
559	1.61	30	65.14	154.25
562	1.61	30	88.15	154.25
563	1.61	30	133.9	154.25

En el cuadro 4.2 se presenta la presión dinámica para la condición de operación crítica para cada uno de los nodos, asimismo se presenta la presión en reposo crítica del nodo cuando no hay flujo específicamente en este nudo, pero si hay flujo de agua en otros nodos. Es decir, que la presión en reposo en cuestión no se refiere a la presión estática a que está expuesta la red cuando no hay riegos.

Cuadro 4.2 Presión dinámica (en condiciones de operación) y presión en reposo para cada nodo de la red entubada de la unidad de riego "Juan Catalan Berbera" de la comunidad de Tixtla Gro.

Nodo	Elevación (m.s.n.m.)	Presión dinámica (m)	Presión (m) en reposo
1	1334.60	40.00	46.66
3	1340.18	36.14	41.53
5	1333.76	35.68	48.35
6	1333.52	35.62	48.30
7	1341.15	41.13	45.65
9	1336.11	42.07	47.35
10	1336.12	42.06	47.34
12	1338.06	38.44	46.18
13	1341.47	38.94	43.71
15	1335.69	44.06	48.80
16	1335.52	44.22	48.96
18	1334.74	28.60	47.24
25	1335.61	27.71	46.37
27	1337.62	40.83	45.57
28	1344.03	41.82	43.65
34	1345.00	38.77	44.36
35	1347.15	40.83	42.22
36	1354.00	35.03	35.36
37	1333.39	35.09	47.76
39	1331.95	33.40	48.99
40	1332.17	32.30	48.77
41	1338.15	39.26	46.33
42	1334.00	32.13	46.94
43	1337.55	38.38	46.54
44	1337.55	38.38	46.54
45	1332.39	42.19	49.55
46	1332.69	41.89	49.25
47	1332.76	41.83	49.19
48	1335.30	39.29	47.43
49	1334.15	40.44	47.80
55	1335.92	38.68	47.62
61	1336.01	41.96	47.44
62	1335.89	42.08	47.56
70	1336.84	41.40	48.01
77	1338.15	41.63	46.69
78	1337.10	41.07	46.35
80	1330.20	31.15	50.96
82	1331.06	30.29	50.10

Nodo	Elevación (m.s.n.m.)	Presión dinámica (m)	Presión (m) en reposo
103	1338.15	42.92	47.10
104	1337.22	43.20	47.62
105	1339.23	41.87	46.04
106	1339.75	41.90	45.86
107	1338.68	40.55	46.28
110	1331.89	33.96	49.05
111	1332.16	33.69	48.78
112	1332.78	33.35	48.16
113	1333.04	33.09	47.90
117	1352.00	28.91	32.72
118	1333.19	33.73	47.75
119	1334.21	32.72	46.73
121	1336.89	37.74	45.75
124	1340.89	37.10	41.75
125	1334.57	38.33	46.74
126	1334.40	38.49	46.90
127	1336.48	36.41	44.82
128	1333.49	29.81	48.49
129	1333.45	29.86	48.52
134	1337.75	25.59	44.23
137	1335.05	32.44	46.92
139	1336.54	26.86	45.44
143	1337.39	31.16	44.58
145	1337.72	32.88	44.25
146	1337.88	33.42	44.09
148	1341.00	33.70	40.98
150	1336.71	36.58	44.59
153	1353.60	26.81	30.64
154	1344.98	33.08	37.03
156	1340.30	34.49	41.40
158	1334.14	45.34	50.11
159	1333.97	45.36	50.15
160	1335.25	44.36	49.11
164	1335.16	44.45	49.21
168	1337.70	40.75	45.49
170	1334.92	44.06	48.89
172	1342.80	35.29	39.21
178	1341.37	38.32	43.80

84	1332.24	30.98	48.92	179	1341.09	38.57	44.00
86	1332.22	36.27	47.78	180	1341.16	38.57	44.01
88	1334.53	36.60	48.05	181	1342.44	38.09	42.81
90	1343.48	44.42	44.88	182	1342.44	36.65	40.54
92	1337.19	43.24	47.66	187	1350.00	30.91	34.72
93	1335.77	38.55	47.70	188	1350.00	30.91	34.72
95	1335.97	38.34	47.49	189	1340.27	39.81	44.74
96	1336.34	38.57	47.38	190	1340.38	39.53	44.64
97	1336.70	38.22	47.02	191	1338.82	41.23	46.05
98	1337.38	37.88	46.53	193	1342.31	36.07	43.98
99	1337.69	37.56	46.21	194	1342.50	38.14	42.76
100	1337.67	37.17	46.24	195	1354.10	26.31	30.14
196	1344.51	36.68	41.77	321	1331.51	36.97	48.49
198	1344.15	38.74	42.13	322	1330.11	38.37	49.89
205	1350.00	31.76	35.54	324	1344.40	43.55	44.27
206	1341.50	33.20	40.48	325	1343.38	40.25	43.25
210	1335.00	31.60	46.98	326	1348.31	33.85	37.49
212	1337.82	45.96	48.99	330	1337.18	24.53	44.80
217	1342.98	42.09	44.33	331	1337.52	24.19	44.46
219	1333.02	46.31	51.10	332	1336.36	27.05	45.62
223	1341.92	40.36	44.89	335	1337.39	23.51	44.59
233	1341.21	42.09	45.04	337	1335.18	28.12	46.79
235	1334.58	40.01	48.15	338	1336.76	26.63	45.22
236	1340.96	43.30	45.66	339	1340.92	37.07	41.73
237	1335.09	38.55	46.97	340	1346.23	37.40	40.41
238	1329.47	39.02	50.53	341	1333.02	33.11	47.92
239	1331.85	31.37	49.30	347	1334.89	39.69	47.17
242	1341.07	39.97	46.61	348	1334.63	34.51	47.19
243	1341.89	40.79	45.80	352	1331.20	28.69	49.96
246	1342.78	41.24	44.90	355	1330.11	27.64	51.04
247	1342.78	41.24	44.90	358	1334.77	32.82	46.17
251	1345.08	42.35	43.35	360	1333.85	33.74	47.09
252	1343.87	42.69	43.81	361	1332.71	34.88	48.23
255	1344.70	42.34	43.17	362	1335.27	33.96	46.71
256	1343.37	43.67	44.49	363	1335.97	33.26	46.00
257	1344.58	43.33	43.78	364	1348.34	42.06	42.56
258	1347.26	41.25	41.68	365	1345.35	43.77	44.74
261	1346.70	40.21	41.48	369	1342.71	42.58	44.97
264	1354.00	35.41	35.67	371	1340.66	43.05	45.96
265	1354.65	36.77	36.77	374	1341.90	41.35	45.41
266	1334.15	40.44	47.80	375	1341.14	41.14	45.66
268	1355.52	35.38	35.38	379	1339.26	43.01	47.54
271	1339.31	40.74	45.56	388	1339.19	39.54	47.61

274	1338.11	39.30	46.37	390	1332.09	36.39	47.91
275	1336.00	39.88	46.46	391	1331.30	37.18	48.70
278	1339.13	41.73	46.27	393	1333.90	34.10	48.21
284	1342.10	41.67	44.70	395	1337.60	38.91	46.64
285	1343.32	40.67	43.48	396	1337.66	40.52	47.59
288	1332.05	31.93	48.89	407	1331.50	28.39	49.66
296	1354.45	35.47	35.64	413	1333.00	41.59	48.94
298	1339.64	40.01	45.45	415	1332.92	41.67	49.03
299	1338.78	40.88	46.31	417	1332.97	41.62	48.97
301	1332.20	36.28	47.80	420	1334.67	39.92	47.40
304	1333.37	32.76	47.57	424	1334.79	40.27	47.42
308	1333.54	34.94	47.37	428	1334.54	40.52	47.67
309	1333.46	35.02	47.44	430	1334.42	40.63	47.79
310	1331.44	37.05	48.56	431	1335.70	44.73	49.15
311	1331.47	37.01	48.53	439	1336.56	39.38	46.23
312	1342.25	36.84	40.73	440	1336.66	39.89	46.13
314	1335.89	35.78	45.42	441	1336.86	40.44	46.05
316	1333.63	29.68	48.34	442	1336.53	41.65	46.92
318	1332.83	31.89	48.11	445	1336.16	42.02	47.30
319	1332.61	35.88	47.39	446	1336.47	41.71	46.98
447	1336.51	41.66	46.94	499	1335.80	40.08	46.67
448	1336.58	41.60	46.88	506	1333.79	40.80	48.94
449	1336.31	41.86	47.14	507	1347.76	32.36	36.96
450	1336.20	41.98	47.26	511	1332.85	33.28	48.09
456	1335.41	37.28	47.38	512	1332.53	33.32	48.41
461	1333.72	40.36	49.07	515	1338.65	43.00	47.60
469	1336.44	40.61	48.41	516	1338.45	42.51	47.80
471	1335.82	37.97	49.02	518	1337.55	43.19	48.71
475	1335.22	38.52	48.24	519	1330.36	30.99	50.80
476	1334.57	40.48	47.64	520	1334.72	36.41	47.86
478	1336.76	37.72	48.08	521	1335.00	35.27	46.31
481	1334.16	40.44	48.87	522	1335.88	35.79	45.43
484	1334.58	40.01	48.15	529	1333.72	40.86	48.22
486	1333.66	40.93	49.07	530	1335.91	38.69	47.12
489	1336.74	26.57	45.24	531	1344.70	42.34	43.17
490	1341.55	38.74	43.63	532	1334.49	44.98	49.76
492	1345.78	41.49	43.59	533	1337.88	33.42	44.09
493	1338.77	42.09	46.63	534	1345.13	43.39	43.81
494	1336.61	42.62	48.35	537	1337.07	36.22	44.24

5. DISEÑO DE LA OBRA CIVIL

5.1 Excavación y relleno

El volumen de excavación y relleno se determinó con base en la longitud de cada diámetro, el diámetro de la tubería y la profundidad mínima a que debe quedar enterrada la tubería (90 cm) dentro de la zanja. Se calcularon las dimensiones de las zanjas de acuerdo con las especificaciones de instalación de las tuberías. En el 5.1 se presenta el volumen de excavación y de relleno para la instalación de la tubería.

Cuadro 5.1 Volumen de excavación, plantilla, relleno y apisonado

Longitud	Diámetro	Area	Volumen	Volumen de relleno		
				tubo	Excavación	Plantilla
(m)	(m)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
355	0.450	0.1590	359.4	13.3	90.0	199.7
878	0.355	0.0990	721.7	28.8	174.8	431.3
1463	0.315	0.0779	1093.2	45.0	259.4	674.8
1455	0.250	0.0491	920.3	40.0	208.7	600.2
6567	0.200	0.0314	3611.9	164.2	778.7	2462.6
16403	0.160	0.0201	7998.1	377.3	1632.0	5659.0
27121			14705	669	3144	10028

La compactación del relleno para los cruces de caminos deberá ajustarse a lo mencionado en los planos y en las especificaciones técnicas indicadas en el presente documento. En el caso de los cruces de drenes y barrancas, se deberá compactar con el mismo material excavado hasta 40 cm por encima del tubo, los 40 cm restantes para cubrir el total de la zanja deberá colocarse mampostería de piedra combinada con concreto ciclópeo.

5.2 Atraques

El volumen de concreto para los atraques se presentan en el cuadro 5.2, el cual se determinó con el cuadro 8.14, del Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de riego parcelario (CNA, 2002) y con las características del perfil del suelo. Se consideró para tubería de clase 5, con una capacidad de resistencia que opone el terreno de 1 y 2 kg/cm². Se utilizó una altura (l) del atraque de 1.5 veces el diámetro exterior del tubo.

Cuadro 5.2 Volumen concreto para atraques en tees, codos y tapones finales para terreno duro, considerando una resistencia del terreno $T = 1 \text{ kg/cm}^2$ y $T = 2 \text{ kg/cm}^2$

		1 kg/cm ²			Volumen concreto
Pieza y diámetro	CANTIDAD	B	h	l	m3
TEES					
450x355	1	1.22	0.61	0.75	0.56
450x160	3	1.22	0.61	0.75	1.67
355x355	2	0.96	0.48	0.6	0.55
355x250	0	0.96	0.48	0.6	0.00
355x200	0	0.96	0.48	0.6	0.00
355x160	1	0.96	0.48	0.6	0.28
315x250	1	0.85	0.43	0.4725	0.17
315x160	5	0.85	0.43	0.4725	0.86
250x200	1	0.68	0.34	0.375	0.09
250x160	10	0.68	0.34	0.375	0.87
200x200	12	0.54	0.27	0.3	0.52
200x160	28	0.54	0.27	0.3	1.22
160x160	32	0.43	0.22	0.24	0.73
CODOS					
90° de 450 mm	1	1.45	0.72	0.75	0.78
90° de 355 mm	3	1.14	0.57	0.6	1.17
90° de 315 mm	6	1.01	0.51	0.4725	1.46
90° de 250 mm	1	0.8	0.4	0.375	0.12
90° de 200 mm	19	0.64	0.32	0.3	1.17
90° de 160 mm	70	0.51	0.26	0.24	2.23
45° de 450 mm	4	1.06	0.53	0.24	0.54
45° de 355 mm	6	0.84	0.42	0.75	1.59
45° de 315 mm	4	0.75	0.37	0.6	0.67
45° de 250 mm	2	0.59	0.3	0.4725	0.17
45° de 200 mm	7	0.47	0.24	0.375	0.30
45° de 160 mm	48	0.38	0.19	0.3	1.04
22.5° de 450 mm	2	0.76	0.38	0.24	0.14
22.5° de 355 mm	3	0.6	0.3	0.75	0.41
22.5° de 315 mm	5	0.53	0.27	0.6	0.43
22.5° de 250 mm	6	0.42	0.21	0.4725	0.25
22.5° de 200 mm	10	0.34	0.17	0.375	0.22
22.5° de 160 mm	40	0.27	0.13	0.3	0.42

20.61

		2 kg/cm ²			Volumen concreto
Pieza y diámetro	CANTIDAD	B	h	l	m3
TEES					
450x200	0	0.86	0.43	0.75	0.00
450x200	0	0.86	0.43	0.75	0.00
355x200	1	0.68	0.34	0.6	0.14
355x200	1	0.68	0.34	0.6	0.14
355x200	1	0.68	0.34	0.6	0.14
355x200	1	0.68	0.34	0.6	0.14
315x250	1	0.6	0.3	0.4725	0.09
315x160	1	0.6	0.3	0.4725	0.09
250x200	3	0.48	0.24	0.375	0.13
250x200	1	0.48	0.24	0.375	0.04
200x200	0	0.38	0.19	0.3	0.00
200x200	0	0.38	0.19	0.3	0.00
160x160	0	0.31	0.15	0.24	0.00
CODOS					0.00
90° de 450 mm	0	1.02	0.51	0.75	0.00
90° de 355 mm	0	0.81	0.4	0.6	0.00
90° de 315 mm	4	0.72	0.36	0.4725	0.49
90° de 250 mm	0	0.57	0.28	0.375	0.00
90° de 200 mm	2	0.45	0.23	0.3	0.06
90° de 160 mm	0	0.36	0.18	0.24	0.00
45° de 450 mm	0	0.75	0.38	0.24	0.00
45° de 355 mm	1	0.59	0.3	0.75	0.13
45° de 315 mm	3	0.53	0.26	0.6	0.25
45° de 250 mm	1	0.42	0.21	0.4725	0.04
45° de 200 mm	1	0.33	0.17	0.375	0.02
45° de 160 mm	0	0.27	0.13	0.3	0.00
22.5° de 450 mm	0	0.54	0.27	0.24	0.00
22.5° de 355 mm	3	0.42	0.21	0.75	0.20
22.5° de 315 mm	6	0.38	0.19	0.6	0.26
22.5° de 250 mm	0	0.3	0.15	0.4725	0.00
22.5° de 200 mm	1	0.24	0.12	0.375	0.01
22.5° de 160 mm	0	0.19	0.1	0.3	0.00
					2.36

Con la finalidad de proteger a la tubería de PVC en los cruces de tipo sifón en los drenes y barrancas, se consideró protegerla mediante una capa final de mampostería y/o de concreto ciclópeo en un espesor total de 40 cm, para lo cual se determinó un volumen total de 22.97 m³. En el cuadro 5.3 se presentan las cantidades de mampostería y/o concreto ciclópeo que deberá aplicarse en cada detalle. El número de detalle a que se refiere la columna correspondiente al ancho de zanja corresponde a la numeración indicada en el plano de ensamble.

6. CATÁLOGO DE CONCEPTOS

6.1 ZONA DE RIEGO

En el cuadro 6.1 se muestra el catálogo de conceptos y costos del proyecto de la red de distribución parcelaria e interparcelaria de la Unidad de Riego de Tixtla. La inversión se ha estimado a partir de precios de lista.

Cuadro 6.1 Catálogo de conceptos y presupuesto de obra del entubamiento de la red de distribución parcelaria e interparcelaria de la Unidad de de Riego "Juan Catalán Berbera" de Tixtla, Guerrero.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio (\$)	Total
			Unitario	(\$)
1. LIMPIEZA Y DESPALME DEL TERRENO EN DONDE SE VA ALOJAR LA TUBERÍA	m ²	27122	1.5	40683.00
2. TRAZO Y NIVELACIÓN DE TERRENO EN DONDE SE VA ALOJAR LA TUBERÍA	m ²	27122	1.60	43395.20
3. EXCAVACIÓN				
3.1 Excavación en material común, excepto roca, para alojar la tubería	m ³	11029	25	275725.00
3.2 Excavación en material tipo II para alojar la tubería	m ³	3676	60	220560.00
4. RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1 Relleno y compactación de plantilla	m ³	669	14	9366.00
4.2 Relleno y compactación al 90 % protor, en capas de 20 cm con material proveniente de excavaciones de la tubería	m ³	3144	16	50304.00
4.3 Relleno a volteo con material proveniente de excavaciones, en capas de 50 cm	m ³	10028	8	80224.00
5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA				
5.1 Suministro e instalación de tubería hidráulica de PVC serie métrica, con una presión de trabajo de 5 kg/cm ² (clase 5), incluye anillo de empaque en diámetro nominal en mm, de:				
450 (18")	m	355	641.30	227,661.50

355 (14")	m	879	396.80	348,707.84
315 (12")	m	865	304.70	263,565.50
250 (10")	m	665	193.20	128,478.00
200 (8")	m	1728	123.00	212,568.60
160 (6")	m	4193	78.70	330,004.84
5.2 Suministro e instalación de tubería hidráulica de PVC serie métrica, con una presión de trabajo de 7 kg/cm ² (clase 7), incluye anillo de empaque en diámetro nominal en mm, de:				
315 (12")	m	598	423.20	253,073.60
250 (10")	m	790	266.20	210,298.00
200 (8")	m	4839	170.80	826,501.20
160 (6")	m	12210	108.90	1,329,669.00
6. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS Y ACCESORIOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO				
6.1.- Suministro e instalación de tees hidráulicas de PVC (con campana tipo anger y anillo de empaque de hule) para cruceros en sistema métrico con diámetros nominales en mm de :				
Tee de 450 x 355 mm	Pieza	1	4484.90	4,484.90
Tee de 450 x 160 mm	Pieza	4	3531.40	14,125.60
Tee de 355 x 355 mm	Pieza	2	3,403.40	6,806.80
Tee de 355 x 250 mm	Pieza	1	1,993.70	1,993.70
Tee de 355 x 200 mm	Pieza	1	1,735.40	1,735.40
Tee de 355 x 160 mm	Pieza	2	1,618.80	3,237.60
Tee de 315 x 250 mm	Pieza	2	1,943.00	3,886.00
Tee de 315 x 160 mm	Pieza	8	1,337.30	10,698.40
Tee de 250 x 200 mm	Pieza	2	1,019.90	2,039.80
Tee de 250 x 160 mm	Pieza	10	893.10	8,931.00
Tee de 200 x 200 mm	Pieza	12	759.00	9,108.00
Tee de 200 x 160 mm	Pieza	28	627.20	17,561.60
Tee de 160 x 160 mm	Pieza	32	429.7	13,750.40
6.2.- Suministro e instalación de reducciones hidráulicas de PVC (con campana tipo Angler y empaque de hule) en sistema métrico Con 1 campana, con diámetros nominales en mm de :				
Reducción de 450 x 315 mm	Pieza	1	2,588.50	2,588.50
Reducción de 355 x 315 mm	Pieza	1	1,837.80	1,837.80
Reducción de 355 x 160 mm	Pieza	2	1,700.70	3,401.40
Reducción de 315 x 250 mm	Pieza	1	1,473.00	1,473.00
Reducción de 315 x 200 mm	Pieza	1	1,420.90	1,420.90
Reducción de 250 x 200 mm	Pieza	3	599.80	1,799.40
Reducción de 200 x 160 mm	Pieza	16	337.50	5,400.00

6.3.-Suministro e instalación de curvas hidráulicos de PVC				
(con campana tipo Angler y empaque de hule) con 1 campanas				
en sistema métrico C-7 con diámetros nominales :				
Curva de 90° de 450 mm	Pieza	1	6,398.70	6,398.70
Curva de 90° de 355 mm	Pieza	3	3,851.30	11,553.90
Curva de 90° de 315 mm	Pieza	2	2,539.20	5,078.40
Curva de 90° de 250 mm	Pieza	1	1,351.00	1,351.00
Curva de 90° de 200 mm	Pieza	17	778.90	13,241.30
Curva de 90° de 160 mm	Pieza	70	447.90	31,353.00
Curva de 45° de 450 mm	Pieza	1	5,146.80	5,146.80
Curva de 45° de 355 mm	Pieza	8	2,507.80	20,062.40
Curva de 45° de 315 mm	Pieza	17	1,716.50	29,180.50
Curva de 45° de 250 mm	Pieza	3	1,057.70	3,173.10
Curva de 45° de 200 mm	Pieza	16	502.20	8,035.20
Curva de 45° de 160 mm	Pieza	48	280.40	13,459.20
Curva de 22. 5´ de 450 mm	Pieza	2	4,312.10	8,624.20
Curva de 22. 5´ de 355 mm	Pieza	8	2,507.80	20,062.40
Curva de 22. 5´ de 315 mm	Pieza	11	1,716.50	18,881.50
Curva de 22. 5´ de 250 mm	Pieza	6	888.90	5,333.40
Curva de 22. 5´ de 200 mm	Pieza	13	485.10	6,306.30
Curva de 22. 5´ de 160 mm	Pieza	40	269.50	10,780.00
6.4.-Suministro e instalación de cruceros hidráulicos de PVC				
(con campana tipo Angler y empaque de hule) en sistema métrico				
Con 4 campanas y diámetros nominales en mm de :				
Cruz métrica 250 x 200 mm	Pieza	1	1,293.10	1,293.10
Cruz métrica 250 x 160 mm	Pieza	1	941.90	941.90
Cruz métrica 200 x 160 mm	Pieza	4	816.60	3,266.40
Cruz métrica 160 x 160 mm	Pieza	1	619.20	619.20
6.5 Suministro e instalación de Coples Te hidráulicos, con elevador				
macho de PVC de 1 m (con campana tipo angler), serie métrica				
para válvulas de aire y diámetros nominales en mm de				
Cople Te elevador 450 x 75 mm	Pieza	1	4,091.30	4,091.30
Cople Te elevador 355 x 75 mm	Pieza	6	3,282.20	19,693.20
Cople Te elevador 315 x 50 mm	Pieza	13	2,364.70	30,741.10
Cople Te elevador 250 x 50 mm	Pieza	6	1,334.00	8,004.00
Cople Te elevador 200 x 50 mm	Pieza	24	894.00	21,456.00
Cople Te elevador 160 x 50 mm	Pieza	85	588.00	49,980.00
6.6 Suministro e instalaión de Coples Te hidrantes hidráulico con				
elevador de 1 m, incluye adaptador macho de PVC de 160 mm				

(con campana tipo angler y empaque de hule) en sistema metrico				
en diámetros nominales de:				
Cople Te elevador 450 x 6" mm	Pieza	1	5,848.10	5,848.10
Cople Te elevador 355 x 6" mm	Pieza	14	3,906.90	54,696.60
Cople Te elevador 315 x 6" mm	Pieza	12	2,665.70	31,988.40
Cople Te elevador 250 x 6" mm	Pieza	11	2,201.20	24,213.20
Cople Te elevador 200 x 6" mm	Pieza	57	1,871.70	106,686.90
Cople Te elevador 160 x 6" mm	Pieza	294	1,213.70	356,827.80
6.7.- Suministro e instalación de tapón campana final en tubería, serie métrica para tubería de conducción de 160 mm	Pieza	110	344.40	37,884.00
7.- VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE				
7.1.- Suministro e instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire simples en material de aluminio RM y continuas en material de plástico con aleación de acero RH en diámetros nominales de:				
75 mm	Pieza	7	1,150.00	8,050.00
50 mm	Pieza	128	958.00	122,624.00
8.- VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA				
8.1.- Suministro e instalación de válvulas de mariposa con volante de fierro fundido incluye extremidad bridada campana y extremidad bridada espiga, tornillería de acero y tuercas y todas las conexiones				
Válvulas de mariposa 14" (350 mm)	Pieza	1	13,784.40	13,784.40
Válvulas de mariposa 12" (315 mm)	Pieza	1	10,600.00	10,600.00
Válvulas de mariposa 10" (250 mm)	Pieza	1	7,628.10	7,628.10
Válvulas de mariposa 8" (200 mm)	Pieza	6	5,764.40	34,586.40
Válvulas de mariposa 6" (160 mm)	Pieza	1	4,320.00	4,320.00
9.- HIDRANTES, REGULADOR DE GASTO Y CODOS DE ARRANQUE				
9.1 Suministro e instalación de válvula hidrante tipo alfiler de aluminio, roscada, serie métrica, en diámetro nominal de 160 mm	Pieza	389	850.00	330,650.00
9.2 Suministro e instalación de regulador de gasto, con placas de aluminio, roscada, serie métrica, en diámetro nominal de 160 mm.	Pieza	389	2,000.00	778,000.00
9.3 Suministro e instalación de Codo de arranque en serie métrica para válvula alfiler, en diámetro nominal de 160 mm.	Pieza	20	2,200.00	44,000.00
10. ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO				
10.1 Elaboración y colocación de concreto simple de f'c de 140 kg/cm ² para atraques en tees, codos y tapones finales de tubería	m ³	22.97	1500	34455.00
10.2 Elaboración y colocación de concreto ciclópeo para proteger sifón para cruce de arroyos y barrancas, en un espesor de 40 cm.	m ³	31	880	27280.00

11. REGISTROS PARA VÁLVULAS DE MARIPOSA				
11.1 Registro, suministro e instalación de concreto, acero, tabique y				
habilitaciones necesarias para la construcción de registro con tapa				
para alojar la válvula de mariposa. De 1.3x1.3x1.3 m, según plano.				
Pieza	10	3,600	36000.00	
12. VÁLVULAS DE MARIPOSA PARA DESFOGUE EN CRUCE DE ARROYOS Y BARRANCAS, INCLUYE ACCESORIOS				
12.1.- Suministro e instalación de válvulas de mariposa con palanca				
de fierro, con disco de fierro, vástago de acero y asiento de buna				
incluye extremidad bridada campana y extremidad bridada espiga				
tornillería de acero y tuercas y todas las conexiones, en diámetros de:				
Válvulas de mariposa 4" (100 mm)	Pieza	3	2,700.00	8,100.00
Válvulas de mariposa 3" (75 mm)	Pieza	2	1,900.00	3,800.00
12.2.- Suministro e instalación de tees hidráulicas de PVC, brida y				
anillo de empaque de hule) con 2 campanas en sistema métrico C-7,				
diámetros nominales en mm de :				
355 x brida 100	Pieza	1	3200.00	3,200.00
315 x brida 100	Pieza	2	2200.00	4,400.00
200 x brida 75	Pieza	2	1400.00	2,800.00
12.3 Suministro e instalación de codos hidráulicos de PVC con brida				
en sistema metrico C-7, con diámetros nominales en mm de:				
100	Pieza	3	141.40	424.20
75	Pieza	2	104.60	209.20
12.4 Suministro e instalación de tubería hidráulica de PVC serie métrica,				
presión de trabajo de 5 kg/cm ² (clase 5), incluye anillo de empaque				
para cinco válvulas de desfogue, en diámetro nominal en mm, de:				
100 (4")	m	60	31.60	1,896.00
75 (3")	m	40	21.10	844.00
13. REGISTROS PARA PROTEGER VÁLVULAS DE DESFOGUE EN CRUCE DE ARROYOS Y BARRANCAS				
13.1 Excavación para construcción de registros en material tipo II				
m ³	20	60	1,200.00	
13.2 Suministro y colocación de concreto de f'c de 200 kg/cm2				
incluye colocación de escalera marina				
m ³	7.1	2100	14,910.00	
13.3 Suministro e instalación de varilla del No. 4				
ton	0.577	12,500	7,212.50	
13.4 Suministro e instalación de tapa metálica de 0.7 x 0.7 m, incluye				
candado para registro.				
TOTAL (\$)				7,448,041.78

6.2 OBRA DE TOMA

ESPECIFICACION	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
	1 DESPALME Y DESMONTE				
1.1	Despalme y desmonte de terreno para alojar estructuras.	m2	1344.0	1.81	2435.22
	2 TRAZO				
2.1	Trazo y nivelación de terreno para alojar estructuras	m2	1344.0	1.93	2589.57
	3 EXCAVACIÓN				
3.1	Excavación en material común, excepto roca, para alojar estructuras	m3	800.0	38.50	30800.00
3.2	Excavación en material tipo III, para alojar estructuras	m3	1360.0	132.00	179520.00
3.3	Excavación en material común para reconstruir taludes del arroyo, aguas abajo de la derivadora	m3	100.0	38.50	3850.00
	4 RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1	Relleno y compactación al 95% de la prueba proctor en capas de 30 cm con arcilla proveniente de excavación en taludes de entrada de la derivadora. Ver plano general	m3	473.6	25.00	11840.00
4.2	Relleno y compactación al 90% de la prueba proctor en capas de 50 cm con tepetate en los costados de muros laterales. Ver plano general	m3	120.0	20.00	2400.00
	5 COMPUERTAS DESLIZANTE TIPO MILER				
5.1	Suministro e instalación de compuerta deslizante tipo Miller de 450 mm (18") de diámetro en fo.fo y acero, peso aproximado de 100 kg	Pieza	1.0	65000.00	65000.00
	6 CONCRETO HIDRÁULICO				
6.1	Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm ² para elaborar losas, zapatas corridas, dique y muros de contención	m3	204.0	1766.10	360284.40
	7 SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO DE REFUERZO				
7.1	Suministro y habilitación de acero de refuerzo con Fy = 4200 kg/cm ² para obra de toma, desfogue y presa derivadora	ton	23.3	10500.00	244650.00
7.2	Suministro y habilitación de acero estructural para fabricación de rejilla con solera de 1/4"x7/4" y ángulos de 2"x2"x5/16"	ton	0.2	11200.00	1876.00
7.3	Suministro y habilitación de acero para fabricación de escalera marina con varilla del número 8, de 25.4 mm (1")	Pieza	1.0	1350.00	1350.00

7.4	Suministro y habilitación de tubo de acero estructural de 2" de diámetro y peso de 7.5 kg/m, para fabricación de barandilla de protección en obra de toma	m	22.0	143.00	3146.00
	8 MAMPOSTERÍAS				
8.1	Suministro y colocación de piedra braza para formar colchón en rampa de salida	m3	164.5	462.00	75999.00
8.2	Fabricación y colocación de zampeado de mampostería de piedra braza junteada para recubrimiento de taludes de entrada y salida de la presa derivadora	m3	151.0	1658.80	250478.80
8.3	Suministro y colocación de filtro de grava y arena en rampa de salida	m3	39.8	555.50	22108.90
	9 CONCEPTOS DIVERSOS				
9.1	Habilitación de cimbra común para colado de muros, losas, zapatas y muretes de concreto armado	m2	890.0	63.00	56070.00
9.2	Suministro y colocación de tabloncillos de 6.35x30x250 cm para represar el agua	Pieza	10.0	240.00	2400.00
9.3	Junta de neopreno de 15"X1" para segundos colados	m	25.0	230.00	5750.00
9.4	Bombeo de achique, con bomba de 2" de diámetro.	h.e.	500.0	88.00	44000.00
9.5	Bombeo de achique, con bomba de 3" de diámetro.	h.e.	400.0	110.00	44000.00
	TOTAL				\$1,410,547.9

6.3 CONDUCTO PRINCIPAL

El conducto principal va desde la obra de toma hasta la derivadora actual. Se consideró una longitud de tubería de m, de acero. Cedula en un diámetro de 18 pulgadas. Justo después de la derivadora se consideró realizar el cambio de tubería de PVC, misma que se indica en el catalogo de la zona de riego.

Cuadro 6.3 Catálogo de conceptos y presupuesto de obra del entubamiento del conducto principal en tubería de acero. De la obra de toma a la derivadora actual, de la Unidad de de Riego "Juan Catalán Berbera" de Tixtla, Guerrero.

Especificación	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe \$
	1 DESPALME Y DESMONTE				
1	Despalme y desmonte de terreno para alojar tubería.	m2	800.0	1.81	1449.54
	2 TRAZO				
2	Trazo y nivelación de terreno para alojar tubería	m2	1365.0	1.93	2630.03
	3 EXCAVACIÓN				
3.1	Excavación de zanja en material común, excepto roca, para alojar tubería y silletas	m3	124.8	38.50	4806.46
3.2	Excavación en material tipo III, para alojar tubería	m3	187.3	132.00	24718.95
	4 RELLENO Y COMPACTACIÓN				
4.1	Relleno y compactación de plantilla de 10 cm, con material fino excepto roca, para asiento de tubería de 18"	m3	17.7	22.00	389.40
4.2	Relleno y compactación de zanja, al 90% de la prueba proctor en capas de 20 cm con material proveniente de la excavación realizada para instalar tubería de 18" (20 cm por encima de tubo) y silletas. Ver plano estructural	m3	78.7	22.00	1730.52
4.3	Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm, con material proveniente de excavación.	m3	126.1	10.21	1287.23
	5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO				
5.1	Suministro de tubería de acero 429 mm (18") de diámetro, 460.00 m de longitud, Cédula 40, A53 Grado B, 156 kg/m	ton	71.8	13365.00	959072.40
	6 ACCESORIOS ESPECÍFICOS DE TUBERÍA DE ACERO				
6.1	Fabricación e instalación de codo de acero a 22.5° x 457 mm (22.5°x18")	Pieza	7.0	2084.94	14594.58
6.2	Fabricación e instalación de codo de acero a 45° x 457 mm (45°x18")	Pieza	6.0	2084.94	12509.64

6.3	Suministro e instalación de junta Gibault de 18" 450 mm, Clase A7, incluye sellos de hule y tornillos para unir tubo de acero con tubo de PVC	Pieza	1.0		3200.00
6.4	Suministro e instalación de cople dresser estilo 90 de 18" 450 mm, incluye sello de hule y tornillos	Pieza	2.0	3200.00	13500.00
6.5	Suministro e instalación de contrabrida metálica de 457 mm (18") de arranque en obra de toma	Pieza	1.0	4105.00	4105.00
6.6	Suministro e instalación de solera plana de 63.5x6.02 mm (2 1/2"X0.237") de 2.94 kg/m	Kg	30.0	11.20	336.00
6.7	Suministro e instalación de tornillos de 1/2"x10" para fijar tubería de acero de 18" a silletas	Pieza	20.0	45.00	900.00
7 COMPUERTA DESLIZANTE (OBRA DE TOMA)					
8 VÁLVULAS DE AIRE Y ACCESORIOS					
8.1	Suministro e instalación de válvula de admisión y expulsión de aire, de rompe vacío de 100 mm (4"), serie métrica, presión de trabajo de 7.0 kg/cm ² , de acción continua en fo.fo. Tipo bridada	Pieza	3.0	4335.00	13005.00
9 CONCRETO HIDRÁULICO					
9.1	Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm ² para silletas en tubería de acero	m3	5.0	1766.10	8830.50
9.2	Fabricación y colocación de concreto hidráulico simple de 150 Kg/cm ² para atraques en tubería de acero	m3	3.2	1644.30	5261.76
9.3	Fabricación y colocación de concreto ciclópeo de 150 Kg/cm ² para recubrimiento de zanja en cruce del río	m3	3.6	1583.40	5700.24
10 SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO DE REFUERZO					
10.1	Suministro y habilitación de acero de refuerzo con Fy = 4200 kg/cm ² para construcción de silletas	ton	0.62	10500.00	6520.00
11 CONCEPTOS DIVERSOS					
11.1	Bombeo de achique, con bomba de 2" de diámetro en cruce del río.	h.e.	200.0	88.00	17600.00
TOTAL					\$1,096,887.2

6.4 RESUMEN COSTO TOTAL

CONCEPTO	COSTO (\$)
I. ZONA DE RIEGO	7´448,041
1.1 Excavación y relleno	720,257
1.2 Tubería	4´130,528
1.3 Hidrantes y regulador de gasto	1´152,650
1.4 Piezas y accesorios	1´144,606
II. CONDUCTO PRINCIPAL DE ACERO	1´096,887
III. OBRA DE TOMA	1´410,548
TOTAL (\$)	9´944,928
SUPERFICIE (ha)	280.3
(\$/ha)	35,480

8. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego entubado dispone de un gasto total de 300 l/s para regar la zona de riego de la Unidad de Riego de Tixtla. El gasto modular propuesto es de 30 l/s, por lo que se podrán aplicar hasta 11 riegos de manera simultánea.

Es importante remarcar que debido a la presión excesiva a que está expuesta la red, no obstante la regulación que tienen las hidrantes reguladores de gasto, es importante que, en la operación de esta zona de riego, **la autorización del servicio de riego a los usuarios sea cuando se junten al menos tres usuarios, esto es que abran al menos tres hidrantes de riego. De lo contrario no autorizar el servicio de riego.**

Cuadro 8.1 Tiempo de riego para una lámina de riego neta de 10 cm, para un gasto modular de 30 l/s para cada una de las 10 secciones de riego.

Sección	Superficie	Gasto	Riegos	Lámina	Volúmen	Tiempo	Tiempo
	(ha)	(lps)	simultaneos	(cm)	(m3)	riego	riego
						(hr)	(días)
1	20.5	30	1	10	20500	189.8	7.9
2	24	30	1	10	24000	222.2	9.3
3	24	30	1	10	24000	222.2	9.3
4	24.54	30	1	10	24540	227.2	9.5
5	23.8	30	1	10	23800	220.4	9.2
6	23.1	30	1	10	23100	213.9	8.9
7	22.68	30	1	10	22680	210.0	8.8
8	10.96	30	1	10	10960	101.5	4.2
9	21.61	30	1	10	21610	200.1	8.3
10	26.42	30	1	10	26420	244.6	10.2
11	23.96	30	1	10	23960	221.9	9.2
12	24.15	30	1	10	24150	223.6	9.3

Falta considerar la eficiencia de riego

PLANOS DEL PROYECTO

1. Plano General de la red de la zona de riego
- 2A. Plano Unificar margen derecho
- 2B. Plano unificar margen izquierdo
3. Plano de operación
4. Plano en planta del conducto obra de toma a derivadora actual
5. Plano del perfil del conducto obra de toma a derivadora actual
6. Plano de la obra de toma
- 7A. Plano de secciones (K 0 + 000 al K 0+225)
- 7B. Plano de secciones (K 0 + 225 al K 0+425)

Bibliografía

Citrus and Vegetable Magazine, 2003: (www.citrusandvegetable.com).

Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelarios. Comisión Nacional del Agua. Diciembre del 2002.

FAO, 1994: CLIMWAT for CROPWAT: a climatic database for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper 49, 113p. FAO, Rome.

FAO, 1998a: CROPWAT4W. Software para el cálculo de los requerimientos de riego, versión 4.3 para MS-Windows. FAO, Rome.

FAO, 1998b: Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome.

García, E., 1987: Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Cuarta Edición. *Talleres de Offset Larios, S.A.* México.

Köppen, W., 1948: Climatología. *Fondo de Cultura Económica*, México.

Microirrigation Forum, 2003: Tropical Crop Coefficients. Datos proporcionados al Foro por Chris Wicks. www.microirrigationforum.com/new/archives/tropcoef.html

SICLIM, 2000: Sistema de Información Climatológica versión 1.0; CD-ROM de datos climatológicos de la República Mexicana, *IMTA*, Mexico.

Simonne, E.H., M.D. Dukes and D.Z. Haman, 2001: Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables. Document AE260, Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

majstrala, A.G., 2002: Irrigation Scheduling and Management. www.citrusandvegetable.com/home/2000_cvmarchlead.html Agricultural and Biological Engineering Dept., University of Florida, Gainesville. Fla.

Smith, M., R. Allen and L. Pereira, 1996: Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements, Proceedings of the ASAE International Conference on Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, San Antonio, Tx (Nov 3-6, 1996).

SRH, 1976: Atlas del Agua de la República Mexicana, México.

ANEXO No. 1 RELACIÓN DE USUARIOS

RELACIÓN DE USUARIOS

UNIDAD DE RIEGO "JUAN CATALÁN BERBERA", TIXTLA, GUERRERO

No. PARCELA	NOMBRE	A. PATERNO	A. MATERNO	SUPERFICIE (Ha)
1	ESTEBAN	JUÁREZ		00-31-72.70
2	HERNÁN	RODRÍGUEZ		00-57-39.80
3	GUADALUPE	JUÁREZ		00-10-90.15
4	VICENTE	FLORES		00-12-99.31
5	MARCELINO	DE LA CRUZ		00-28-39.76
6	GONZALO	TLATEMPA		00-31-32.97
7	SERGIO	CAMPOS		00-20-07.83
8	SEVERIANO	CORTEZ		00-14-02.17
9	INDALECIO	CORTEZ		00-04-13.31
10	JACINTO	HERNÁNDEZ		00-14-16.99
11	GAUDENCIO	DÍAZ		00-15-76.57
12	RAMÓN	FLORES		00-05-07.14
13	ALFONSO	MOISEN		00-15-96.84
14	VENUSTIANO	REYES	HERNÁNDEZ	00-16-21.65
15	JACINTO	HERNÁNDEZ		00-10-71.22
16	NO	EXISTE		00-14-74.59
17	CARMELO	TIZAPA		00-06-65.13
18	ELEAZAR	MARTHA	BLANCO	00-06-58.99
19	SEVERIANO	CORTEZ		00-08-06.19
20	JOSÉ	DE LA CRUZ	HONORATO	00-05-28.07
21	VIDAL	GABRIEL	REYES	00-06-61.71
22	ELEAZAR	MARTHA	BLANCO	00-07-17.68
23	JACINTO	HERNÁNDEZ		00-10-52.40
24	FLORENCIO	DE LA CRUZ		00-13-20.28
25	FLORENCIO	DE LA CRUZ		00-11-66.22
26	FLORENCIO	DE LA CRUZ		00-17-19.19
27	FLORENCIO	DE LA CRUZ		00-13-63.27
28	JOSÉ	DE LA CRUZ	HONORATO	00-06-10.13
29	JOSÉ ALBERTO	MARTÍNEZ		00-11-15.59
30	CONCEPCIÓN	ALBAÑIL	JACOBO	00-12-89.77
31	AMADA	FLORES		00-17-27.63
32	JUBENCIO	SANTILLÁN	TEPEC	00-14-11.74
33	CONCEPCIÓN	ALBAÑIL	JACOBO	00-14-92.10
34	ALFREDO	VALLE		00-22-44.05
35	FCO. JAVIER	ESCARRAMAN	JUÁREZ	00-36-04.58
36	FÉLIX	CRISPÍN	HONORATO	00-34-19.54
37	RAMÓN	FLORES	ALBAÑIL	00-13-01.73

38	ÁNGEL	FLORES	DOMINGUILLO	00-11-78.28
39	PEDRO	FLORES	DOMINGUILLO	00-27-27.74
40	AURELIA	MARTÍNEZ	CRISPÍN	00-46-59.22
41	PEDRO	FLORES	DOMINGUILLO	00-71-61.51
42	EDUVIGIS			00-74-32.18
43	FCO. JAVIER	DIONICIO	ABRAJAN	00-23-22.13
44	ANDRÉS	TLATEMPA	TOLENTINO	00-16-20.37
45	MAGDALENO	FLORES		00-18-58.47
46	ÁNGEL	TLATEMPA		00-21-70.37
47	BLANDINO	CRISPÍN	BAUTISTA	00-07-53.67
48	JOSÉ	SALVADOR	FLORES	00-18-69.15
49	CALIXTO	ALBAÑIL	CORTEZ	00-32-58.24
50	JOSÉ	MARTÍNEZ	DE LA CRUZ	00-18-64.17
51	EFRÉN	DE LA CRUZ	FLORES	00-28-82.83
52	ROGELIO	RODRÍGUEZ	ZAMUDIO	00-29-23.47
53	EMILIO	ORTIZ	LÓPEZ	00-31-62.88
54	VICENTE	SÁNCHEZ		00-88-48.23
55	JESÚS	MARTÍNEZ	TOLENTINO	00-48-89.19
56	MARCELINO	TIZAPA		00-67-60.56
57	GAUDENCIO	DÍAZ		00-39-45.49
58	RAMÓN	FLORES	ALBAÑIL	00-19-59.56
59	FÉLIX	CRISPÍN	HONORATO	00-40-90.85
60	AURELIO	CRISPÍN	HONORATO	00-43-21.03
61	LUÍS	MARTÍNEZ		00-41-04.86
62	ALFREDO	VALLE	HERNÁNDEZ	00-32-88.56
63	RAFAEL	LÓPEZ		00-28-01.52
64	LEONARDO	TLATEMPA	BELLO	00-40-49.58
65	BULFRANO	REYES		00-08-88.64
66	HOMERO			00-29-38.62
67	SECUNDINO	TLATEMPA	HONORATO	00-21-24.67
68	GILBERTO	JUÁREZ	CHEPILLO	00-10-31.73
69	TOMAS	VÁZQUEZ	SÁNCHEZ	00-14-31.77
70	CATARINO	MARTÍNEZ	CATARINO	00-17-79.05
71	MODESTA			00-33-77.92
72	RAMÓN	VARGAS	MOCTEZUMA	00-65-25.12
73	TERESA	FLORES		00-39-54.87
74	ROSALINO	CAYETANO		00-20-80.99
75	VICENTE	SÁNCHEZ		00-13-49.91
76	VICENTE	SÁNCHEZ		00-28-26.27
77	ÁNGEL	HONORATO		01-03-61.29
78	FORTINO	HERNÁNDEZ	MARTÍNEZ	00-36-90.51
79	PEDRO	CRISPÍN	GUTIÉRREZ	00-42-89.49
80	ELEUTERIO	DIRCIO	CHEPILLO	00-20-77.60
81	FAUSTINO	FLORES	CASTREJON	00-11-08.90

82	VICENTE	SÁNCHEZ		00-46-41.60
83	VICENTE	HONORATO		00-49-75.87
84	MAGDALENO	FLORES		00-28-76.76
85	GERMAN	VÁZQUEZ	FLORES	00-25-00.14
86	ESTEBAN	MARTÍNEZ	TOLENTINO	00-24-66.90
87	MELITON	POCTZIN		00-40-79.40
88	CIRILA	RODRÍGUEZ		00-35-56.01
89	ENRIQUE	FLORES		00-22-74.09
90	FLORENTINO	BLANCO	JUÁREZ	00-30-87.77
91	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-32-48.83
92	HORACIO	HERNÁNDEZ		00-53-84.58
93	CONCEPCIÓN	ALBAÑIL	JACOBO	00-34-49.55
94	DOMINGO	GONZÁLEZ	ALCARAZ	00-12-02.82
95	HERMINIO	CATARINO	BELLO	00-08-30.55
96	JUAN	FELIPE	FLORES	00-20-42.52
97	ROGELIO	RODRÍGUEZ	ZAMUDIO	00-08-19.92
98	FILOMENA			00-18-31.90
99	LUÍS	MARTÍNEZ		00-34-96.07
100	CLEMENTE	MARTÍNEZ		00-11-28.22
101	MARCELO	LUCENA		00-08-49.81
102	ELADIO	TEODORO	CASARRUBIAS	00-04-61.49
103	TOMAS	VÁZQUEZ	SÁNCHEZ	00-39-57.44
104	MIGUEL	CRUZ	LUÍS	00-09-85.42
105	LORENZO	DOMINGUILLO	AMATECO	00-24-70.79
106	ELEUTERIO	DIRCIO	CHEPILLO	00-15-46.58
107	AUSTREBERTA	CATARINO		00-33-89.16
108	ALFREDO	ZEFERINO	CATARINO	00-18-10.70
109	CONCEPCIÓN	ALBAÑIL	JACOBO	00-17-47.96
110	GERMAN	MOISEN	MARTÍNEZ	01-10-38.20
111	CIRIACO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-11-65.51
112	DEMETRIO	LÓPEZ	FLORES	00-08-37.99
113	ESTEBAN	MARTÍNEZ	TOLENTINO	00-10-96.03
114	MARGARITO	DIRCIO	DOMINGUILLO	00-10-16.45
115	PEDRO JULIÁN	GUERRERO	MARTÍNEZ	00-10-30.40
116	RUPERTA	CATARINO		00-10-47.54
117	CANDIDO	PATOLZIN	CASTREJON	00-09-56.98
118	RAFAEL	CORTEZ		00-21-07.16
119	LAZARA	MOISEN		00-10-15.21
120	CANDIDO	PATOLZIN	CASTREJON	00-09-12.29
121	ANDRÉS	TLATEMPA	TOLENTINO	00-09-78.52
122	APOLINAR	CORTEZ	MOISEN	00-09-80.66
123	JOSÉ	MARTÍNEZ	DE LA CRUZ	00-10-11.35
124	DELFINO	GARCÍA	TOMAS	00-18-96.73
125	ALBINO	VÁZQUEZ		00-09-93.77

126	EUGENIA	COSME	MAURO	00-09-80.11
127	EUGENIA	COSME	MAURO	00-19-44.54
128	BLANDINO	CRISPÍN	BAUTISTA	00-08-45.20
129	FÉLIX	CRISPÍN	HONORATO	00-09-68.32
130	ADALBERTO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-37-25.61
131	VERÓNICA	RODRÍGUEZ	BLANCO	00-10-05.35
132	LORETO	VEGA	DAMIÁN	00-36-43.98
133	NO	EXISTE		00-21-85.08
134	EMIDIO	CORTEZ	CRISPÍN	01-02-51.24
135	JULIETA	VALLE	HERNÁNDEZ	00-14-56.07
136	ROGELIO	RODRÍGUEZ	ZAMUDIO	00-13-91.09
137	ALEJANDRINO	RAMÍREZ	GONZÁLEZ	00-15-26.21
138	BERNARDO	PINEDA		00-15-63.33
139	CIRILO	COLCHERO	CRISPÍN	00-13-17.15
140	ALBERTO	PATOLZIN	CASTREJON	00-13-91.39
141	CANDIDO	PATOLZIN	CASTREJON	00-14-51.63
142	JOSÉ URBANO	CASTREJON	FLORES	00-11-84.10
143	JOSÉ	CASTREJON	FLORES	00-13-44.38
144	BRUNO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-11-57.34
145	FELIPE	COLCHERO	BELLO	00-21-84.61
146	ALBERTO	DIRCIO	DOMINGUILLO	00-12-62.46
147	DELFINO	GARCÍA		00-14-29.69
148	URBANO	JIMÉNEZ		00-23-79.07
149	MARCELINO			00-12-98.82
150	CIRO	LEGIDEÑO	DE LA CRUZ	00-09-41.11
151	CIRO	LEGIDEÑO	DE LA CRUZ	00-21-14.24
152	NO	EXISTE		00-20-01.02
153	EVODIO	LEYVA	GONZÁLEZ	00-12-03.43
154	EVODIO	LEYVA	GONZÁLEZ	00-13-89.89
155	NELSON	ARIZA	HERNÁNDEZ	00-17-95.92
156	GREGORIA	DE LA CRUZ	MORA	00-22-72.84
157	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMIREZ	00-59-24.51
158	JAVIER	LEGIDEÑO	DE LA CRUZ	00-83-77.04
159	VÍCTOR	FLORES		00-13-47.31
160	ELENA	MORALES	DOMINGUILLO	00-26-06.03
161	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-21-04.01
162	ARCADIO	COLCHERO	FLORES	00-18-39.93
163	VICENTE	SÁNCHEZ		01-32-65.95
164	BULMARO	ALBAÑIL	GARCÍA	00-63-02.35
165	SECUNDINO	LASGARE	FLORES	00-13-36.49
166	RAMIRO	LASGARE	FLORES	00-31-54.84
167	BONIFACIO	FLORES	RAMÍREZ	00-19-70.10
168	BERULO	CORTEZ		00-25-71.54
169	REYNANDO	ALCARAZ	PEÑALOZA	00-25-15.33

170	EMIDIO	CORTEZ	CRISPÍN	00-09-26.47
171	ARTURO	ALARCÓN		00-26-75.52
172	FRANCISCO	BELLO		00-78-38.05
173	LAMBRETO	GONZÁLEZ	BASILIO	00-69-39.25
174	WENCESLAO	BELLO	VÁZQUEZ	00-24-64.69
175	JESÚS	MARTÍNEZ	TOLENTINO	00-24-21.61
176	DOMINGO	ESPÍRITU	BASILIO	00-43-16.63
177	ROGELIO	NAVA	PERALTA	00-58-85.40
178	ARISTEA	MORENO		00-60-17.04
179	OCTAVIO	SÁNCHEZ	CEPILLO	00-52-92.57
180	CANDIDO	MARTÍNEZ		00-60-19.87
181	RAQUEL	PEÑALOZA		00-49-71.97
182	ZONA	LOTIFICADA		01-51-07.57
183	MELQUÍADES	CATARINO		00-40-91.74
184	MIGUEL	RAMÍREZ	GONZÁLEZ	00-61-37.88
185	LEONARDO	CORTEZ		00-53-77.56
186	AGUSTÍN	POCTZIN	MARINO	00-48-10.20
187	ATILANO	HERNÁNDEZ	CORTEZ	01-20-81.14
188	LEONOR	MARTÍNEZ		00-30-07.06
189	ANGELITA	CATARINO		00-20-26.80
190	SEVERIANO	CORTEZ		00-35-86.33
191	JACINTO	HERNÁNDEZ		00-19-17.12
192	RODOLFO	DOMINGUILLO	FLORES	00-34-60.15
193	CANDIDO	MARTÍNEZ		00-16-44.64
194	REYNALDO	ALCARAZ	PEÑALOZA	00-47-95.22
195	RAÚL	MARINO		00-53-39.64
196	JOSÉ	GARCÍA	CERVANTES	00-91-51.27
197	ÁNGEL	COSME	DIEGO	01-05-85.58
198	HERMINIO	CATARINO		00-67-98.34
199	EMIDIO	CORTEZ	CRISPÍN	00-41-87.18
200	JOSÉ	CASTREJÓN	FLORES	00-61-08.51
201	ENRIQUE	ARCOS	ORGANISTA	00-81-71.41
202	JUAN	VALLE	VARGAS	00-73-67.90
203	HERMENEGILDO	TLATEMPA	SANTOS	00-80-42.58
204	CIRA	JIMÉNEZ	ALARCÓN	01-59-94.13
205	DOMINGA	RENDÓN	ABARCA	00-74-76.27
206	PROSPERO	BASILIO	CASTILLO	00-81-25.38
207	ABUNDIO	JIMÉNEZ	RENDÓN	00-34-95.05
208	FRANCISCA	JIMÉNEZ	RENDÓN	00-99-82.06
209	JUAN	CAPIZ	JIMÉNEZ	00-58-23.75
210	DOMINGO	BASILIO	ALCARAZ	01-16-05.48
211	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-09-60.92
212	NO	EXISTE		00-55-30.76
213	BONIFACIO	TLALMANALCO	CATARINO	00-63-92.37

214	ROMANA	DIRCIO		00-59-34.78
215	ISIDORA	CHEPILLO		00-56-19.95
216	GUADALUPE	DOMINGUILLO		00-53-96.57
217	AMADO	AMATECO		00-94-55.09
218	SIMÓN	CHEPILLO	DE LA CRUZ	00-49-43.41
219	APOLINAR	CHEPILLO	DE LA CRUZ	00-57-23.50
220	CELESTINO	DIRCIO	DIRCIO	00-42-13.38
221	NO	EXISTE		00-48-09.86
222	JAIME	ENCARNACIÓN	ROBLEDO	01-46-42.61
223	NICOLÁS	NAVARRETE		01-08-22.13
224	INOCENCIA	LASGARE		02-36-55.75
225	RANCHO			00-94-98.25
226	SIMÓN	CHEPILLO	DE LA CRUZ	00-17-75.24
227	NO	EXISTE		00-20-25.27
228	GUMARO	GARCÍA	BLANCO	00-43-96.12
229	GUMARO	GARCÍA	BLANCO	00-79-84.10
230	JORGE	COLCHERO	GARCÍA	01-02-97.67
231	NICOLÁS	BELLO		01-04-04.35
232	JAIME	ROBLEDO		01-53-67.04
233	ENRIQUE	ARCOS	ORGANISTA	00-82-36.42
234	FRANCISCO	ROBLEDO	CALDERÓN	00-61-92.38
235	ROMANA	DIRCIO		01-19-16.00
236	RODOLFO	VÁZQUEZ	ZEFERINO	01-18-42.41
237	FILEMÓN	LASGARE	FLORES	00-34-83.00
238	DAGOBERTO	MIER		01-36-51.82
239	FRANCISCO	ARIZA	BAHENA	00-66-54.19
240	PETRA	HERNÁNDEZ	CORTEZ	00-69-36.88
241	RICARDO	RICO		02-75-68.14
242	NOE	VEGA	MIRANDA	00-89-39.95
243	MELITON	POCTZIN		00-74-27.26
244	DELFINO	SÁNCHEZ	MORENO	00-67-85.56
245	ISMAEL	SÁNCHEZ	MUÑOZ	00-13-67.78
246	ISAAC	VALLE		00-14-25.12
247	FLORENCIO	GREGORIO	MAXIMINO	00-15-61.38
248	ANTONIO	CASTREJON	LÓPEZ	00-28-44.30
249	FAUSTINO	ALCARAZ	BELLO	00-38-42.97
250	JUSTINO	ESCALAMAN	HERNÁNDEZ	00-51-65.09
251	PEDRO	AMATECO	LONGINES	00-55-74.81
252	ALBERTO	DIRCIO	DOMINGUILLO	00-30-24.10
253	NATALIO	PATOL	SINJUAREZ	00-12-53.14
254	HUMBERTO	DIRCIO	DOMINGUILLO	00-40-66.83
255	JULIETA	VALLE	HERNÁNDEZ	00-17-26.38
256	ELISEA	FLORES	MORALES	00-12-81.53
257	ANTONIO	BASILIO	BASILIO	00-20-13.64

258	EZEQUIEL	PANTONZI	JUÁREZ	00-31-87.47
259	AYOTZINAPA	(NORMAL)		01-20-86.91
260	ZENÓN	HERNÁNDEZ	DÍAZ	00-38-23.01
261	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-36-70.18
262	DOMINGO	SANTOS		00-10-51.39
263	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-15-88.81
264	LUÍS	BASILIO	ALEJANDRO	00-29-01.08
265	AGUSTINA	ROSARIO	SANTOS	00-23-37.37
266	BEATRIZ	ASTUDILLO	CALDERÓN	00-24-43.75
267	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-24-54.54
268	HUMBERTO	DIRCIO	DOMINGUILLO	00-24-89.80
269	WENCESLAO	BELLO	VÁZQUEZ	00-31-94.59
270	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-26-74.03
271	VICTORINO	VILLANUEVA	SOTO	00-44-96.67
272	AGUSTÍN	NAVA	DE LA CRUZ	00-17-55.74
273	ALBERTO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-15-91.57
274	SANTIAGO	TLALTEMPA	TLATEMPA	00-11-76.12
275	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-07-55.39
276	JUAN	MORALES	MARCOS	00-18-24.03
277	URBANO	JIMÉNEZ	CASTREJON	00-17-92.92
278	BENITO	SÁNCHEZ		00-27-75.59
279	ROBERTO	DE LA CRUZ	MORA	00-33-24.53
280	CIRIACO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-35-75.49
281	TOMAS	VÁZQUEZ		00-14-95.37
282	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-24-36.09
283	JORGE	CORTEZ	HERNÁNDEZ	00-23-14.96
284	EZEQUIEL	POCTZIN	JUÁREZ	00-20-90.65
285	ELEAZAR	MARTHA	BLANCO	00-13-98.36
286	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	00-45-33.90
287	FRANCISCO	FELIPE	SANTOS	00-42-88.94
288	MACARIO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-36-59.01
289	PEDRO	VÁZQUEZ	DOMINGUILLO	00-24-01.31
290	TOMAS	BELLO	ZEFERINO	00-30-47.47
291	MIGUEL	MARTHA	BLANCO	00-14-62.64
292	EZEQUIEL	PATOLTZIN	JUÁREZ	00-14-54.76
293	APOLINAR	CORTEZ	MOISEN	00-15-61.69
294	ELISEA	FLORES	MORALES	00-14-50.22
295	ÁNGEL	ONORATO	CATARINO	00-13-84.63
296	VICENTE	ONORATO		00-19-00.95
297	MACARIO	JUÁREZ	JUÁREZ	00-22-81.97
298	GAUDENCIO	LUNA	PANTALEÓN	00-25-28.76
299	FERNANDO	PERALTA	LARA	00-38-87.95
300	AGUSTÍN	NAVA	DE LA CRUZ	00-17-83.90
301	LUCIANO	RODRÍGUEZ	PERALTA	00-40-22.65

302	PASCUALA	DE LA CRUZ	REYES	00-32-44.25
303	SABAS	BADILLO	ZAMUDIO	00-45-68.81
304	PARCELA	EJIDAL		00-52-84.94
305	JOSÉ	VEGA	LUNA	01-38-63.04
306	MARLENE	OCAMPO		00-35-76.47
307	REFUGIO	JIMÉNEZ	RAMÍREZ	00-44-51.42
308	AGAPITO	ALCARAZ	BELLO	00-40-17.68
309	LUÍS	BASILIO	ALEJANDRO	00-41-16.39
310	ANTONIO	BASILIO	BASILIO	00-43-71.11
311	PEDRO	AMATECO	JIMÉNEZ	00-20-10.13
312	JUAN DE JESÚS	ESTUDILLO	BASILIO	00-21-28.28
313	DAVID	MARTÍNEZ		00-43-45.06
314	ENCARNACIÓN	ROBLEDO		01-14-55.84
315	NATALIO	PATOLZIN	JUÁREZ	00-35-31.62
316	SAÚL	FLORES		00-40-08.76
317	ROBERTO	BELLO	ABRAHAM	00-36-58.27
318	RAFAEL	BELLO	ABRAHAM	00-37-06.20
319	FRANCISCO	BASILIO	ARCARAZ	01-66-09.55
320	JAIME	ENCARNACIÓN	ROBLEDO	00-39-54.16
321	FRANCISCO	LÓPEZ		00-24-18.82
322	FRANCISCO	LÓPEZ		00-20-95.60
323	FLORENTINO	BELLO	ABRAHAM	00-34-76.22
324	ELEAZAR	MARTHA	BLANCO	00-19-50.21
325	NIEVES	ESPIRITU		00-42-94.06
326	FLORENCIO	BELLO	ABRAJAN	00-40-41.91
327	MARTHA	DE LA HOYA		02-42-36.45
328	FELIPE	GONZÁLEZ	CANTOR	00-22-57.22
329	JUAN	LUCENA	CIPRIANO	00-12-07.22
330	NO	EXISTE		00-22-88.28
331	GERARDO	DE LA CRUZ	MORA	00-19-69.09
332	ENRIQUE	COLCHERO	GARCÍA	00-23-75.93
333	FELIPE	GONZÁLEZ	CANTOR	00-08-14.96
334	MANUELA	ALCARAZ	ZAMUDIO	00-50-35.94
335	MANUELA	ALCARAZ	ZAMUDIO	00-58-47.38
336	ESTEBAN	ENCARNACIÓN		01-44-11.49
337	MANUELA	ALCARAZ	ZAMUDIO	00-77-65.27
338	MANUELA	ALCARAZ	ZAMUDIO	01-15-60.37
339	ANATOLIO	HERNÁNDEZ	ABRAHAM	00-42-96.01
340	FRANCISCO	BELLO		00-89-73.19
341	FERNANDO	PERALTA	LARA	01-98-98.59
342	SALUSTIANO	JIMÉNEZ	CATARINO	02-20-72.93
343	GREGORIO	HERNÁNDEZ	DOMINGUILLO	01-78-62.31
344	GABRIEL	GODINEZ		00-92-98.67
345	HNOS	GONZÁLEZ		01-02-86.01

346	JOSÉ	VEGA	LUNA	01-34-25.58
347	DONATO	FLORES		00-97-20.77
348	ANDRÉS	FLORES		00-99-29.86
349	JUANITA	FLORES		00-71-30.57
350	ENRIQUE	ARCOS	ORGANISTA	00-74-71.19
351	FRANCISCO	BASILIO		01-86-58.31
352	SILVIA	MOSO	MARINO	01-19-31.71
353	ÁLVARO	PÉREZ	GÁLVEZ	00-72-46.77
354	ÁLVARO	PÉREZ	GÁLVEZ	00-75-60.32
355	ERNESTO	CERVANTES		00-78-92.53
356	DANIEL	AMATECO		00-78-77.33
357	FRANCISCO	HERNÁNDEZ		00-76-70.39
358	CARMEN	SÁNCHEZ		01-39-07.97
359	ELADIO	ÁNGELES		00-90-77.35
360	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	00-88-59.32
361	JOEL	PÉREZ	MIRANDA	01-62-59.14
362	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	01-74-93.07
363	CELESTINO	GÓMEZ		00-74-07.51
364	ARISTEO	NAVARRETE		01-03-01.71
365	GREGORIO	BELLO	BASILIO	00-61-55.02
366	BERSABE	BELLO		00-25-78.86
367	DANIEL	ALVARADO		01-90-96.69
368	JAIME	ENCARNACIÓN	ROBLEDO	02-75-36.21
369	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	03-16-01.42
370	PATRICIO	GUERRERO		01-24-89.79
371	PANUNCIO	POCTZIN	MARIANO	01-17-96.90
372	CARLOS	CLIMEC		00-74-28.89
373	CARLOS	CLIMEC		00-68-15.88
374	MARILU	TECOAPA		01-39-22.90
375	HIGINIO	DOMINGUILLO	MORALES	00-35-58.48
376	ARISTEO	ROBLEDO		01-04-69.31
377	PLACIDO ALBERTO	COSME	CANTOR	00-88-28.72
378	PEDRO	ABRAHAM	FLORES	01-34-62.34
379	HERIBERTO	HERNÁNDEZ	DIRCIO	01-55-38.64
380	GILDARDO	PATRÓN		01-73-67.40
381	PLACIDO	COSME	DIEGO	01-22-52.74
382	PABLO	HERNÁNDEZ	CORTEZ	00-97-54.56
383	JESÚS	VARGAS	BELLO	01-61-56.17
384	LEÓN	CORTEZ	CHEPILLO	00-96-87.00
385	MIGUEL	CRUZ	LUÍS	00-49-49.52
386	LORENZO	DOMINGUILLO	AMATECO	00-51-00.75
387	ROBERTO	BLANCO		00-47-73.34
388	BALBINA	DIRCIO		00-73-74.18

389	LORENZO	DOMINGUILLO	AMATECO	00-73-48.62
390	RICARDO	RICO	LÓPEZ	00-47-63.43
391	VICENTE	CIENFUEGOS	BELLO	01-03-15.41
392	JUANA	ZAMORA	CARACHURE	03-21-05.85
393	ASCENSIÓN	RÍOS		02-38-87.47
394	JOEL	PÉREZ	MIRANDA	01-11-44.54
395	JERÓNIMO	DIRCIO	HERNÁNDEZ	01-17-29.11
396	FRANCISCO	HERNÁNDEZ	BELLO	00-60-79.24
397	JOSEFIN	FLORES		00-53-82.69
398	EPIFANIA	FLORES		00-80-62.43
399	CELERINO	CATALÁN	VELEZ	01-44-52.41
400	REYNALDO	ALCARAZ		01-99-41.01
401	ZENÓN	DE LA CRUZ		01-35-62.76
402	EUFROSINO	VARGAS	GONZÁLEZ	00-71-20.57
403	JUAN	DIRCIO	ADAME	01-59-11.12
404	CLAUDIO	ZICA	GARCÍA	09-33-34.58
405	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	01-73-96.63
406	FÉLIX	MIER	PERALTA	01-07-36.83
407	FAUSTINO	RUIZ	VÁZQUEZ	01-35-43.21
408	EVERARDO	TORRES	PORTILLO	00-14-95.97
409	EVERARDO	TORRES	PORTILLO	02-23-18.35
410	FRANCISCO	HERNÁNDEZ	BELLO	02-12-34.26
411	ALMA BRISA	VEGA	ESTUDILLO	01-37-05.97
412	ERMILO	NAVARRETE		01-33-06.55
413	LOTES			00-82-34.79
414	LOTES			01-42-05.11
415	ÁLVARO			00-21-50.18
416	EVERARDO	VEGA		01-18-92.49
417	MARTHA	DE LA HOYA		00-95-87.59
418	ADOLFO	GONZÁLEZ		01-16-11.02
419	CELESTINO	ALCARAZ	PEÑALOZA	02-63-64.36
420	HORACIO	HERNÁNDEZ	HEREDIA	05-04-68.95
421	PATRICIA	ALARCÓN	NAVA	03-12-40.98
422	NICOLÁS	NAVARRETE		02-59-33.18
423	ANDRÉS	BASILIO		02-64-36.88
424	INÉS	TLATEMPA		00-68-51.21
425	ANDRÉS	BASILIO		01-02-51.95
426	AURELIO	ROSARIO	SANTOS	00-85-07.13
427	AGUSTINA	ROSARIO	SANTOS	00-91-16.08
428	ANDRÉS	BASILIO		02-70-21.45
429	EVERARDO	VEGA	BASILIO	02-59-66.56
430	ABEL	MAXIMINO	MEJIA	00-31-40.72
431	MARTINA	TEMELO	CORTEZ	00-91-83.16
432	ABEL	MAXIMINO	MEJIA	00-75-66.66

433	ALEJANDRO	ESPÍRITU	LÓPEZ	01-45-09.43
434	ABEL	MAXIMINO	MEJIA	00-83-13.38
435	PABLO	PADILLA		01-33-69.06
436	PROSPERO	LASGARES		01-07-50.42
437	MARTHA	DE LA HOYA		00-57-14.07
438	HORACIO	HERNÁNDEZ		02-54-59.10
439	ISAAC	RAMÍREZ	BAHENA	00-53-44.76
440	TRINIDAD	BASILIO	LÓPEZ	00-61-85.38
441	CATALINA	LASGARES		01-02-19.20
442	FIDEL	LOMAS	ROSARIO	00-37-83.69
443	LORENZO	GUTIÉRREZ	VICTORIANO	00-45-96.30
444	JUAN	AGUILAR		00-49-02.19
445	DELFINO	SÁNCHEZ	MORENO	01-36-25.52
446	DELFINO	SÁNCHEZ	MORENO	00-58-87.73
447	APOLINAR	PADILLA	VÁZQUEZ	01-30-42.72
448	MOISÉS	TORREBLANCA	CASTRO	00-96-44.08
BALDÍO				00-06-92.46
POZO				00-00-40.26
TELMEX				00-06-16.43
AREA NO LEVANTADA 1				01-54-60.00
AREA NO LEVANTADA 2				01-89-50.00
		SUPERFICIE TOTAL (ha)		280-30-21.70

ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE RIEGO

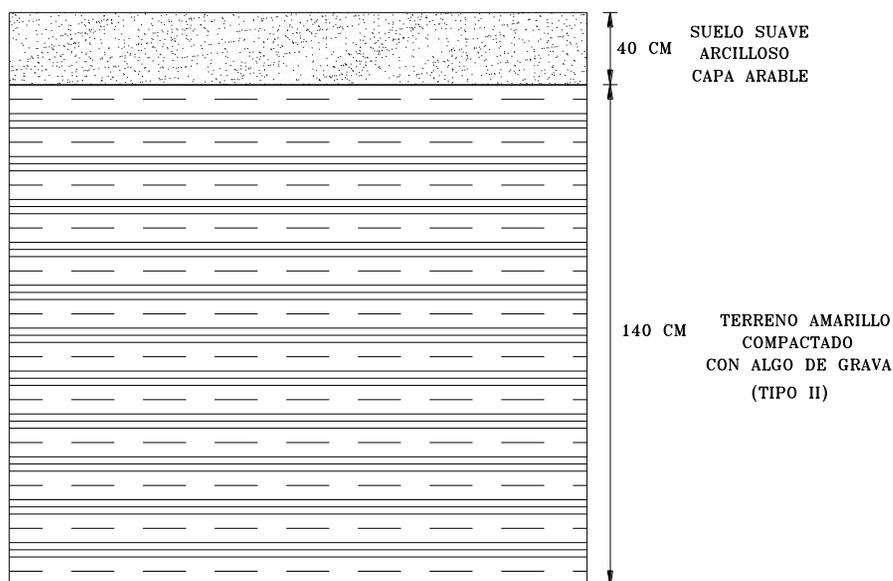
Para conocer las características morfológicas del sitio de trabajo, se excavaron pozos exploratorios de acuerdo a las características de la zona de manera que cada sitio fuera representativo del área. Las características de formación del perfil del suelo, es útil para determinar las dimensiones de los atraques en función de la capacidad de resistencia del terreno. En el siguiente cuadro se presenta la ubicación con coordenadas de cada uno de los pozos.

Ubicación con Coordenadas de cada uno de los Pozos.

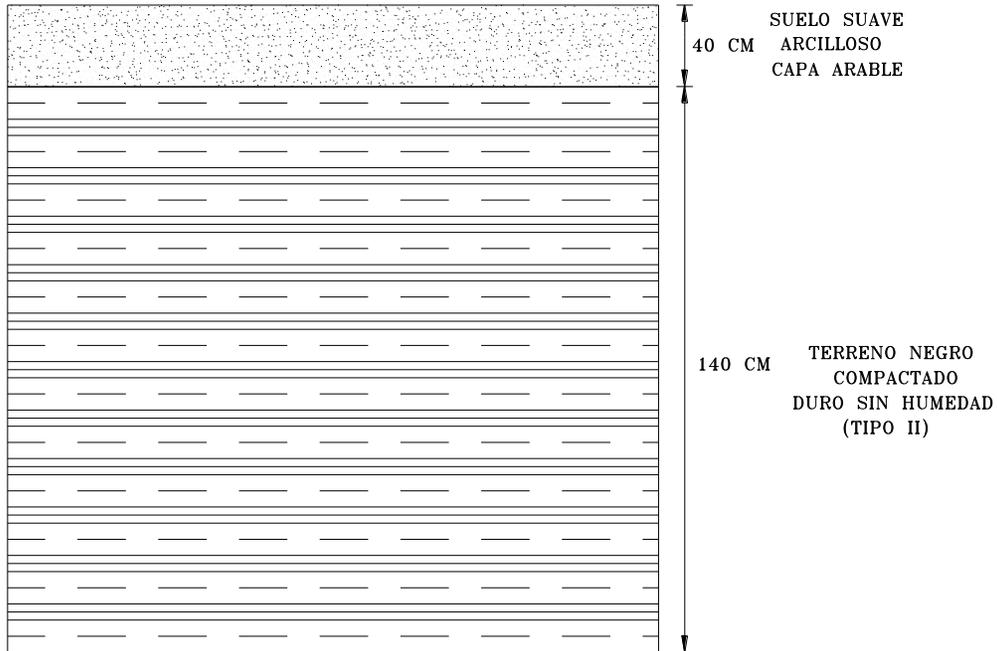
No. POZO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
POZO 1	1939591.299	457493.339
POZO 2	1940350.585	456148.644
POZO 3	1939786.717	456865.201
POZO 4	1938984.539	458247.377
POZO 5	1940713.996	457645.643
POZO 6	1939472.541	457663.598

En los siguientes esquemas se presentan las características del perfil del suelo encontrado, resultado de la excavación de cada uno de los pozos.

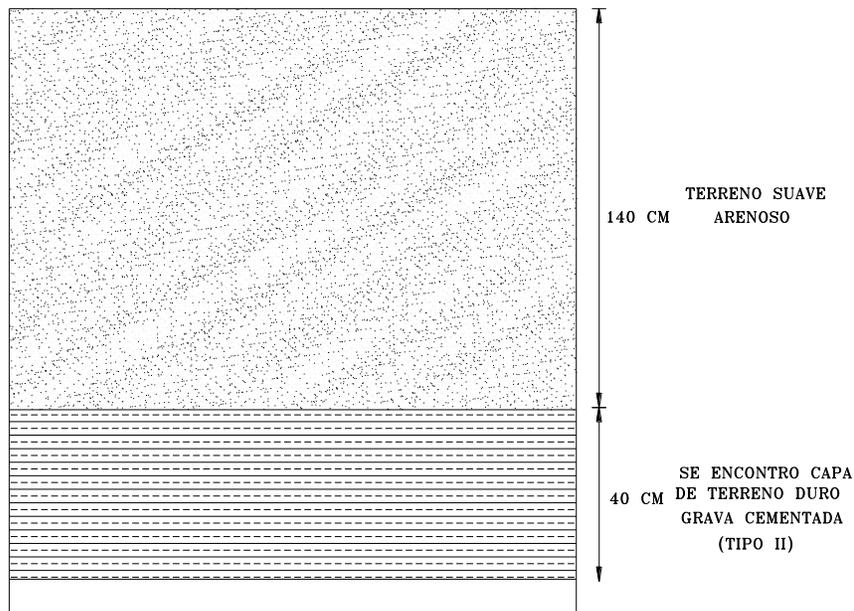
POZO 1



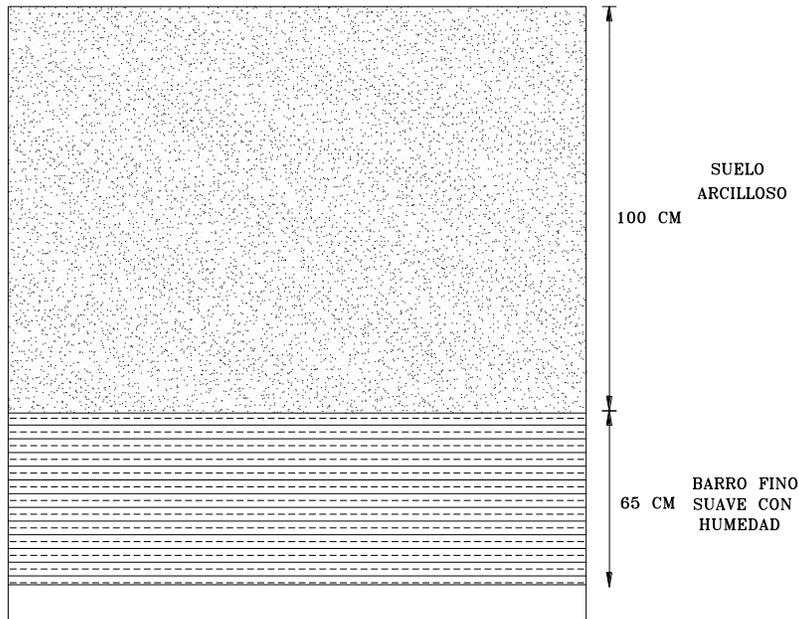
POZO 2



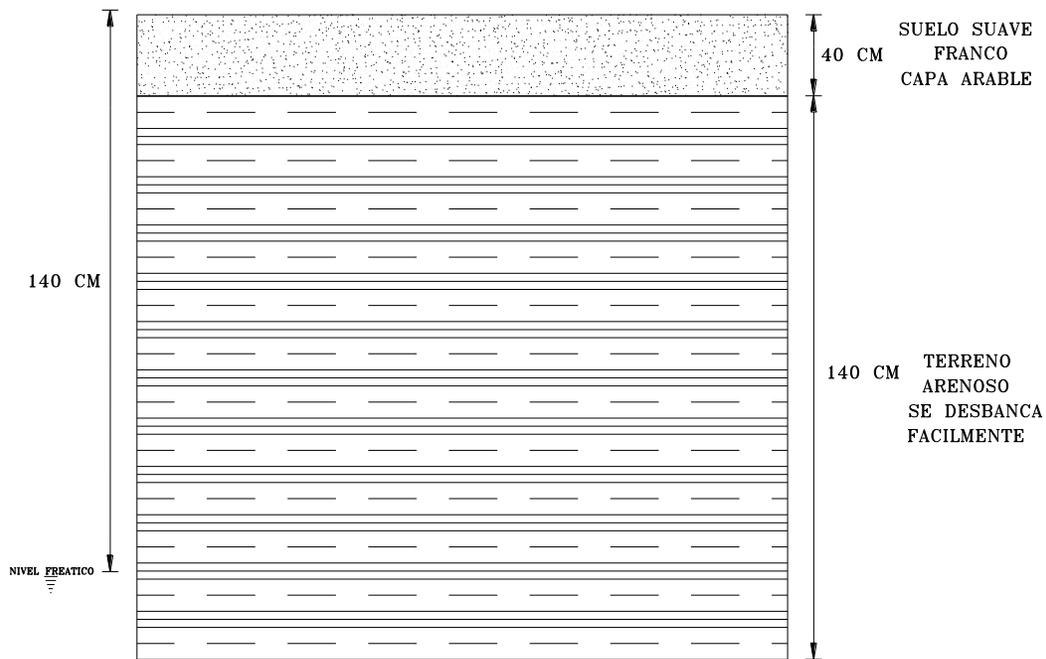
POZO 3



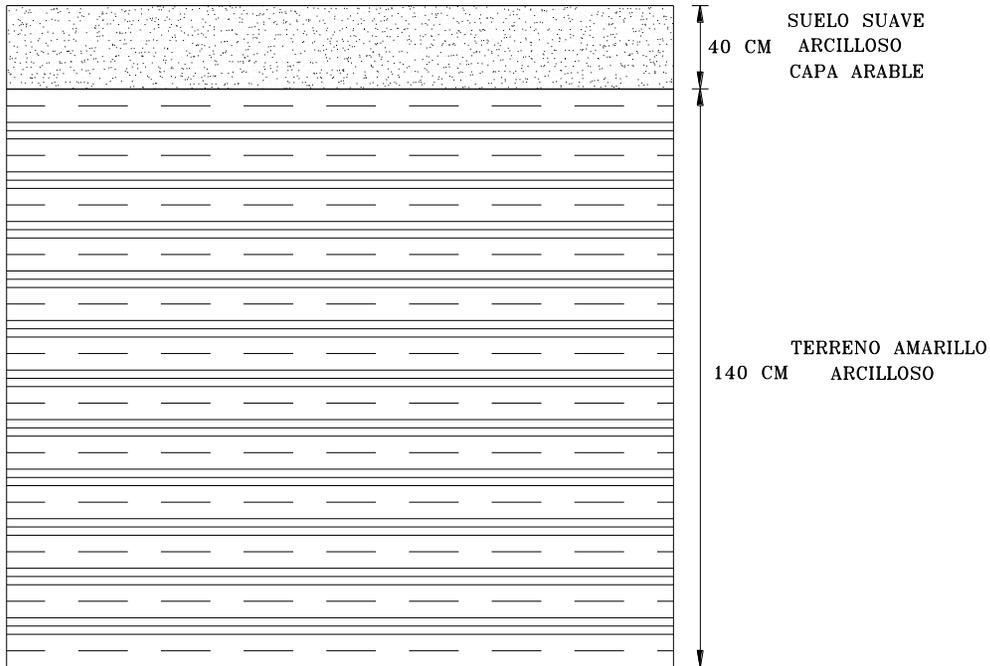
POZO 4



POZO 5



POZO 6



ANEXO 3. REGULADOR DE GASTO

En los sistemas de riego colectivos a baja presión, se presentan problemas de este tipo, cuando se tienen desniveles importantes o condiciones orográficas accidentadas, provocando que el mecanismo de descarga no tenga la capacidad para controlar y regular el gasto requerido debido a la dificultad de enfrentarse a reducciones poco factibles del área de paso del orificio. La solución inmediata, consiste en implementar algún regulador de presión existente en el mercado, que elimine los excedentes de presión, obstruyendo el área de paso, mediante un sistema móvil o de resorte, disminuyendo así, cierto porcentaje de la carga piezométrica de la energía total del sistema, sin embargo, la utilización de un regulador de presión da lugar a incrementar notablemente el costo total del proyecto que se trate, debido a que estos dispositivos automáticos son costosos, sin embargo, cuando la uniformidad y la equidad del agua en las plantas es un requisito de diseño de algún sistema en particular, el uso de un regulador de gasto, es indispensable para lograr los objetivos del sistema.

Desde 1994, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CNA) y las Asociaciones de Usuarios, ha realizado diferentes proyectos de redes colectivas de redes de riego a baja y alta presión en diferentes estados de la República. En la mayoría de los proyectos, al operar la red, el problema de variación de la presión en la red colectiva generó variación en la capacidad de descarga de la válvula originando la mala distribución del agua entre los usuarios, por lo que se hizo necesario desarrollar en el IMTA un dispositivo funcional regulador de gasto para controlar los excesos de presión en los hidrantes.

El prototipo comercial se construyó en material compuesto de una aleación de aluminio y fierro fundido, en diámetros de 6" 8" y 10" de acuerdo con el gasto modular que se utilice en el hidrante. Consta de 2 conexiones roscadas adaptables al hidrante o válvula alfalfera y a un adaptador roscado que se instala en la te elevador donde se instala el hidrante, tal y como se muestra en la figuras 1 y 2 donde se muestra la instalación en laboratorio semejante a como se instalaría en campo una vez conectada la tubería de compuertas.

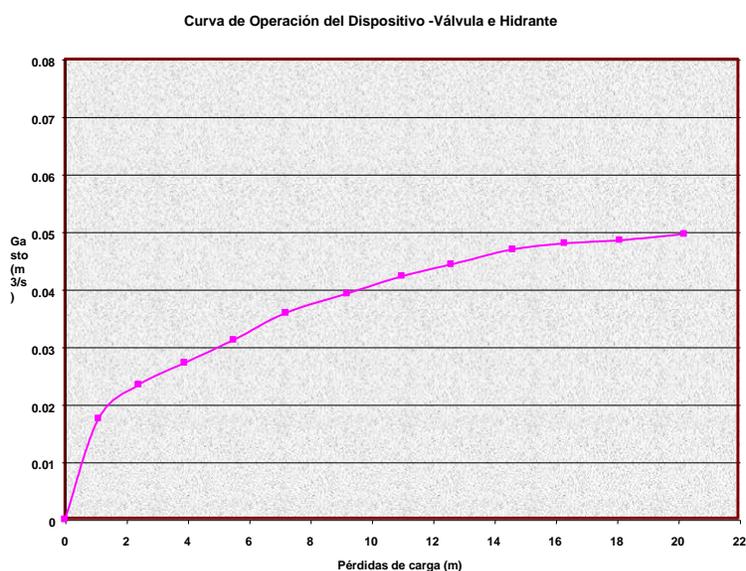
Figura 1.- Regulador de gasto ©.

Figura 2.- Instalación típica de campo.



El funcionamiento hidráulico del regulador del regulador junto a con la conexión de la válvula alfalfa y el codo de arranque o hidrante, se evaluó en laboratorio, obteniéndose la curva de operación del dispositivo para diferentes presiones de operación. Se obtuvo que para una regulación más efectiva del gasto, es necesario una presión de 1 Kg/cm² (10 m.c.a) antes de la válvula, lo cual convierte al dispositivo en un limitador de caudal hasta un máximo de 40 l/s en diámetros de 6", hasta un gasto de 50 l/s en diámetro de 8" y 75 l/s em diámetro de 10", tal y como se muestra en el gráfico siguiente para el caso de 8 pulgadas.

Figura 3.- Curva carga –gasto del regulador para 8".



El costo aproximado de esta pieza en el mercado nacional es relativamente más bajo que los reguladores convencionales y se instala por hidrante.

Anexo 4.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN E
INSTALACIÓN DE LA RED DE CONDUCCIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN
INTERPARCELARIA Y PARCELARIA (ZONA DE RIEGO) DE LA UNIDAD
DE RIEGO "JUAN CATALÁN BERBERA" A.C., DE TIXTLA, ESTADO DE
GUERRERO

0. OBSERVACIONES GENERALES

La empresa ejecutora de los trabajos motivo de estas especificaciones, recibirá en campo los puntos necesarios con los bancos de nivel o puntos de control de la red

1. LIMPIEZA Y DESPALME DE TERRENO

Despalme

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por despalme la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de un terraplén y, en general, la remoción de capas de terreno inadecuadas para todo tipo de construcciones.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales que se utilicen en la construcción de las obras. Previamente al despalme, la superficie deberá haber sido desmontada. El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explorar, colocándolo en la zona de libre colocación o en aquella que señale el ingeniero.

Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a éste distante sesenta metros; aunque en el caso en que el material deba ser retirado fuera de la obra, se valorará con concepto diferente.

MEDICIÓN Y PAGO. El despalme se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación de dos decimales.

En el caso de que el material producto del despalme deba ser retirado, por condiciones del proyecto y/o por las instrucciones del Ingeniero, fuera de la zona de libre colocación se pagarán los acarreos correspondientes.

Desmante

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Este trabajo consiste en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción y los bancos de préstamo indicados en los planos o que ordene desmontar el residente. Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal que proviene del desmante deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación. Se entenderá por zona de libre de colocación, a la franja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a ésta, a una distancia de sesenta metros.

El material aprovechable proveniente del desmonte será propiedad de la Comisión Nacional del Agua o de la Asociación de Usuarios y deberá ser estibado en los sitios que indique el ingeniero; no pudiendo ser utilizados por el contratista sin el previo consentimiento del primero.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado, tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios. Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desmonte efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del contratista.

Las operaciones de desmonte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

MEDICIÓN Y PAGO. El desmonte se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación de dos decimales. No se estimará para fines de pago el desmonte que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto y/u ordenadas por el ingeniero.

Si la quema de material "no aprovechable" no pudo ser efectuada en forma inmediata al desmonte por razones no imputables al contratista, se computará únicamente un avance del 90 % del desmonte efectuando. Cuando se haga la quema y se terminen los trabajos de desmonte, se estimará el 10% restante.

2. TRAZO Y NIVELACIÓN

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por trazo y nivelación los trabajos que realizará el contratista para proporcionar el direccionamiento de las líneas de conducción y posicionamiento de las estructuras en general que marcan los planos del proyecto, tanto en el plano horizontal como vertical, apoyándose en los bancos de nivel que previamente se han tomado de referencia y sobre los cuales se hicieron los levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos. Se deberá respetar la elevación en la rasante de la tubería y del fondo de la zanja indicada en el cuadro de datos hidráulicos de la tubería del plano general, incluido en el plano general, así como la rasante de las tee hidrante con elevador de 1m indicadas en los detalles del plano de instalación. También deberán observarse los ángulos de las deflexiones y cualquier nivel que marque el proyecto.

MEDICIÓN Y PAGO. El trazo y nivelación se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación de dos decimales. No se estimará para fines de pago de este concepto los trabajos que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto y sean ordenadas por el ingeniero.

3. EXCAVACIONES

3.1. Excavación de cualquier material, excepto roca en el terreno natural.

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por *material común*, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que midan aisladamente menos de 0.75 m³ y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinará por estimación el porcentaje en cada uno de estos materiales que interviene en la composición del volumen total.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por excavación de zanjas o cualquier otra cavidad la que se realice según el proyecto y/u ordenes del ingeniero para alojar la tubería de redes de conducción y distribución, las obras y estructuras en general que requieran los sistemas de riego, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar la pantalla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos, y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de las obras e instalaciones.

Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con un equipo mecánico previamente a la excavación normal cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a unos o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije el ingeniero un pasillo de 60 cm entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos, como se indica en los esquemas del plano general.

En excavaciones dentro de los núcleos de población, el producto de la excavación sobrante será retirado fuera del poblado, evitando obstruir las vías de tránsito.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de la misma no diste en ningún caso más de 5 cm de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto. Las dimensiones de las excavaciones que formarán las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a partir del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación. El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 cm del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo afine antes de tender la tubería, éste será por cuenta exclusiva del contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común que a juicio del Ingeniero no tenga la consistencia adecuada para alojar la tubería, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que el tubo se apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante y en toda su longitud. A este mismo efecto, antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedarán las juntas, cavidades o "conchas"

que alojen las campanas o cajas que formaran las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.

El ingeniero deberá vigilar que desde el momento en que inicie la excavación hasta aquél en que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería no transcurra un lapso mayor de siete días calendario.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del ingeniero, éste ordenará al contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor. Las características y forma de los ademes y puntales serán fijados por el ingeniero sin que esto releve al contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no efectúen los trabajos de ademe o apuntalamiento.

El criterio constructivo del contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación no será motivo de cambio en el precio unitario; deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir. No será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de válvulas, etc.), serán líquidas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El contratista deberá tomar en cuenta que la excavación (longitud de zanja abierta) no rebase los 200 m adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito.

Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por excavaciones es función de la sección del proyecto, por lo que deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de zanjas o cualquier otra cavidad prevista en el proyecto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Al contratista le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia. Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso del material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 cm que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para la Comisión, quien ordenará y pagará en todo caso al contratista las obras de desviación o el bombeo que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso que haya usado bombeo de achique para abatir el nivel del agua que lo cubriría; asimismo, en terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación y

cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalará las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

- a) Afloje del material y su extracción.
- b) Compactación o limpieza de plantilla y taludes de las zanjas y afines.
- c) Remoción del material producto de las excavaciones.
- d) Traspaleos verticales cuando éstos sean procedentes; y horizontales cuando se requieran.
- e) Conservación de las excavaciones hasta la instalación satisfactoria de las tuberías y estructuras en general.
- f) Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y de sus condiciones; es decir, seco o en agua.

3.2. Excavación en roca fija en el terreno natural.

Se entenderá por *roca fija* la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el uso del zapapico y que sólo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta o peñascos que midan aisladamente más de 0.75 metros cúbicos.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del ingeniero, afinándose en tal forma que ninguna saliente de terreno penetre más de 1 cm dentro de las secciones de construcción de las estructuras.

Se entenderá por zona de colocación libre la comprendida entre alguna, algunas o todas las líneas paralelas a ellas distantes veinte metros.

Cuando los taludes o plantilla de las excavaciones vaya a recibir mamposterías o vaciado directo de concreto, deberán ser afinadas hasta las líneas del proyecto y/o ordenadas por el ingeniero de tal forma que ningún punto de la sección excavada diste más de 10 cm del correspondiente de la sección del proyecto; salvo cuando las excavaciones se efectúen en roca fija, en cuyo caso dicha tolerancia se determinará de acuerdo con la naturaleza del material excavado, sin que esto implique obligación alguna para la Comisión de pagar al contratista las excavaciones en exceso, fuera de las líneas o niveles del proyecto.

El afine de las excavaciones para recibir mamposterías o el vaciado directo de concreto en ellas deberá hacerse con la menor anticipación posible al momento de construcción de las mamposterías o al vaciado del concreto, a fin de evitar que el terreno se debilite o altere por el intemperismo.

Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse con concreto o mamposterías, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar las tuberías y estructuras en general, con un acabado esmerado hasta las líneas o niveles previstos en el proyecto y/o los ordenados por el ingeniero, con una tolerancia en exceso de 25 cm, al pie de los taludes que permita la colocación de la cimbra para concreto, cuando esto sea necesario.

La pendiente que deberán tener los taludes de estas excavaciones será determinada en la obra por el ingeniero, según la naturaleza o estabilidad del terreno y del material excavado considerándose la sección resultante como sección del proyecto. Cuando las excavaciones se realicen en roca fija se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del ingeniero. El material producto de las excavaciones podrá ser utilizado según el proyecto y/o las ordenes del ingeniero en rellenos u otros conceptos de trabajo de cualquier lugar de las obras, sin compensación adicional al contratista.

Cuando para efectuar las excavaciones se requiera la construcción de tabla-estacados o cualquier obra auxiliar, estos trabajos le serán compensados por separado al contratista.

MEDICIÓN Y PAGO. Las excavaciones en roca fija se medirán en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en las excavaciones el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las ordenes del ingeniero.

No se estimarán para fines del pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre excavaciones.

En aquellos casos en que por condiciones del proyecto y/u órdenes del ingeniero el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicio fuera de la zona de libre colocación, se estimará y pagará por separado al contratista este movimiento. Cuando el material producto de las excavaciones de las estructuras sea utilizado para relleno u otros conceptos de trabajo, fuera de la zona de libre colocación, o bien dentro de ella en forma no simultánea a la excavación habiendo sido depositado para ello en un banco de almacenamiento, o utilizado en algún proceso de colocación o compactación que señale el proyecto y/o el ingeniero, estas operaciones serán pagadas y estimadas al contratista por separado.

En resumen, se ratifica que el pago se hará exclusivamente al hecho de considerar las líneas rectas del proyecto y, a continuación, de manera enunciativa, se señalan las principales actividades:

- A) Afloje del material y su extracción.
- B) Compactación o limpieza de plantilla y taludes, y afines.
- C) Remoción del material producto de las excavaciones.
- D) Traspaleos cuando se requiere.
- E) Conservación de las excavaciones.
- F) Extracción de derrumbes.

4. RELLENO Y COMPACTACIÓN

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por *relleno sin compactar* el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por *relleno compactado* aquel que se forme colocando el material en capas aproximadamente horizontales, del espesor que indique el proyecto o señale el ingeniero supervisor, pero en ningún caso mayor de 10 cm en plantilla, mayor de 20 cm en acostillado de tuberías y 50 cm en relleno a volteo en las capas superiores con la humedad que requiera el material, para lograr el 90% de la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pizones manuales o mecánicos hasta obtener la compactación requerida, como se indica en el plano general.

En el caso de cruce de drenes y barrancas, el relleno compactado deberá realizarse hasta 50 cm sobre el lomo del tubo.

Por relleno de excavaciones de zanja se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de conducción y distribución de riego; así como las correspondientes a estructuras auxiliares. Por economía, los rellenos no deberán ser superiores a 200 cm medidos a partir del lomo del tubo de mayor diámetro, cuando esto sea posible. Cuando se requiera alcanzar los niveles necesarios en caminos, estructuras de cruce, o cualquier otra circunstancia, el relleno será el que determine el elemento en cuestión.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos de estructuras y abajo y a ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 70 cm; en el caso de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 20 cm arriba del lomo superior del tubo o según proyecto. Después se continuará el relleno empleado el producto de la propia excavación, colocándolo en capas de 50 cm de espesor como máximo, que serán humedecidas y compactadas hasta lograr el 90% de la prueba Proctor.

Cuando por la naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 cm y colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con la altura de 15 cm sobre el nivel natural del terreno, o de la altura que ordene el ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del ingeniero que así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de compactación, para lo cual el ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de la humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

El relleno total de la zanja se realizará después de realizar y aprobar la prueba de hermeticidad e hidrostática correspondiente a la tubería de conducción.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo-arenosos, y a juicio del ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenosos. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta el nivel de 20 cm. Abajo del nivel natural del terreno vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y aislará toda la costra superficial del relleno anterior y se rellenará totalmente la zanja, consolidando el segundo relleno en capas de 20 cm de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del ingeniero, quien dictará modificaciones y modalidades.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminarán en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones de zanjas o estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocando con aproximación de décimo. El material empleado en el relleno de sobreexcavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga primer kilómetro y descarga en el sitio de utilización del material.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado que esté estipulando (quitar o adicionar).
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.1 Relleno y compactación de plantilla

La plantilla deberá estar libre de rocas o piedras con aristas vivas o puntas que pudieran provocar ralladuras, picaduras o perforaciones a las tuberías, o bien que reduzcan el espesor o que el tráfico vehicular sea muy intenso y pesado. Para que la tubería quede protegida es requisito colocar una plantilla que tiene por objeto evitar estas eventualidades y darle una base firme de sustentación. Esta plantilla puede formarse de material cribado, producto de la excavación, arena de río o tepetate fino y debe tener un espesor de 10 cm.

La medición y pago será en los términos de la especificación general RELLENO Y COMPACTACIÓN.

4.2 Relleno Apisonado de zanja en capas de 20 cm

Una vez colocada la tubería en el fondo de la zanja, se rellena el tercio central de cada tramo de tubo, dejando las uniones libres de relleno y se ejecutarán las pruebas de hermeticidad e hidrostáticas hasta lograr la aprobación del ingeniero supervisor, enseguida se procede a rellenar el resto de la tuberías en capas de 20 cm, separando únicamente las piedras con aristas agudas cercanas al perímetro del tubo; la compactación se hará en los términos de la especificación general RELLENO Y COMPACTACIÓN. En suelos inestables en donde el agua puede cubrir la tubería y produzca una flotación temporal en ésta, se podrá lastrar en tanto se extrae el agua con bombeo de achique.

El compactado en estas capas de 20 cm provee estabilidad a la tubería, el acostillado se debe ejecutar con un pizón tubular en el sentido longitudinal, dando la misma presión en ambos lados de la tubería, hasta lograr la compactación prevista en la especificación RELLENO Y COMPACTACIÓN. De la mitad del tubo hacia arriba la compactación se puede hacer con un pizón plano tradicional o mecánico.

La medición y pago será en los términos de la especificación general RELLENO Y COMPACTACIÓN.

4.3. Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm

El relleno a volteo puede ser el material original excavado que no contenga excesiva cantidad de piedras o protuberancias, el recubrimiento a volteo será el que indique el proyecto en los términos de la especificación RELLENO Y COMPACTACIÓN, este recubrimiento aplica en zonas agrícolas o de poco tránsito. En lugares muy transitados o de paso de vehículos pesados la compactación deberá ser en toda la profundidad, conservando la especificación 4´.

La medición y pago será en los términos de la especificación general RELLENO Y COMPACTACIÓN.

5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro de tuberías, a la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

Los requisitos de calidad deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes. Las tuberías plásticas deberán ser de la clase o resistencia a la presión de trabajo, de los diámetros, espesores y longitudes, previstas en el proyecto y estipulados en el plano de instalación y el catálogo de conceptos del proyecto. De acuerdo con el catálogo de conceptos y los planos de

instalación, los tubos de PVC deberá ser de clase 5 y clase 7, para una presión de trabajo de 5 kg/cm² y 7 kg/cm² respectivamente, indicados en el plano unifilar ó instalación (planos 2A y 2B).

El contratista será responsable del manejo de todos los materiales y equipos, incluyendo los acarrees, carga, descarga, almacenamiento e instalación en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de las siguientes observaciones:

- Al transportar y almacenar los tubos plásticos debe evitarse apoyarlos en puntos tales que provoquen deflexiones o pandeos que permitan la deformación temporal o permanente. Cuando los tubos vayan a estar expuestos al sol por más de quince días, deben almacenarse bajo techo y no cubrirlos con lonas o polietileno, porque esto provoca un incremento en la temperatura.
- Durante la carga y descarga debe evitarse que los tubos reciban impactos. La forma de sujetar los tubos debe ser mediante eslingas o fajas de lona para evitar fuerzas concentradas en el cuerpo de los tubos. Al estibar los tubos, éstos deben acomodarse de tal forma que se queden en forma alternada la espiga y campana. Debe evitarse daño a los biceles, roscas o empaques de los tubos, los cuales deberán ser protegidos con tapas de plástico o como lo recomiende el fabricante.
- Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo adecuado y accesorios auxiliares, cualquier tipo de transporte, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quién tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.
- Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir los materiales, accesorios y equipos durante las maniobras de suministro, por negligencia, inexperiencia del personal de operación.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida el *metro lineal*, entendiéndose como tal, la tubería plástica, suministrada por el contratista en tramos con longitudes especificadas en el plano y catálogo de conceptos e instalada en el lugar y con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión.

Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo costos directos, indirectos y la utilidad del contratista.

5.1 Suministro e instalación de tuberías de PVC.

Aplica para conceptos 5.1 y 5.2 del catálogo de conceptos de la zona de riego

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro de tubería de PVC hidráulico con campana, la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

Los requisitos de calidad deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes, la especificación SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS y las descritas en el plano de instalación y el catálogo de conceptos del proyecto.

El contratista será responsable del manejo de todos los materiales y equipos, incluyendo los acarreos, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de las siguientes observaciones:

- Al transportar y almacenar los tubos debe evitarse apoyarlos en puntos tales que provoquen deflexiones o pandeos que permitan la deformación temporal o permanente. Cuando los tubos vayan a estar expuestos al sol por más de quince días, deben almacenarse bajo techo y no cubrirlos con lonas o polietileno, porque esto provoca un incremento en la temperatura.
- Durante la carga y descarga debe evitarse que los tubos reciban impactos. La forma de sujetar los tubos debe ser mediante eslingas o fajas de lona para evitar fuerzas concentradas en el cuerpo de los tubos. Al estibar los tubos, éstos deben acomodarse de tal forma que se queden en forma alternada la espiga y campana.
- Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo adecuado y accesorios auxiliares, cualquier tipo de transporte, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quién tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.
- Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir los materiales y equipos durante las maniobras de suministro, por negligencia, inexperiencia del personal de operación o equipo y accesorios auxiliares en mal estado, y queda obligada a reponer los daños a satisfacción del área de supervisión.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida el *metro lineal*, entendiéndose como tal, la tubería PVC hidráulico con campana, suministrada por el contratista en tramos de 6 m o la longitud de tramo del fabricante e instalada en el lugar con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión, y su costo total será la suma de precios unitarios de cada uno de los conceptos realizados por el contratista.

Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo costos directos, indirectos y la utilidad del contratista.

6. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PIEZAS Y ACCESORIOS DE TUBERÍAS

6.1 Suministro e instalación de Tee de PVC

6.2 Suministro e instalación de Reducción de PVC

6.3 Suministro e instalación de Codo ó curvas de PVC

6.4 Suministro e instalación de cruceros de PVC

6.5 Suministro e instalación de Tee con elevador de 1 m de PVC para válvula de aire

6.6 Suministro e instalación de Tee hidrante con elevador de 1m de PVC y adaptador macho

6.7 Suministro e instalación de Tapón campana de PVC

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de piezas y accesorios de tuberías plásticas, la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra. Las conexiones específicas en este proyecto se refieren a TEES para crucero, reducciones, codos ó curvas, cruceros, niples, Tee con elevador para válvulas de aire y para hidrantes, y tapones; de PVC de línea hidráulica.

Los requisitos de calidad de cada conexión deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes, y las indicadas en el catálogo de conceptos y el plano de instalación del proyecto.

Dado que en este proyecto existe una presión hidráulica relativamente grande, originada por el desnivel topográfico entre la obra de toma y la zona de riego; las piezas y accesorios de tubería de PVC debe ser de una clase inmediatamente mayor al de la tubería correspondiente. Por ejemplo, en la tubería de clase 5, para una presión de trabajo de 5 kg/cm², las piezas y accesorios deberán ser de clase 7, y las piezas y accesorios correspondientes a la tubería de clase 7, deberán ser de clase 10. Este aumento en la presión de trabajo de las piezas y accesorios no pone en peligro el buen funcionamiento y operación de la red diseñada.

El contratista será responsable del manejo de todos los materiales y conexiones, incluyendo los traslados, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y del cumplimiento de las siguientes observaciones:

- Durante la carga, transporte, descarga y almacenaje las conexiones deben protegerse contra el deterioro o roturas que provoquen daño temporal o permanente.
- Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo adecuado y accesorios auxiliares, cualquier tipo de transporte, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quién tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.

- Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir los materiales y accesorios durante las maniobras de suministro, por negligencia o inexperiencia del personal de operación y queda obligado a reparar los daños a satisfacción del área de supervisión.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida la *pieza*, entendiéndose como tal, la conexión, suministrada e instalada en el lugar con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión

7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE

7.1 Suministro e instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, instalación y prueba de válvula de admisión y expulsión de aire, la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

La válvula de aire es un dispositivo que se instala en la red de tuberías para permitir la entrada y salida de aire, y en algunos casos para aliviar la presión en las tuberías. La conexión a la tubería se hace mediante unión con rosca en el tubo elevador en los puntos que indique el proyecto y los planos general y de instalación. En este proyecto las válvulas deberán ser de marca reconocida, de 75 mm (3") y 50 mm (2") de diámetro, para una presión de operación de 5 kg/cm² y de 7 kg/cm², según su ubicación dentro de los planos de instalación 2A y 2B.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo el suministro, instalación y prueba de válvula de admisión y expulsión de aire de marca reconocida de 75 mm (3") y de 50 mm (2") de diámetro, en clase 5 y clase 7, con cuerpo de fierro fundido, interiores de acero inoxidable y asientos de BUNA N. Se incluye limpieza y recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

La válvula deberá de suministrarse con deflector para evitar que la presión llegue al flotador, así como el Surge Check para su cierre controlado.

El cuerpo de la válvula será limpiado exteriormente perfectamente antes de recubrirse, libre de óxido y grasa, el recubrimiento anticorrosivo que deberá aplicarse será a base de una mano de primario 100% inorgánico de zinc de 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0,009" de espesor a película seca, en color azul marino.

Una vez estando en operación las líneas de conducción, las válvulas deberán ser capaces de admitir o expulsar la cantidad de aire que requieran las tuberías sin ningún problema, en caso de no operar la válvula, el contratista deberá corregir el defecto sin ningún cargo adicional.

El contratista será responsable del manejo de las válvulas, incluyendo los traslados, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir las válvulas durante las maniobras de instalación, por negligencia, inexperiencia del personal de operación o equipo y accesorios auxiliares en mal estado, y queda obligado a reparar los daños a satisfacción del área de supervisión.

Por el precio unitario consignado en el catálogo para este concepto de trabajo, el contratista deberá considerar todos y cada uno de los aditamentos y conexiones necesarias, según lo marque el diseño, de acuerdo con la definición, materiales y equipos que se mencionan en los párrafos anteriores de esta especificación.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago se considerará por *pieza* a la válvula de admisión y expulsión de aire con cierre controlado debidamente suministrada, instalada, pintada y probada a plena satisfacción del Ingeniero Supervisor.

8. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE MARIPOSA.

8.1 Suministro e instalación de válvulas de mariposa

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de válvula de mariposa de Fo. fo., a la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

La válvula de mariposa se instalará en los puntos indicados en el plano de instalación para regular y seccionar el flujo de agua y su alimentación hacia las redes parcelarias.

Las válvulas de mariposa serán de fierro fundido, con bridas, volante y de marca reconocida. La ubicación de cada una de estas válvulas se indica en el plano de instalación. Las válvulas quedarán protegidas en registros de concreto con tapa metálica y portacandado. Incluye el suministro e instalación de la tornillería, tuercas y empaques para la válvula de mariposa.

Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo, herramientas y materiales utilizados, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quien tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.

El contratista deberá emplear los procedimientos y equipos propuestos en el concurso; sin embargo, puede ponerse a consideración del ingeniero para su aprobación. Cualquier cambio que justifique un mejor aprovechamiento de su equipo y mejora en los programas de trabajo, en caso de ser aceptado, no será motivo de cambio en el precio unitario establecido en el contrato.

El contratista será responsable del manejo de las válvulas, incluyendo los traslados, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir las válvulas durante las maniobras de instalación, por negligencia, inexperiencia del personal de operación o equipo y accesorios auxiliares en mal estado, y queda obligado a reparar los daños a satisfacción del área de supervisión.

Por el precio unitario consignado en el catálogo para este concepto de trabajo, el contratista deberá considerar todos y cada uno de los aditamentos y conexiones necesarias, según lo marque el diseño, de acuerdo con la definición, materiales y equipos que se mencionan en los párrafos anteriores de este mismo capítulo.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro de ese precio unitario se incluye el pago de la carga, transporte, descarga, almacenaje e instalación de las válvulas requeridas en el sitio de su utilización.

Para efectos de pago se estimarán en *pieza* efectivamente colocadas por el Contratista y recibidos por el Ingeniero supervisor a satisfacción.

9. HIDRANTES, REGULADORES DE GASTO Y CODOS DE ARRANQUE

9.1. Suministro e instalación de válvula alfalfera hidrante de aluminio

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de válvula alfalfera hidrante la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

El contratista será responsable del daño que pudiera sufrir la válvula alfalfera hidrante durante las maniobras de traslado, almacenamiento e instalación debidas a la negligencia o inexperiencia del personal.

Si bien de acuerdo con el catálogo de conceptos y el plano de instalación del proyecto toda válvula alfalfera hidrante de aluminio debe ser de clase 5, para una presión de trabajo de 5 kg/cm², en caso de no existir en el mercado válvula alfalfera hidrante de aluminio de clase 5, esta última podrá sustituirse por la de clase 7. Este aumento de la presión de trabajo del material no pone en peligro el buen funcionamiento y operación de la red diseñada. En ningún caso se deberá disminuir la clase de la válvula alfalfera hidrante por debajo de la número 5.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida la *pieza*, entendiéndose como tal, la válvula alfalfera hidrante de aluminio, suministrada e instalada en el lugar con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión.

9.2. Suministro e instalación de regulador de gasto

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de regulador de gasto, la adquisición, traslado, almacenamiento e instalación en el lugar de la obra.

El regulador de gasto está compuesto de una aleación de aluminio y hierro fundido, en diámetro de 6 pulgadas, consta de 2 conexiones roscadas adaptables al hidrante o válvula alfallera y a un adaptador roscado que se instala en la tee elevador donde se instala el hidrante.

El contratista será responsable del daño que pudiera sufrir el regulador de gasto durante las maniobras de traslado, almacenamiento e instalación debidas a la negligencia o inexperiencia del personal.

Si bien de acuerdo con el catálogo de conceptos y el plano de instalación del proyecto todo regulador de gasto debe ser de clase 5, para una presión de trabajo de 5 kg/cm^2 , en caso de no existir en el mercado válvula alfallera hidrante de aluminio de clase 5, esta última podrá sustituirse por la de clase 7. Este aumento de la presión de trabajo del material no pone en peligro el buen funcionamiento y operación de la red diseñada. En ningún caso se deberá disminuir la clase del regulador de gasto por debajo de la número 5.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida la *pieza*, entendiéndose como tal, el regulador de gasto de aluminio, suministrado e instalada en el lugar con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión.

9.3. Suministro de codo de arranque para válvula alfallera

DEFINICION Y EJECUCION. Se entenderá por suministro de codo de arranque para válvula alfallera, la adquisición traslado y almacenamiento de este dispositivo en la bodega de la obra. Entre otras funciones los codos de arranque podrá utilizarse para dirigir el agua hacia un sitio específico que pudiera ser una tubería. El codo de arranque requerido es para la válvula alfallera especificada anteriormente. Consta de un volante circular con cuerpo de aluminio, forma esférica y salida de campana, empaque de hule integrado y fijadores de gancho y abrazaderas, para su inserción en la válvula. Consta además, de un vástago de $\frac{1}{2}$ " adaptable a la válvula alfallera para lograr su cierre o abertura

El codo de arranque solicitado es en diámetro nominal de 160 mm y en sistema métrico. El contratista será responsable del daño que pudiera sufrir el codo de arranque durante las maniobras de traslado y almacenamiento, debidas a la negligencia o inexperiencia del personal.

Si bien de acuerdo con el catálogo de conceptos y el plano de instalación del proyecto todo codo de arranque debe de ser de clase 5, para una presión de trabajo de 5 kg/cm^2 , en caso de no existir en el mercado codo de arranque de clase 5, este último podrá sustituirse por el de clase 7. Este aumento de la presión de trabajo del material no pone en peligro el buen funcionamiento y

operación de la red diseñada. En ningún caso se deberá disminuir la clase del codo de arranque por debajo de la número 5.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida la pieza, entendiéndose como tal, el codo de arranque para válvula alfalfa, suministrado por el contratista, en el lugar y con las características que indique el proyecto y ordene el ingeniero, conforme a la presente especificación, entregado a satisfacción del usuario, con visto bueno del área de supervisión. Este concepto de trabajo se pagará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo costos directos e indirectos, y la utilidad del contratista.

10. ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO

10.1 Elaboración y colocación de concreto simple

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por concreto hidráulico el producto endurecido resultante de la combinación y mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento. Esta especificación aplica a los conceptos 10.1 y 10.2.

La construcción de estructuras y obras en general con concreto deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto y/u ordene el ingeniero. Las dimensiones de las estructuras que señale el proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el ingeniero cuando así lo considere conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la comprensión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las partes de la obra, conforme a los planos y especificaciones del proyecto. El contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias de obtención y manejo de muestras representativas para pruebas de concreto.

La localización de las juntas de construcción deberá ser aprobada por el Ingeniero supervisor.

Se entenderá por cemento Portland el material proviene de la pulverización del producto obtenido (clinker) por fusión incipientes de materiales arcillosos y calizas que contengan los óxidos de calcio, silicio, aluminio y hierro, en cantidades convenientemente calculadas y sin más adición posterior que yeso sin calcinar y agua, así como otros materiales que no exceden del 1% del peso total y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento. Dentro de los materiales que de acuerdo con la definición deben considerarse como nocivos, quedan incluidas todas aquellas sustancias inorgánicas de las que se conoce un efecto retardante en el endurecimiento. Los diferentes tipos de cemento Portland se usarán como sigue:

Tipo I. Será de uso general cuando no se requiera que el cemento tenga propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II. Se usará en construcciones de concreto expuestas a la acción moderada de sulfato o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.

Tipo III. Se usará cuando se requiera una alta resistencia rápida.

Tipo IV. Se usará cuando se requiera un calor de hidratación bajo.

Tipo V. Se usará cuando se requiera una alta resistencia a la acción de sulfatos.

El cemento Portland de cada uno de los cinco puntos antes señalados deberá cumplir con las especificaciones físicas y químicas de acuerdo con normas oficiales mexicanas de calidad vigentes.

Se entenderá por cemento Portland puzolánico el material que se obtiene por la molienda simultánea de Clinker Portland, puzolanas naturales o artificiales y yeso. En dicha molienda es permitida la acción de otros materiales que no excedan del 1% y que no sean nocivos para el comportamiento posterior del cemento.

Dentro de los materiales que de acuerdo con la definición deben considerarse como nocivos, queden incluidas todas aquellas sustancias inorgánicas de las que se conoce un efecto retardante en el endurecimiento.

De puzolanas aquellos materiales compuestos principalmente por óxidos de silicio o por sales cálcicas de los ácidos sílicos que en presencia del agua y a la temperatura ambiente sean capaces de reaccionar con el hidróxido de calcio para formar compuestos cementantes.

La arena que se emplee en la fabricación de mortero y concreto, y que en su caso deba proporcionar el contratista, deberá consistir en fragmentos de roca duros de diámetro no mayor de 5 mm densos y durables y libres de cantidades objetables de polvo, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los requisitos siguientes:

- a) Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.
- b) El contenido del material orgánico deberá ser tal, que en la prueba de color (A.S.T.M., designación C-40), se obtenga un color más claro que el estándar, para que sea satisfactorio.
- c) El contenido en polvo, partículas menores de 74 micras: cedazo número 200 (A.S.T.M., designación C-117) ,no deberá exceder del 3% en peso.
- d) El contenido de partículas suaves, tepetates, pizarras, etc., sumando con el contenido de arcillas y limo no deberá exceder del 6% en peso.
- e) Cuando la arena se obtenga de bancos naturales de este material, se procurará que su granulometría este comprendida entre los límites máximos y mínimos, especificación A.S.T.M. E .11.3 a.

Cuando se presenten serias dificultades para conservar la graduación de la arena dentro de los límites citados, el ingeniero podrá autorizar ligeras variaciones al respecto. Salvo en los casos en que el ingeniero otorgue autorización expresa por escrito, la arena se deberá lavar siempre.

La arena entregada a la planta mezcladora deberá tener contenido de humedad uniforme y estable, no mayor de 6 por ciento.

El agregado grueso que se utilice para la fabricación de concreto y que deba proporcionar el contratista, consistirá en fragmentos de roca duros, de un diámetro mayor de 5.0 mm densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.
- b) La densidad absoluta no deberá ser menor de 2.4.
- c) El contenido de polvo, partículas menores de 74 micras: número 200 (A.S.T.M., designación C-117), no deberá exceder del 1% en peso.
- d) El contenido de partículas suaves determinado por la prueba respectiva Método estándar de *U.S Bureau of Reclamation* (designación 18), no deberá exceder del 1% en peso.
- e) No deberá contener materia orgánica, sales o cualquier otra sustancia extraña en proporción perjudicial para el concreto.

Los ingredientes de concreto se mezclarán perfectamente en las revolvedoras de tamaño y tipo aprobado, y diseñadas para asegurar la distribución uniforme de todos los materiales componentes al final del periodo de mezclado.

El tiempo se medirá después de que estén en la revolvedora todos los materiales, con excepción de la cantidad total de agua. Los tiempos mínimos de mezclado han sido especificados basándose en un control apropiado de la velocidad de rotación de la revolvedora cuando lo juzgue conveniente. El concreto deberá ser uniforme en composición y consistencia de carga, excepto cuando se requiera cambios en composición o consistencia. El agua se introducirá en la revolvedora, antes, durante y después de la carga de la revolvedora. No se permitirá el sobre mezclado excesivo que requiera la adición de agua para preservar la consistencia requerida del concreto. No se permitirá vaciar concreto en agua corriente y ningún colado deberá estar expuesto a un flujo de agua sin que haya alcanzado su fraguado inicial.

El concreto que haya endurecido al grado de no poderse colocarse, será desechado. El concreto se vaciará siempre en posición final y no dejará que se escurra, permitiendo o causando segregación. No se permitirá la separación excesiva del agregado grueso a causa de dejarlo caer desde una gran altura o muy desviado de la vertical o porque choque contra las formas o contra las varillas de refuerzo; donde tal separación pudiera ocurrir se colocarán canaletas y deflectores adecuados para confinar y controlar la caída del concreto. Excepto donde se interpongan juntas,

todo el concreto en formas se colocará en capas continuas, aproximadamente horizontales, cuyo espesor generalmente no excederá de 50 centímetros. La cantidad del concreto depositado en cada sitio estará sujeta a la aprobación del ingeniero. Las juntas de construcción serán aproximadamente horizontales a no ser que se muestren de otro modo en los planos o que lo ordene el ingeniero y se les dará la forma prescrita usando moldes donde sea necesario o se asegura una unión adecuada con la colocada subsecuente, retirando la "nata superficial" a base de una operación de "picado" satisfactoria.

Todas las intersecciones de las juntas de construcción con superficies de concreto quedarán a la vista, se harán rectas y a nivel o a plomo, según el caso.

Cada capa de concreto se consolidará mediante vibrado hasta la densidad máxima practicable, de manera que quede libre de bolsas de agregado grueso y se acomode perfectamente contra todas las superficies de los moldes y materiales ahogados. Al compactar cada capa de concreto, el vibrador se pondrá en posición vertical y se dejará que la cabeza vibradora penetre en la parte superior de la capa subyacente para vibrarla de nuevo.

La temperatura del concreto al colar no deberá ser mayor de 27 °C y no deberá ser menor de 4 °C. En los colados de concreto durante los meses de verano, se emplearán medios aprobados para mantener la temperatura del concreto al vaciarse dentro de la temperatura máxima específica. En caso de tener temperaturas menores de 4 °C no se harán colados de concreto.

El concreto se compactará por medio de vibradores eléctricos o neumáticos del tipo de inmersión. Los vibradores de concreto que tengan cabezas vibratoras de 10 centímetros o más de diámetro, se operarán por lo menos a frecuencias de 6000 vibraciones por minuto cuando sean metidos en el concreto.

Los vibradores de concreto que contengan cabezas vibratoras de menos de 10 cm de diámetro se operarán cuando menos a 7000 vibraciones por minuto cuando estén metidos en el concreto. Las nuevas capas de concreto no se colocarán hasta que las capas colocadas previamente hayan sido debidamente vibradas. Se tendrán cuidado en evitar que la cabeza vibradora haga contacto con las superficies de madera.

Todo el concreto se "curará" con membrana o con agua. Las superficies superiores de los muros serán humedecidas con yute mojado u otros medios efectivos tan pronto como el concreto se haya endurecido lo suficiente para evitar que sea dañado por el agua y las superficies se mantendrán húmedas hasta que se aplique la composición para sellar. Las superficies moldeadas se mantendrán húmedas antes de remover las formas y durante la remoción.

El concreto curado con agua se mantendrá mojado por lo menos 21 días inmediatamente después del colado del concreto o hasta que sea cubierto con concreto fresco por medio del material saturado de agua por un sistema de tuberías perforadas, regaderas mecánicas o mangueras porosas, o por cualquier otro método aprobado por el ingeniero, que conserve mojadas las superficies que se van a curar continuamente. El agua utilizada para el curado llenará los mismos requisitos que la usada en la revolvedora de concreto.

El curado con membrana se hará con aplicación de una composición para sellar un pigmento blanco que forme una membrana que retenga el agua en la superficie del concreto.

Para usar la composición para sellar, se agitará previamente a fin de que el pigmento se distribuya uniformemente con el vehículo. Se revolverá por medio de un agitador mecánico efectivo operado por motor, por agitación por aire comprimido introducido en el fondo del tambor, por medio de un tramo de tubo o por otros medios efectivos. Las líneas de aire comprimido estarán provistas de trampas efectivas para evitar que el aceite o la humedad entre la composición.

La resistencia del concreto para atraques, silletas así como para el encamisado de la tubería que cruza barrancas será la indicada en el catálogo de conceptos.

MEDICIÓN Y PAGO. El concreto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal, y de acuerdo con la resistencia de proyecto; para la cual se determinará directamente en la estructura el número de metros cúbicos colocados según el proyecto y/o órdenes del ingeniero.

No se medirá para fines de pago los volúmenes de concreto colocados para ocupar sobre excavaciones imputables al contratista.

De manera enunciativa se señalan a continuación las principales actividades que se contemplan en estos conceptos:

- El suministro del cemento en la cantidad que se requiera, incluyendo mermas y desperdicios para dar la resistencia requerida.
- La adquisición y/u obtención de la arena y la grava en las cantidades necesarias con mermas y desperdicios, incluyendo carga, acarreo a 10 km y descarga.
- El suministro de agua con mermas y desperdicios.
- El curado con membrana y/o agua y/o curacreto.
- La mano de obra y equipo necesarios.

Se ratifica que el Contratante, al utilizar estos conceptos, está pagando unidades de obra terminada y con la resistencia especificada, por lo que el Contratista tomará las consideraciones y procedimientos constructivos de su estricta responsabilidad para proporcionar las resistencias exigidas en el proyecto.

10.2 Elaboración y colocación de concreto ciclópeo

DEFINICION Y EJECUCION. Por mampostería de piedra y concreto ciclópeo se entenderá el suministro e instalación de piedra y concreto necesarios para la correcta instalación de una camisa de protección de la red de conducción y sus piezas y accesorios correspondientes, para el cruce de barrancas mediante sifones de PVC, indicados en los planos general y unifilar ó de instalación.

Sobre la tubería del sifón de cruce de barranca o arroyo, previa compactación con material de relleno, se colocará una capa de al menos 40 cm concreto ciclópeo, sobre la cual se colocará una

capa de piedra mamposteada o junteada con el mismo concreto hasta el fondo de la corriente a cruzar.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá mampostería de piedra y concreto ciclópeo en *lote*, entendiéndose como tal, el suministro e instalación de piedra y concreto necesarios para la correcta instalación de una camisa de protección de la red de conducción y sus piezas y accesorios correspondientes, para el cruce de barrancas mediante sifones de PVC.

11. REGISTROS PARA VÁLVULAS DE MARIPOSA

DEFINICION Y EJECUCION. Por construcción de registro con tapa, candado y escalera metálica se entenderá la excavación y construcción de una estructura de mampostería con losa de concreto armado para alojar la válvula de mariposa incluida en la red de conducción.

Este registro será construido en el lugar señalado por el proyecto y sus dimensiones corresponderán a aquellas indicadas en el catalogo de conceptos y en los detalles de los planos general y de instalación del proyecto. En este caso la válvula de mariposa será alojada en un registro de dimensiones 1.30 m x 1.30 m x 1.3 m.

La construcción del registro deberá hacerse previamente a la colocación de la válvula. Las dimensiones del registro, el armado de las losas superior e inferior, el armado de los muros perimetrales, las características de la tapa metálica y de la escalera así como los niveles de las rasante de la tubería, de la válvula y del registro en general serán conforme a las indicadas en el detalle presentado en el plano general del proyecto.

La construcción de los registros deberá hacerse previamente a la colocación de las válvulas, quedando la cimentación a nivel correspondiente para que queden asentadas correctamente respetando los niveles de proyecto de la rasante de la tubería.

Los registros serán de mampostería común de tabiques de 7 x 14 x 28 cm junteados con mortero cemento-arena en proporción de 1:3. Los tabiques deberán de ser mojados previamente a su colocación y dispuestos en hiladas horizontales, con juntas cuyo espesor no exceda 1.5 cm; cada hilera deberá quedar con tabiques desplazados con respecto a la anterior, de forma tal que no exista coincidencia entre las juntas verticales. El paramento interior de los muros perimetrales se recubrirá con un aplanado de mortero cemento-arena en proporción 1:3 siendo su espesor mínimo de 1 cm y será terminado con llana o regla y pulido fino de cemento. Los aplanados deberán de ser curados durante 10 días con agua. El ancho de los muros de registro no deberá ser menor de 20 cm (14 cm del tabique más 6 cm del aplanado). La cimentación del registro será formada por una losa de concreto con refuerzo de malla electrosoldada tipo Armex de al menos 10 cm de espesor y sobre esta base se apoyarán los muros perimetrales del registro, debiendo existir una correcta liga entre muros y losa.

Los muros de los registros serán rematados con una cadena perimetral y castillos de 10 cm de peralte y 20 cm de ancho, construida con concreto simple de 200 Kg/cm² y con refuerzo tipo Armex. En el perímetro interior de esta cadena se colocará un marco de ángulo de 2" x 2" x 1/8". Las tapas

de los registros serán de lámina calibre 18 y de dimensiones aproximadas a 0.70 m x 0.70 m. Un extremo de la tapa contará con bisagras metálicas que serán soldadas a un extremo del marco metálico del registro, de manera que se pueda levantar la tapa del registro para operar la válvula de mariposa. En el extremo libre de la tapa metálica y del marco del registro se colocarán juntas metálicas perforadas para colocar un candado que permita tener control sobre la apertura y cierre del registro.

Es recomendable que la parte superior del registro sobresalga al menos 5 cm del terreno natural.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá la construcción de registro en *lote*, entendiéndose como tal, la excavación, suministro y habilitación de acero, construcción del registro, suministro e instalación de la tapa metálica y escalera, suministro del candado y accesorios diversos relacionados con el registro.

Para efectos de pago se estimarán en *pieza* efectivamente colocadas por el Contratista y recibidos por el Ingeniero supervisor a satisfacción.

ANEXO A. PRUEBA HIDROSTÁTICA DE LAS TUBERÍAS

1. Objetivo

Esta prueba tiene por objeto establecer los requisitos mínimos para probar en campo la hermeticidad y operación hidráulica, así como revisar los procedimientos, equipos, materiales y recursos necesarios, para llevar a cabo las pruebas hidrostáticas (estanquidad) en las líneas de conducción de agua del proyecto de entubamiento de la red parcelaria e interparcelaria de la unidad de Iguala, Gro. Los tramos de tubería de PVC, deben probarse para corroborar el cumplimiento de especificaciones de construcción, instalación y fabricación de tubos, coples y anillos de hule, siguiendo esta propuesta de prueba. Esta propuesta ha tenido el soporte de una exhaustiva revisión de las especificaciones con que fue ejecutada la obra y el cuidado de adaptación de los puntos críticos de prueba, tanto de preparación, como del método de prueba en campo, para no dañar los tramos de tubería.

El resultado de este trabajo es una propuesta técnica específica que asegura los requisitos o especificaciones mínimos que deben reunirse en la revisión y pruebas de líneas de conducción, que incida en los objetivos para los que fueron construidas.

Esta propuesta se fundamenta principalmente en la NORMA TÉCNICA CNA-NT-V-OC 001 "Línea de conducción de agua potable – prueba hidrostática" de noviembre de 1998 de la CNA, las especificaciones de los fabricantes de tuberías de PVC.

2. Preparación de la prueba

Mantener descubiertas todas las uniones o acoplamientos de las líneas de PVC.

Verificar que las líneas estén libres de objetos extraños en su interior, realizando una inspección visual y de ser posible introducir una cámara de video.

Verificar que la posición de los anillos en tuberías de PVC sea la correcta. En caso de que el sello de hule esté movido o fuera de su posición, deberá corregirse antes de continuar con los trabajos de preparación.

Verificar que la instalación de las válvulas de admisión y expulsión de aire estén completas y a la distancia proyectada, de 2 pulgadas de diámetro.

Verificar que se hayan construido los atraques de concreto respectivos de cada red en las deflexiones horizontal y vertical de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Los atraques en codos, tees y tapones deberán construirse al menos una semana antes de iniciar las pruebas.

Considerando las presiones normales de trabajo, más una sobrepresión en la línea de 2.5 kg/cm², la tubería deberá soportar una presión de prueba de 7.5 kg/cm².

Previamente al llenado deberán instalarse medidores de propela para verificar el gasto, el volumen y la velocidad de llenado.

Una vez que se hayan preparado y asegurado todos los puntos anteriores, las redes deberán llenarse con agua y dejar reposar cuando menos 24 horas, con la finalidad de permitir que en sus uniones tenga un máximo de absorción de agua. Deberá agregarse agua adicional para reemplazar la absorbida por la línea.

Para el llenado inicial de las tuberías, podrá abrirse parcialmente las válvulas de mariposa colocadas al inicio de cada red, procurando una velocidad de llenado menor a 0.5 m/s.

3. Especificaciones de prueba

3.1 Presión de prueba

Las líneas de conducción en todos sus tramos, deberán soportar la presión de prueba durante 1.5 horas como mínimo para PVC. La norma indica que la presión de prueba de la tubería de PVC es 1.5 veces la presión de trabajo (5 kg/cm²); es decir, una presión de prueba de 7.5 kg/cm².

3.2 Volumen de agua compensado

Durante el tiempo de prueba (1.5 horas de PVC), el volumen de agua que se adiciona a las redes, para mantener la presión de prueba, no debe ser mayor que el especificado en la norma, en este caso, el gasto para PVC debe calcularse con la ecuación 1:

$$q = \frac{ND\sqrt{P}}{132283} \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

- q es la fuga permitida, en l/h
- N cantidad de uniones en tubería probada de PVC
- D diámetro nominal de la tubería, en mm
- P promedio de la presión de prueba durante la prueba de fuga, en kPa.

O bien en sistema métrico

$$q = 0.972 \text{ l/día/km/mm diámetro de tubo de PVC}$$

3.3 Volumen permisible

Para determinar el gasto de inyección permisible se usará la ecuación 2:

$$q = Fnd \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- q es el gasto permisible inyectado, en l/h
- F factor de prueba = $3.03644 \times 10^{-4} (P)^{0.5}$
- P presión de prueba, en kg/cm^2
- n número de coples = L/l
- d diámetro en mm
- L longitud del tramo, en m
- l longitud de cada tubo, en m

Aplicando las ecuaciones 1 y 2 se puede determinar el gasto a compensar y el gasto de inyección permisible para cada diámetro y longitud de tubería probada.

4. Equipos y materiales

Agua con calidad para riego

Ocho válvulas de expulsión de aire de 25 mm de diámetro a cada 60 m

Una bomba hidráulica manual

Dos manómetros con capacidad del doble de la presión que requiere la prueba, en este caso de 25.0 kg/cm^2 ; por seguridad en la lectura de la presión se deberán instalar dos manómetros en la línea de la bomba manual.

Una válvula de alivio adecuada a la línea de la bomba manual.

Tubería flexible con capacidad para soportar la presión de prueba 10.5 kg/cm^2 , que acopla la bomba manual a las tuberías de conducción probadas.

Un depósito con capacidad para 200 litros de agua con escala graduada.

Un cronómetro.

Dos tapones para los extremos donde no se cuenta con válvulas de cierre.

5. Procedimiento

Una vez cargado el tramo de prueba, deberán cerrarse las válvulas que limitan el tramo inicial de la tubería de conducción, y verificar la hermeticidad de los tapones.

Verificar que los tramos de prueba en ningún caso sean mayores a 250 m.

Verificar que la velocidad de inyección de agua a la tubería no sea mayor de 0.5 m/s.

Antes de aplicar la presión de prueba especificada, deberá eliminarse completamente el aire del tramo de la tubería bajo prueba; la purga de aire deberá hacerse en cada 1.0 kg/cm² (15 lb/pulg²) de aumento de presión.

Alcanzada la presión de prueba, se debe mantener el tiempo especificado de 1.5 horas en PVC para realizar la inspección visual del tramo en busca de posibles fugas.

La inspección visual será en la línea, válvulas, accesorios, piezas especiales y en general en los equipos de la planta de bombeo.

Al término de dos horas si se presentara caída de presión se inyectará agua aforada hasta llegar a la presión de prueba. Finalmente se compara el volumen inyectado con el permisible.

Todos los elementos defectuosos, tanto del sistema, como del equipo de prueba, deberán ser reparados o reemplazados, y la prueba debe repetirse hasta que cualquier fuga visible sea detenida y se alcancen los requisitos de aprobación.

La prueba se dará por concluida con las siguientes acciones:

Desconectar la manguera de suministro de presión y cerrar o eliminar el elemento de conexión utilizado.

Remover las válvulas de expulsión de aire de 25 mm de diámetro (de esfera), colocando los tapones macho correspondientes.

Colocar el relleno definitivo, de acuerdo con las especificaciones de proyecto, compactando al 90% de la prueba Proctor.

Elaborar el informe de resultados de la prueba hidrostática

6. Informe

El informe deberá contar con los siguientes datos:

Especificaciones de la tubería probada (material, tipo, diámetro, espesor y longitud de la línea).

Longitudes y cantidad de uniones de los tramos probados.

Fecha de prueba de cada tramo

Tiempo de reposo de la tubería (en caso de ser necesario), tiempo total requerido de prueba y por sección.

Temperatura del medio ambiente

Resultado de la prueba: Dictamen, en caso de falla de la sección reportar lo siguiente:

Identificación de las secciones que fallaron

Presiones alcanzadas

Cantidad de fugas mayores que las permitidas

Descripción de la fuga localizada

Descripción de las acciones correctivas tomadas

Características del equipo utilizado

Situación que guarda la preparación de la línea

Nombre, cargo y firma del supervisor.

Anexo 5.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA DERIVADORA Y OBRA DE TOMA, DE LA UNIDAD DE RIEGO DE TIXTLA, ESTADO DE GUERRERO.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Coordinación de Riego y Drenaje
Subcoordinación de Ingeniería de Riego
Preparó: M. C. J. Eduardo Moreno B.
Jiutepec, Mor., Noviembre de 2007

CONTENIDO

0 OBSERVACIONES GENERALES

1 DESPALME Y DESMONTE DE TERRENO

1.1 Despalme y desmonte

2 TRAZO Y NIVELACIÓN

2.1 Trazo y nivelación de terreno para alojar estructuras

3 EXCAVACIONES

3.1 Excavación de zanja en material común, excepto roca para alojar estructuras.

3.2 Excavación en material tipo III roca fija para alojar estructuras.

3.3 Excavación en material común, para reconstruir taludes del arroyo aguas abajo de la derivadora.

4 RELLENO Y COMPACTACIÓN

4.1 Relleno y compactación al 95% de la prueba proctor en capas de 30 cm con arcilla proveniente de excavación en taludes de entrada de la derivadora.

4.2 Relleno y compactación al 90% de la prueba proctor en capas de 50 cm, con tepetate en los costados de los muros.

5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA DESLIZANTE CIRCULAR TIPO MILLER

5.1 Suministro e instalación de compuerta deslizante circular tipo Millar de 450 mm (18") de diámetro de fo.fo. y acero, peso aproximado de 100 kg.

6 CONCRETO HIDRÁULICO

6.1 Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm² para elaborar losas, zapatas corridas, dique y muros de contención.

7 SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO DE REFUERZO

7.1 Suministro y habilitación de acero de refuerzo con F_y de 4200 kg/cm² para construcción de obra de cabeza.

7.2 Suministro y habilitación de acero estructural para fabricación de rejilla con solera de 1/4"x7/4" y ángulos de 2"x2"x5/16" en obra de toma.

7.3 Suministro, habilitación e instalación de escalera marina con varilla corrugada de 25.4 mm (1").

7.4 Suministro, habilitación y colocación de barandilla de tubo de acero estructural en obra de toma.

8 MAMPOSTERÍAS

8.1 Suministro y colocación de piedra braza para formar colchón en rampa de salida

8.2 Fabricación y colocación de zampeado de mampostería de piedra braza junteada para recubrir taludes de entrada y salida.

8.3 Suministro y colocación de filtro de grava y arena en rampa de salida

9 CONCEPTOS DIVERSOS

9.1 Suministro, habilitación y formación de cimbra común para colado de elementos de concreto aparente

9.2 Suministro, habilitación y prueba de tablonces de 6.35x30x250 cm para represar el agua

9.3 Suministro de rollo de neopreno de 15"x1" como junta de expansión.

9.4 Bombeo de achique, con bomba de 2" de diámetro de combustión interna, en cruce del río.

9.5 Bombeo de achique, con bomba de 3" de diámetro de combustión interna, en obra de cabeza.

0 OBSERVACIONES GENERALES

La empresa ejecutora de los trabajos motivo de estas especificaciones, recibirá en campo del organismo contratante los puntos necesarios con los bancos de nivel o puntos de control para llevar a cabo el trazo y la ejecución de todas las obras e instalaciones determinadas en los planos de este proyecto ejecutivo. Estas especificaciones se corresponden con el catálogo de conceptos del proyecto ejecutivo.

1 DESPALME Y DESMONTE DE TERRENO

1.1 Despalme

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por limpieza y despalme a: la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de una estructura o terraplén y, en general, la remoción de capas de terreno inadecuadas para todo tipo de construcciones.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales que se utilicen en la construcción de las obras. Previamente al despalme, la superficie deberá ser desmontada. El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explorar, colocándolo en la zona de libre colocación o en aquella que señale el ingeniero.

Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a éste distante sesenta metros; aunque en el caso en que el material deba ser retirado fuera de la obra, se valorará con concepto diferente.

MEDICIÓN Y PAGO. El despalme se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal.

En el caso de que el material producto del despalme deba ser retirado, por condiciones del proyecto y/o por las instrucciones del ingeniero, fuera de la zona de libre colocación se pagarán los acarreos correspondientes.

Desmante

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Este trabajo consiste en efectuar algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción y los bancos de préstamo indicados en los planos o el desmante que ordene el ingeniero residente. Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desmante deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación. Se entenderá por zona de libre de colocación, a la franja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a ésta, a una distancia de sesenta metros.

El material aprovechable proveniente del desmonte será propiedad de la Comisión Nacional del Agua o en su caso del Organismo contratante y deberá ser estibado en los sitios que indique el ingeniero supervisor; no pudiendo ser utilizados por el contratista sin el previo consentimiento del propietario.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado, tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios. Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desmonte efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del contratista.

Las operaciones de desmonte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

MEDICIÓN Y PAGO. El desmonte se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal. No se estimará para fines de pago el desmonte que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto o las ordenadas por el ingeniero.

Si la quema de material "no aprovechable" no pudo ser efectuada en forma inmediata al desmonte por razones no imputables al contratista, se computará únicamente un avance del 90 % del desmonte efectuado. Cuando se haga la quema y se terminen los trabajos de desmonte, se estimará el 10% restante.

2 TRAZO Y NIVELACIÓN

2.1 Trazo y nivelación de terreno para alojar estructuras

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por trazo y nivelación los trabajos que realizará el contratista para proporcionar el direccionamiento de las líneas de conducción y posicionamiento de las estructuras de la obra de cabeza, y en general aquellas que marcan los planos del proyecto, tanto en el plano horizontal como vertical, apoyándose en los bancos de nivel que previamente se hayan tomado de referencia y sobre los cuales se hayan realizado los levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos. Se deberá respetar la elevación en la rasante de la tubería y del fondo de la zanja indicada en los perfiles; cuando existan modificaciones en los niveles de posicionamientos de la obra de toma, estos deberán corresponderse con la rasante de la última versión del plano modificado, indicadas en los detalles de los planos general y estructural. También deberán observarse los ángulos de las deflexiones horizontales y verticales, así como los niveles que marque el proyecto.

MEDICIÓN Y PAGO. El trazo y nivelación se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal. No se estimará para fines de pago de este concepto los trabajos que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto y sean ordenadas por el ingeniero.

3 EXCAVACIONES

3.1 Excavación en material común, excepto roca para alojar estructuras.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por *material común*, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que midan aisladamente menos de 0.75 m³ y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Para clasificar el material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto parcialmente por material común y roca fija se determinará por estimación el porcentaje en cada uno de estos materiales que interviene en la composición del volumen total.

Se entenderá por excavación de cualquier cavidad la que se realice según el proyecto o bien ordene el ingeniero para alojar las estructuras y tubería de conducción, las obras y estructuras en general que requiera el proyecto, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar la pantalla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados del arroyo o de la zanja, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos, y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de las obras e instalaciones. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos, como se indica en los planos correspondientes.

Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con un equipo mecánico previamente a la excavación normal cuando se requiera.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de la misma no diste en ningún caso más de 5 cm de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería y las estructuras que se construyan en la misma, quede a la profundidad señalada, con la pendiente y tipo de acabado del desplante de las obras.

La profundidad de la cavidad será medida hacia abajo a partir del nivel actual del terreno y sobre el perfil medio que ocupará la cavidad, hasta el fondo de la excavación.

El afine de los últimos 10 cm del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de las plantillas para la construcción e instalación de estructuras. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de cavidades y la construcción de estructuras e instalación de tubería se requiere un nuevo afine, éste será por cuenta exclusiva del contratista.

Cuando la resistencia del terreno o algún estrato de este o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes o taludes, a juicio del ingeniero, éste ordenará al contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor. Las características y formas de los ademes y puntales serán determinadas por el ingeniero en corresponsabilidad con el contratista, así como de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para los trabajadores y para las obras, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademado o apuntalamiento.

El criterio constructivo del contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación no será motivo de cambio en el precio unitario; deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir. No será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las cavidades o zanjas, serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones previamente determinadas.

Las excavaciones para desplantar las cimentaciones de la cortina de la presa derivadora, así como las obras de desfogue, de toma, desarenador, las rampas de entrada y vertedora, deberán realizarse sin alterar el suelo firme de desplante. La maleza acuática y la materia orgánica propia del cauce, así como la basura depositada deberán ser retiradas para no contaminar el suelo de desplante o el que pueda servir de relleno. Los taludes del cauce deberán ser estabilizados antes de recibir el concreto hidráulico reforzado. En caso de tener escurrimientos en el cauce tendrán que construirse las obras de desvío necesarias.

Se ratifica que el pago que el organismo contratante realiza por excavaciones está en función de la sección del proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de zanjas o cualquier otra cavidad prevista en el proyecto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Al contratista le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia. Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso del material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 cm que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para el organismo contratante, quien ordenará y pagará en todo caso al contratista las obras de desviación o el bombeo de achique que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso que se haya usado bombeo de achique para abatir el nivel excedido de agua; asimismo, en terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación y cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

- a) Afloje del material y su extracción.
- b) Compactación, limpieza de plantilla y afine de taludes.

- c) Remoción del material sobrante producto de las excavaciones.
- d) Traspaleos verticales y horizontales cuando éstos sean procedentes.
- e) Conservación de las excavaciones hasta la construcción satisfactoria de estructuras.
- f) Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y del estado en que se encuentre; es decir, seco o en agua.

3.2 Excavación en material tipo III roca fija para alojar estructuras.

Se entenderá por material tipo III o *roca fija* la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el uso del zapapico y que sólo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta o peñascos que midan aisladamente más de 0.75 metros cúbicos.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del ingeniero, afinándose en tal forma que ninguna saliente de terreno penetre más de 1.0 cm dentro de las secciones de construcción de las estructuras.

Se entenderá por zona de colocación libre, la comprendida entre algunas o todas las líneas paralelas a ellas distantes veinte metros.

Cuando los taludes o plantilla de las excavaciones vaya a recibir mamposterías o vaciado directo de concreto, deberán ser afinadas hasta las líneas del proyecto y/o las ordenadas por el ingeniero de tal forma que ningún punto de la sección excavada diste más de 10 cm del correspondiente de la sección del proyecto; salvo cuando las excavaciones se efectúen en roca fija, en cuyo caso dicha tolerancia se determinará de acuerdo con la naturaleza del material excavado, sin que esto implique obligación alguna para el organismo contratante de pagar al contratista las excavaciones en exceso, fuera de las líneas o niveles del proyecto.

El afine de las excavaciones para recibir mamposterías o el vaciado directo de concreto en ellas, debe hacerse con el menor tiempo de anticipación posible al momento de construcción de las mamposterías o al vaciado del concreto, a fin de evitar que el terreno se altere por la erosión.

Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse con concreto o mamposterías, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar las tuberías y estructuras en general, con un acabado esmerado hasta las líneas o niveles previstos en el proyecto y/o los ordenados por el ingeniero,

con una tolerancia en exceso de 25 cm, al pie de los taludes que permita la colocación de la cimbra para concreto, cuando esto sea requerido.

La pendiente que deberán tener los taludes de estas excavaciones será determinada en la obra por el ingeniero, según la naturaleza o estabilidad del terreno y del material excavado considerándose la sección resultante como sección del proyecto. Cuando las excavaciones se realicen en roca fija se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del ingeniero. El material producto de las excavaciones podrá ser utilizado según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero en rellenos u otros conceptos de trabajo de cualquier lugar de las obras, sin compensación adicional al contratista.

Cuando para efectuar las excavaciones se requiera la construcción de tabla-estacados o cualquier obra auxiliar, estos trabajos le serán compensados por separado al contratista.

MEDICIÓN Y PAGO. Las excavaciones en roca fija se medirán en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en las excavaciones el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre excavaciones.

En aquellos casos en que por condiciones del proyecto o por órdenes del ingeniero, el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicio fuera de la zona de libre colocación, se estimará y pagará por separado al contratista este movimiento. Cuando el material producto de las excavaciones de las estructuras, sea utilizado para relleno u otros conceptos de trabajo, fuera de la zona de libre colocación, o bien dentro de ella en forma no simultánea a la excavación, habiendo sido depositado para ello en un banco de almacenamiento, o utilizado en algún proceso de colocación o compactación que señale el proyecto y/o el ingeniero, estas operaciones serán pagadas y estimadas al contratista por separado.

Por los resultados de los dos muestreos llevados a cabo *in situ*, aparentemente no existe roca fija; sin embargo, en previsión y en caso de encontrarse algún afloramiento rocoso, se ha estimado un volumen de excavación en este tipo de terreno.

En resumen, se ratifica que el pago se hará exclusivamente al hecho de considerar las líneas rectas del proyecto. A continuación de manera enunciativa, se señalan las principales actividades:

Afloje del material y su extracción.

Compactación, limpieza de plantilla y afines de taludes.

Remoción del material sobrante producto de excavaciones.

Traspaleos cuando se requiere.

Conservación de las excavaciones.

Extracción de derrumbes.

3.3 Excavación en material común, excepto roca para reconstruir taludes del arroyo aguas debajo de la derivadora.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por *material común*, la grava, boleos, tierra, arena, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que midan aisladamente menos de 0.75 m³ y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Para clasificar el material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto parcialmente por material común y roca fija se determinará por estimación el porcentaje en cada uno de estos materiales que interviene en la composición del volumen total.

Se entenderá por excavación o remoción de materiales depositados en el lecho del río o cualquier otra cavidad la que se realice según el proyecto o bien ordene el ingeniero para reconstruir los taludes del arroyo Tomatal, desde la banquetta hasta 75.00 m agua debajo, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación y formación de talud en la margen izquierda del arroyo, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos, y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de las obras e instalaciones. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos, como se indica en los planos correspondientes.

Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con un equipo mecánico previamente a la excavación normal cuando se requiera.

La profundidad de la cavidad será medida hacia abajo a partir del nivel actual del terreno, hasta el fondo de la pendiente natural del cauce. El ancho del cauce será medido entre las dos paredes verticales paralelas que delimitan la derivadora.

Cuando la resistencia del terreno o algún estrato de este o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de los taludes, a juicio del ingeniero, éste ordenará al contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor. Las características y formas de los ademes y puntales serán determinadas por el ingeniero, en corresponsabilidad con el contratista de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para los trabajadores y para las obras, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademado o apuntalamiento de los taludes.

El criterio constructivo del contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación no será motivo de cambio en el precio unitario; deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir. No será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en

las cavidades, serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones previamente determinadas.

Las excavaciones para restituir el nivel original del cauce a partir de la banquetta de la presa derivadota hacia aguas abajo, deberán realizarse sin alterar el suelo natural del cauce. Los taludes del cauce deberán ser estabilizados y compactados con el ángulo de reposo del material.

Se ratifica que el pago que el organismo contratante realiza por excavaciones, estará en función de la sección del cauce, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de la cavidad prevista en el proyecto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Al contratista le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia. Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso del material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 cm que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para el organismo contratante, quien ordenará y pagará en todo caso al contratista las obras de desvío o el bombeo de achique que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material en estado seco o húmedo, cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso que se haya usado bombeo de achique para abatir el nivel freático.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

- a) Afloje del material y su extracción.
- b) Compactación, limpieza de plantilla y afine de taludes de las cavidades.
- c) Remoción del material sobrante producto de las excavaciones.
- d) Traspaleos verticales y horizontales cuando éstos sean procedentes.
- e) Conservación de las excavaciones hasta la restitución satisfactoria de los taludes.
- f) Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y del estado en que se encuentre; es decir, seco o húmedo.

4 RELLENO Y COMPACTACIÓN

Especificación general

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por *relleno sin compactar* el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por *relleno compactado* aquel que se forme colocando el material en capas aproximadamente horizontales, del espesor que indique el proyecto o señale el ingeniero supervisor, pero en ningún caso mayor de 10 cm en plantilla, mayor de 20 cm en acostillado de tuberías, mayor de 30 cm en formación de terraplenes y 50 cm en relleno a volteo en las capas superiores con la humedad que requiera el material, para lograr el 95% de la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pisones manuales o mecánicos hasta obtener la compactación requerida, como se indica en el plano estructural.

Por relleno de excavaciones de zanjas o cavidades se entenderá al conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las estructuras.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras o materia orgánica, deberá ser cuidadosamente colocada y compactada abajo, a los lados de los cimientos de estructuras y de tuberías. En cimientos para estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 70 cm; el relleno con producto de la propia excavación, colocándolo en capas de 50 cm de espesor como máximo, que serán humedecidas y compactadas hasta lograr el 90% de la prueba Proctor en muros laterales y 95% en cimentaciones para estructuras.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del ingeniero así lo indiquen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de compactación, para lo cual el ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo-arenosos, y a juicio del ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material muy arenoso.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para cubrir estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalajo o material nuevo.

- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.1 Relleno y compactación al 95% de capas de arcilla de 30 cm con arcilla proveniente de excavación en taludes de entrada de la derivadora.

El relleno y formación de: taludes y rampa de entrada y de salida, base del canal de acceso y obra de toma, se hará en capas de arcilla plástica cohesiva producto de excavación, y se compactará en capas de 30 cm, al 95% de la prueba Próctor, el relleno será el que indique el proyecto en términos de la especificación general 4. Si el volumen de arcilla que resulte de las excavaciones previas no fuera suficiente, se tendrá que hacer el acarreo del material faltante del banco más próximo a la obra de cabeza y no más de 2.00 km.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para cubrir estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalojo o material nuevo.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.2 Relleno y compactación al 90% en capas de tepetate de 50 cm en muros laterales.

El relleno a volteo de muros laterales de la derivadora y obra de toma en ambas márgenes del arroyo, se hará con tepetate en capas de 50 cm, al 90% de la prueba Próctor, a falta de tepetate, también puede ser rellenado con material original excavado siempre que sea suelo areno-arcilloso, que no predomine o contenga excesiva cantidad de arcilla expansiva, piedras, protuberancias o materia orgánica.

El recubrimiento a volteo será el que indique el proyecto en los términos de la especificación general 4.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para cubrir estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un

decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalojo o material nuevo.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA DESLIZANTE TIPO MILLER

5.1 Suministro, instalación y prueba de compuerta deslizante circular tipo Miller de 18"

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de compuerta circular a: la fabricación, transporte, pintura, instalación y prueba de compuerta circular tipo Miller, de 457 mm (18"), incluye ménsula, vástago, mecanismo operador, tornillos, chavetas, limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación en plano.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el contratista contando, con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo la fabricación, transporte, pintura instalación y prueba de compuerta deslizante circular tipo Miller, de 457 mm (18") de diámetro, para instalarse en la obra de toma de la red de conducción, incluye ménsula, vástago, mecanismo operador, tornillos, chavetas, limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

La fabricación de la compuerta circular deberá apegarse a especificaciones en plano, deberán respetarse dimensiones, espesores y acabados en la fabricación de ésta determinadas en plano de referencia, no deberá tener defectos de fundición tales como porosidades, grietas escamas de la fundición o rechupes; en caso de existir algún detalle de porosidad y que no exceda del 25% del espesor de la pared, deberá ser relleno con electrodos de baja penetración o con soldadura en frío, la fundición de la hoja de las compuertas será supervisada por personal especializado.

El sello de la compuerta será de fierro fundido y deberá ser rectificado con máquina-herramienta debiendo ser en un mismo plano.

Toda la tornillería deberá ser suministrada en acero galvanizado, incluyendo tuercas, ménsulas y anclas para fijación de la compuerta.

El material para la fabricación la compuerta será fierro fundido ASTM A-48, clase 30 y las piezas especiales como se determina en el plano.

La compuerta y sus partes deberán llevar recubrimiento anticorrosivo y para lo cual se procederá a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

La instalación de la compuerta se deberá realizar estando troquelada la compuerta dentro de su ménsula, para evitar la plasticidad que pueda crear deformaciones o alabeos que impidan el cierre correcto de la compuerta.

Antes del segundo colado para instalar las ménsulas de la compuerta, deberá dejarse caer una plomada por el orificio del vástago localizado en el piso de maniobras (centro del mecanismo), que llegue al centro del barreno de la compuerta.

Al término de los trabajos y al instalar ménsulas y compuerta, se efectuarán pruebas de sellado, siendo las fugas nulas o menores de 0.5%, la compuerta deberá deslizar sobre las guías libremente, proporcionando el sellado adecuado.

El vástago de la compuerta deberá llevar rosca ACME estándar en una longitud suficiente hasta lograr la abertura total, acorde a la tuerca elevadora del mecanismo elevador de operación manual y/o eléctrica, con rosca sencilla como se indica en plano el tipo del mecanismo elevador.

El Contratista antes de instalar el vástago deberá verificar dimensiones.

Para su transporte al sitio de su utilización el Contratista deberá de proteger el vástago para no dañar las cuerdas, cualquier desperfecto ocasionado al vástago durante su transporte será responsabilidad del Contratista y deberá corregirlo sin cargo adicional.

Las superficies no maquinadas del vástago deberán ser limpiadas con carda o cepillo de alambre, posteriormente se aplicará una mano de primario 100% inorgánico de zinc y como acabado una mano de acabado vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.006" de espesor película seca, en color naranja.

Para la instalación del vástago el Contratista deberá nivelar y plomear el mismo con respecto al eje del mecanismo y compuerta.

Para efectos de pago se considerará por lote a la compuerta circular, su ménsula, vástago, tuercas, y demás accesorios debidamente fabricados, transportados al sitio de su utilización, instalados, pintados y probados de acuerdo a especificación y a plena satisfacción del Ingeniero supervisor.

MEDICIÓN Y PAGO. Este concepto se pagará en *pieza* a satisfacción del Ingeniero supervisor.

6 ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

6.1 Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm² para elaborar losas, zapatas corridas, dique y muros de contención.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por concreto hidráulico al producto fabricado resultante de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos, en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento, colocado en el sitio de la obra.

La construcción de estructuras y obras en general con concreto hidráulico deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto. Las dimensiones de algunas estructuras del proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el ingeniero, cuando así lo considere conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la compresión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las estructuras de la obra, conforme a los planos estructurales y especificaciones de resistencia y acabados. El contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias de obtención y manejo de muestras representativas para realizar las pruebas de resistencia del concreto.

La localización de las juntas de construcción y de expansión deberá ser aprobada por el ingeniero supervisor.

Los diferentes tipos de cemento Portland se usarán como sigue:

Tipo I. Será de uso general cuando no se requiera que el cemento tenga propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II. Se usará en construcciones de concreto expuestas a la acción moderada de sulfato o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.

Tipo III. Se usará cuando se requiera una alta resistencia rápida.

Tipo IV. Se usará cuando se requiera un calor de hidratación bajo.

Tipo V. Se usará cuando se requiera una alta resistencia a la acción de sulfatos.

El cemento Portland de cada uno de los cinco puntos antes señalados deberá cumplir con las especificaciones físicas y químicas de acuerdo con normas oficiales mexicanas NOM y normas mexicanas NMX de calidad, producto y servicio vigentes.

La arena que se emplee en la fabricación de mortero y concreto, y que en su caso deba proporcionar el contratista, deberá consistir en fragmentos de roca duros de diámetro no mayor de 5 mm, densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los requisitos siguientes:

Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b) El contenido del material orgánico deberá ser tal, que en la prueba de color (A.S.T.M., designación C-40), se obtenga un color más claro que el estándar, para que sea satisfactorio.

c) El contenido en polvo, partículas menores de 74 micras: cedazo número 200 (A.S.T.M., designación C-117) ,no deberá exceder del 3% en peso.

d) El contenido de partículas suaves, tepetates, pizarras, etc., sumando con el contenido de arcillas y limo no deberá exceder del 6% en peso.

e) Cuando la arena se obtenga de bancos naturales de este material, se procurará que su granulometría este comprendida entre los límites máximos y mínimos, especificación A.S.T.M. E .11.3 a.

Cuando se presenten serias dificultades para conservar la graduación de la arena dentro de los límites citados, el ingeniero podrá autorizar ligeras variaciones al respecto. Salvo en los casos en que el ingeniero otorgue autorización expresa por escrito, la arena se deberá lavar siempre.

La arena entregada a la planta mezcladora deberá tener contenido de humedad uniforme y estable, no mayor de 6 por ciento.

El agregado grueso que se utilice para la fabricación de concreto y que deba proporcionar el contratista, consistirá en fragmentos de roca duros, de un diámetro mayor de 5.0 mm, densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los siguientes requisitos:

a) Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b) La densidad absoluta no deberá ser menor de 2.4.

c) El contenido de polvo, partículas menores de 74 micras: número 200 (A.S.T.M., designación C-117), no deberá exceder del 1% en peso.

d) El contenido de partículas suaves determinado por la prueba respectiva Método estándar de *U.S Bureau of Reclamation* (designación 18), no deberá exceder del 1% en peso.

e) No deberá contener materia orgánica, sales o cualquier otra sustancia extraña en proporción perjudicial para el concreto.

Los ingredientes de concreto se mezclarán perfectamente en las revolvedoras de tamaño y tipo aprobado, y diseñadas para asegurar la distribución uniforme de todos los materiales componentes al final del periodo de mezclado.

El tiempo se medirá después de que estén en la revolvedora todos los materiales, con excepción de la cantidad total de agua. Los tiempos mínimos de mezclado han sido especificados basándose en un control apropiado de la velocidad de rotación de la revolvedora cuando lo juzgue conveniente. El concreto deberá ser uniforme en composición y consistencia de carga, excepto cuando se requiera cambios en composición o consistencia. El agua se introducirá en la revolvedora, antes, durante y después de la carga de la revolvedora. No se permitirá el sobre mezclado excesivo que requiera la adición de agua para preservar la consistencia requerida del concreto. No se permitirá vaciar concreto en agua corriente y ningún colado deberá estar expuesto a un flujo de agua sin que haya alcanzado su fraguado inicial.

El concreto que haya endurecido al grado de no poderse colocar, será desechado. El concreto se vaciará siempre en posición final y no dejará que se escurra, permitiendo o causando segregación. No se permitirá la separación excesiva del agregado grueso a causa de dejarlo caer desde una gran altura o muy desviado de la vertical o porque choque contra las formas o contra las varillas de refuerzo; donde tal separación pudiera ocurrir se colocarán canaletas y deflectores adecuados para confinar y controlar la caída del concreto. Excepto donde se interpongan juntas, todo el concreto en formas se colocará en capas continuas, aproximadamente horizontales, cuyo espesor generalmente no excederá de 50 centímetros. La cantidad del concreto depositado en cada sitio estará sujeta a la aprobación del ingeniero. Las juntas de construcción serán aproximadamente horizontales a no ser que se muestren de otro modo en los planos o que lo ordene el ingeniero y se les dará la forma prescrita usando moldes donde sea necesario o se asegura una unión adecuada con la colocada subsecuente, retirando la "nata superficial" a base de una operación de "picado" satisfactoria.

Todas las intersecciones de las juntas de construcción con superficies de concreto quedarán a la vista, se harán rectas y a nivel o a plomo, según el caso.

Cada capa de concreto se consolidará mediante vibrado hasta la densidad máxima practicable, de manera que quede libre de bolsas de agregado grueso y se acomode perfectamente contra todas las superficies de los moldes y materiales ahogados. Al compactar cada capa de concreto, el vibrador se pondrá en posición vertical y se dejará que la cabeza vibradora penetre en la parte superior de la capa subyacente para vibrarla de nuevo.

La temperatura del concreto al colar no deberá ser mayor de 27 °C y no deberá ser menor de 4 °C. En los colados de concreto durante los meses de verano, se emplearán medios aprobados para mantener la temperatura del concreto al vaciarse dentro de la temperatura máxima específica. En caso de tener temperaturas menores de 4 °C no se harán colados de concreto.

El concreto se compactará por medio de vibrador eléctrico o neumático del tipo de inmersión. Los vibradores de concreto que tengan cabezas vibratoras de 10 centímetros o más de diámetro, se operarán por lo menos a frecuencias de 6000 vibraciones por minuto cuando sean metidos en el concreto.

Los vibradores de concreto que contengan cabezas vibratoras de menos de 10 cm de diámetro se operarán cuando menos a 7000 vibraciones por minuto cuando estén metidos en el concreto. Las nuevas capas de concreto no se colocarán hasta que las capas colocadas previamente hayan sido debidamente vibradas. Se tendrán cuidado en evitar que la cabeza vibradora haga contacto con las superficies de madera.

Todo el concreto se "curará" con membrana o con agua. Las superficies superiores de los muros serán humedecidas con yute mojado u otros medios efectivos tan pronto como el concreto se haya endurecido lo suficiente para evitar que sea dañado por el agua y las superficies se mantendrán húmedas hasta que se aplique la composición para sellar. Las superficies moldeadas se mantendrán húmedas antes de remover las formas y durante la remoción.

El concreto curado con agua se mantendrá mojado por lo menos 21 días inmediatamente después del colado del concreto o hasta que sea cubierto con concreto fresco por medio del material saturado de agua por un sistema de tuberías perforadas, regaderas mecánicas o mangueras porosas, o por cualquier otro método aprobado por el ingeniero, que conserve mojadas las superficies que se van a curar continuamente. El agua utilizada para el curado llenará los mismos requisitos que la usada en la revolvedora de concreto.

El curado con membrana se hará con aplicación de una composición para sellar un pigmento blanco que forme una membrana que retenga el agua en la superficie del concreto.

Para usar la composición para sellar, se agitará previamente a fin de que el pigmento se distribuya uniformemente con el vehículo. Se revolverá por medio de un agitador mecánico efectivo operado por motor, por agitación por aire comprimido introducido en el fondo del tambor, por medio de un tramo de tubo o por otros medios efectivos. Las líneas de aire comprimido estarán provistas de trampas efectivas para evitar que el aceite o la humedad entre la composición.

La resistencia del concreto fabricado para la construcción de la obra de cabeza será la indicada en el catálogo de conceptos y planos estructurales. La obra de cabeza está constituida por la presa derivadora con sus rampas y dentellones de entrada y de salida, muros laterales, banqueta de salida y filtros de grava y arena; el canal de llamada; la obra de toma con dos compuertas deslizantes y la entrada libre a la tubería protegida con su rejilla, y la obra de desfogue con su compuerta radial.

MEDICIÓN Y PAGO. El concreto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal, y de acuerdo con la resistencia de proyecto; para la cual se determinará directamente en la obra el número de metros cúbicos colocados en cada elemento, según el proyecto o las órdenes del ingeniero.

No se medirá para fines de pago los volúmenes de concreto colocados para ocupar sobre excavaciones imputables al contratista.

De manera enunciativa se señalan a continuación las principales actividades que se contemplan en estos conceptos:

El suministro del cemento en la cantidad que se requiera, incluyendo las muestras para pruebas de resistencia, mermas y desperdicios para dar la resistencia requerida.

La adquisición de grava y arena en las cantidades necesarias considerando mermas y desperdicios, incluyendo carga, acarreos una distancia máxima de 10 km y descarga.

El suministro de agua con mermas y desperdicios.

El curado con membrana y/o agua y/o curacreto.

La mano de obra y equipo necesarios.

Se ratifica que el Contratante, al utilizar estos conceptos, está pagando unidades de obra terminada y con la resistencia especificada, por lo que el Contratista tomará las consideraciones y procedimientos constructivos de su estricta responsabilidad para proporcionar las resistencias exigidas en el proyecto.

7. SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE REFUERZO

7.1 Suministro y habilitación de acero de refuerzo con F_y de 4,200 kg/cm²

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro y habilitación de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, soldar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo con límite de fluencia de 4200 kg/cm² para la formación de los elementos de concreto reforzado.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en la forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

Las distancias a que deban colocarse las varillas de refuerzo son las que se indican en el plano estructural, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas, deberán ser las que se consignan en el plano estructural.

Antes de proceder a su colocación, las superficies de las varillas y de los soportes metálicos de éstas, deberán limpiarse de óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Las varillas deberán ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes metálicos, etc., se deberá tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo.

MEDICIÓN Y PAGO. En cuanto a la cuantificación del acero de refuerzo se hará por *kilogramo* colocado con aproximación a la unidad, quedando incluido en el precio: mermas, desperdicios, descalibres, sobrantes; así como alambre y silletas necesarias para

su instalación. Considerando como máximo el peso teórico tabulado, según el diámetro comercial de la varilla.

Cuando el suministro lo realice el contratista, deberá incluir los fletes totales, las maniobras y manejos locales hasta dejarlo en el sitio de la obra.

En ambos casos el contratista proporcionará la mano de obra, el equipo y la herramienta necesaria para la habilitación.

De manera especial debe considerar cuando la varilla sea de 1" de diámetro o mayor, ya que no irá traslapada sino soldada a tope, cumplimentando los requisitos de soldadura.

7.2 Suministro y habilitación de acero estructural para fabricación de rejilla con solera de 1/4"x7/4" y ángulos de 2"x2"x5/16"

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, habilitación y fabricación de rejilla en acero estructural al conjunto de operaciones necesarias para cortar y soldar en taller y en campo, los marcos, soleras, ángulos, elementos atiesadores y anclajes de acero estructural para la fabricación de la rejilla.

Para la fabricación de la rejilla el contratista suministrará en el sitio que se requiera la solera de 0.635x4.45 cm (1/4"x1 3/4") de espesor y ancho respectivamente, deberá tener una separación entre soleras centro a centro de 6.0 cm y conservar la misma distancia de separación con los muros verticales, a excepción del muro donde estarán empotrada la compuerta deslizantes, cuya separación estará regida por el espacio requerido por el vástago de la compuerta que no será mayor a 10 cm del paramento de concreto; debiendo tener el anclaje suficiente de 15 cm dentro del muro y piso el marco de la rejilla formado de ángulo de 5.0x5.0x0.794 cm (2"x2"x5/16"), soldado a las varillas del muro que asegure la rigidez necesaria y suficiente como se indica en el plano estructural.

Los atiesadores serán de 0.635x4.45 cm (1/4"x1 3/4") de espesor y ancho respectivamente, los cuales deberán ser soldados en taller con alta uniformidad de cordón.

Los anclajes deberán ser soldados en campo a las varillas de piso y de los muros que formarán el marco de la rejilla.

La rejilla y sus anclajes deberán llevar recubrimiento anticorrosivo, para lo cual se procederá en taller a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de

espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

Antes de instalar la rejilla, deberá tenerse especial cuidado en colocar perfectamente alineadas las barras de la misma, comprobando los niveles de colocación para no interferir con la entrada de agua a la tubería.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro del precio unitario se incluye el pago de la carga, transporte, descarga y colocación de la rejilla. Para efectos de pago este concepto se pagará por *pieza* a satisfacción del ingeniero supervisor.

7.3. Suministro, habilitación e instalación de escalera marina con varilla del número 8

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, habilitación e instalación de escalera marina de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, soldar, formar anclajes y colocar las varillas de acero de refuerzo para la formación de escalones.

Para la fabricación de escalera marina el contratista suministrará en el sitio requerido, la varilla de 2.54 cm (1") de diámetro, doblada en sus extremos para formar un escalón de un ancho no menor de 40 cm, una separación entre escalones de 35 cm c. a. c. y una separación del paramento de concreto de 15 cm, debiendo tener el anclaje efectivo de 15 cm dentro del muro y soldados a las varillas del muro, que asegure la resistencia necesaria como se indica en el plano estructural.

La escalera marina y sus anclajes deberán llevar recubrimiento anticorrosivo y para lo cual se procederá en campo a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro del precio unitario se incluye el pago de la carga, transporte y descarga de varilla requerida, para colocar los escalones, en los sitios de colocación indicados en el plano estructural.

Para efectos de pago se contarán por *piezas* el número de escalones colocados a satisfacción del ingeniero, aplicándole a estos el precio unitario de este concepto y cuyo producto será la compensación al contratista por el trabajo ejecutado.

7.4 Suministro y colocación de barandilla de tubo de acero estructural en obra de toma

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, habilitación y colocación de barandilla de tubo de acero al conjunto de operaciones necesarias para cortar y soldar en taller y en campo, el tubo estructural de 2" de diámetro y anclajes de acero estructural soldados para la fabricación y colocación de la barandilla.

Para la fabricación de la barandilla el contratista suministrará en el sitio que se requiera la barandilla con un desarrollo de 22.0 m de longitud, por 1.0 m libre de altura, de 2" de diámetro y peso de 7.5 kg/m la barandilla deberá tener los anclajes suficientes de 15 cm, soldados a las varillas del muro, como se indica en el plano estructural.

Los anclajes deberán ser soldados en campo a las varillas de losas y muros, en tramos mayores de 2.50 m se colocarán contrafuertes del mismo material con el objeto de dar rigidez y seguridad a la estructura. Cada uno de los anclajes llevará cuatro tuercas exagonales soldadas a cada placa de acero de 5x150x150 mm para recibir tornillos de 3/4"X2" de cabeza exagonal en una base de fácil montaje.

La barandilla tubular y sus anclajes deberán llevar recubrimiento anticorrosivo, para lo cual se procederá en campo a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro del precio unitario se incluye el pago de la carga, transporte, descarga y colocación de la tapa. Para efectos de pago este concepto se pagará por *m* a satisfacción del ingeniero supervisor.

8 MAMPOSTERÍAS

8.1 Suministro y colocación de piedra braza para formar colchón en rampa de salida

DEFICION Y EJECUCION. Colchón de piedra braza es la obra de albañilería formado por piedras apiladas, traslapadas y apiladas entre sí, para formar la rampa de salida; las piedras podrán ser colocadas en forma traslapada y apilada longitudinal y transversalmente o cualquier otra forma ordenada de amarre del proyecto y/o por el ingeniero supervisor.

El colchón de piedra braza para formar la rampa es la obra ejecutada con piedra braza de origen basáltico. No presentará en su acabado natural imperfecciones que afecten su estabilidad, duración y funcionalidad.

La piedra presentará una estructura compacta y homogénea; a la percusión producirá un sonido metálico. Será de buena calidad, libre de imperfecciones en su acabado natural y capaz de resistir la acción del intemperismo. Será de origen basáltico, tendrá color homogéneo y una densidad entre 2.5 y 3.0.

Las piedras se asentarán y acomodarán libremente, dejando huecos lo más pequeño posible, a modo de que se vayan consolidando y conformando bloques delimitados por una retícula de concreto simple, con materiales finos de arrastre natural de la corriente.

La construcción de la rampa se hará a base del enrocamiento acomodado a mano, de piedras cuidadosamente asentadas, siguiendo un patrón definido, con su paramento relativamente parejo. Las piedras redondeadas e irregulares se asientan menos bien y más lentamente, por lo que se recomienda dar un escuadre; las piedras planas de naturaleza estratificada deben colocarse con sus planos principales de estratificación normal al talud. Las juntas deben cuatrarse lo más posible, las juntas abiertas que lleguen hasta el material de filtro deben evitarse, combinando cuidadosamente los diferentes tamaños de las piezas y cerrando las aberturas con pequeños fragmentos de roca, sin pretender sellarlas, dado que toda la rampa funcionará como dren. El talud de la rampa tendrá la pendiente definida en los planos del proyecto.

MEDICION Y PAGO. El colchón conformado de mamposterías de piedra braza será medidos en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal, y para el efecto se medirá directamente en la obra el volumen de obra, de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

8.2 Fabricación y colocación de zampeado de mampostería de piedra braza junteada para recubrimiento de taludes.

DEFINICION Y EJECUCION. Se entenderá por zampeado de mampostería de piedra braza a: el recubrimiento de superficies con mampostería de piedra braza con juntas de mortero cemento para protegerlas contra la erosión.

El contratista proporcionará los materiales para la construcción del zampeado de mampostería de piedra braza con juntas de mortero cemento a fin de proteger la rampa de entrada de la presa derivadora contra la erosión hídrica. Los materiales que utilice el contratista deberán reunir las características y condiciones para que produzcan el zampeado con una calidad de acabado aparente.

El zampeado se construirá con las dimensiones y características establecidas en el proyecto. El espesor establecido en el proyecto tendrá una tolerancia de más o menos 2.5 cm. La superficie por cubrir estará debidamente compactada, húmeda y libre de materias extrañas. La mezcla para la

construcción del zampeado de mampostería de piedra braza será de mortero cemento-cal-arena fina en proporción de 1:1:5.

Las piedras se colocarán cuatropedadas o traslapadas, sobre una capa de mortero-cemento. Las piedras se acomodarán a manera de llenar los huecos y porosidades de las piedras contiguas, para llenar completamente las juntas con mortero-cemento y lajas. Antes de que endurezca el mortero de las juntas, éste se entallará al ras del paramento inclinado con una mezcla en proporción de cemento-arena fina de 1:3.

El zampeado en la rampa de entrada se hará comenzando por el pie de la misma, colocando las piedras de mayores dimensiones. La superficie del zampeado de mampostería de piedra braza se mantendrá húmeda durante tres días después de terminadas las juntas.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, el zampeado de piedra braza terminado se medirá en m^3 , entendiéndose como tal, el suministro de piedra braza, cemento portland, cal hidratada, arena fina y agua limpia, necesarios para la fabricación del zampeado de mampostería de piedra braza; la carga, transporte y descarga de todos los materiales hasta el sitio de la derivadora; elaboración y colocación de la mezcla para el junteo y entallado; labrado de la piedra; limpieza o lavado de la piedra; equipo auxiliar para la construcción del zampeado; los humedecimientos necesarios; el desplazamiento, colocación y junteo de la piedra; entallado y curado; la conservación del zampeado hasta su recepción y visto bueno de la supervisión.

8.3 Suministro y colocación de filtro de grava y arena en rampa de salida

DEFINICION Y EJECUCION. Se entenderá por cama de filtro de grava y arena al enrocamiento en rampa de salida a: el recubrimiento de la superficie de desplante o cimentación de la rampa de salida con grava y arena para evitar la erosión o arrastre de finos que ponga en riesgo la cimentación de la rampa de salida.

El suelo de la cimentación debe ser uniforme y homogéneo para evitar que el agua arrastre los finos y se produzca el fenómeno de tubificación que produzca una falla.

La cama de grava y arena deberá colocarse con las dimensiones y características establecidas en el proyecto. El espesor establecido en el proyecto tendrá una tolerancia de más o menos 2.5 cm. La superficie por cubrir conservará su grado de compactación natural y en casos de relleno, la compactación será al 90% de la prueba Próctor, la superficie estará libre de materias extrañas.

El contratista proporcionará los materiales con una granulometría que estará en el rango de 3/16" a 3", para la formación de la cama de grava y arena, a fin de proteger la estructura o rampa de salida de la presa derivadora contra la erosión hídrica. Los materiales que utilice el contratista deberán reunir las características y condiciones para que se forme la cama con una elevada uniformidad.

La cama de grava y arena se formará comenzando por el pie del dique y terminando en la plantilla de roca sobre el arroyo, colocando los finos abajo y las gravas de mayores dimensiones encima.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, la cama de filtro de grava y arena se medirá en m^3 , entendiéndose como tal, el suministro y formación de colchón de grava y arena.

9 CONCEPTOS DIVERSOS

9.1 Suministro, habilitación y formación de cimbra para colado de concreto aparente

E9.1

DEFINICION Y EJECUCION. Se entenderá por cimbra para el formado de moldes a: el suministro, habilitación y formación de encofrados o moldes a base de madera, canalones y de madera revestida de lámina, para el colado de concreto acabado aparente de muros, zapatas y losas de concreto hidráulico reforzado en el lugar de la obra.

El contratista proporcionará las formas o moldes para los colados de concreto que se requieran en los diversos elementos estructurales. Las formas que utilice el contratista deberán estar en condiciones tales que produzcan en el concreto una calidad de acabado aparente. Los concretos que no presenten un acabado satisfactorio derivado de un cimbrado deficiente o formas en mal estado a juicio del ingeniero, éste podrá ordenar su remoción al contratista para que corrija, sin cargo adicional, los defectos observados.

Por el precio unitario de este concepto se incluye el suministro del material necesario para la fabricación de las formas o moldes, su colocación, empleo y remoción; igualmente incluye el suministro, colocación y remoción de la obra falsa que sea requerida para llevar a cabo los colados.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá la cimbra en m^2 , entendiéndose como tal, al suministro del material necesario para la fabricación de las formas o moldes, su colocación, empleo y remoción, así como el de la obra falsa que sea requerido.

9.2 Suministro, habilitación y prueba de tablonas para represar el agua

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, habilitación y prueba de tablonas para represar el agua a: el suministro, habilitación y prueba de tablonas o agujas de 6.35X30X250 cm que hará el contratista en las guías para represar el agua, de acuerdo con los planos del proyecto o donde ordene el ingeniero supervisor.

Los tablonas serán cepillados y terminados en madera de pino de primera, afinando la superficie de contacto entre tablonas y contra las guías para un sellado correcto.

Los tablonas se colocarán en la sección de dique en las dimensiones establecidas para dar la carga requerida en la obra de toma y deberán ser retirados al terminar el período de riego para desarenar dicha obra de toma y dejar paso libre al volumen de escurrimientos, sin afectar los niveles de entrada de la obra de toma del agua potable.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá el tablón de madera en *pieza*, entendiéndose como tal, al suministro, habilitación y prueba de tablonas a satisfacción del ingeniero supervisor.

9.3 Suministro y colocación de hule de neopreno en juntas de expansión

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por hule de neopreno en juntas de expansión, al empaque o sello de hule que suministrará y colocará el contratista en las juntas determinadas en el dique de la presa derivadora y muros de la obra de toma y de contención, de acuerdo con los planos del proyecto o donde ordene el ingeniero supervisor. Las juntas de hule de neopreno se suministrarán de acuerdo con los detalles y características de la junta determinada en los planos estructurales y el catálogo de conceptos.

Las juntas de expansión serán tratadas con hule de neopreno, se colocarán en las uniones entre elementos estructurales no colados monolíticamente, en secciones de dique no mayores de 5.00 m de longitud o de acuerdo con el programa de colados del contratista, observando las recomendaciones de la especificación sobre colocación del concreto en las juntas constructivas, las cuales serán inspeccionadas por el ingeniero supervisor, antes de ser instaladas y ahogadas en concreto por el contratista.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá la junta de expansión en m , entendiéndose como tal, al suministro de hule de neopreno necesario, en donde indique el programa de colados del contratista y ordene el ingeniero supervisor.

9.4 Bombeo de achique

E9.4, 9.5

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por bombeo de achique el proceso de extraer el agua freática que aflora durante las excavaciones, sean estas por filtraciones de cuerpos de agua existentes o mantos freáticos derivados de la naturaleza del terreno.

Es requisito indispensable ubicar los desplantes de estructuras en instalaciones de tuberías y obras en general en condiciones de suelo seco, con el fin de precisar los niveles de desplante y terminación de elementos estructurales e instalaciones previstas en el proyecto.

Para el desalojo de aguas limpias o lodosas el contratista deberá seleccionar el equipo adecuado a las necesidades de desalojo, con el fin de no alterar los programas de ejecución de los trabajos; es decir, el equipo tendrá la capacidad para bombear el agua en el tiempo requerido para ejecutar los trabajos en los tiempos previstos en el programa. La capacidad del equipo se ha determinado en el proyecto, considerando las condiciones críticas previstas en la construcción de la obra de toma y obras auxiliares; sin embargo, si

se requiere ampliar la capacidad de bombeo a juicio del contratista, este requerimiento deberá comunicarlo al ingeniero supervisor.

MEDICIÓN Y PAGO. El pago de este concepto se hará en *horas*, y considera la capacidad de bombeo determinada en el proyecto; cualquier cambio en las condiciones de bombeo, el contratista estará en su derecho de negociar con el ingeniero supervisor.

Anexo 6.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO TIXTLA, ESTADO DE GUERRERO.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Coordinación de Riego y Drenaje
Subcoordinación de Ingeniería de Riego
Preparó: M. C. J. Eduardo Moreno B.
Jiutepec, Mor., Noviembre de 2007

CONTENIDO

0 OBSERVACIONES GENERALES

1 DESPALME Y DESMONTE DE TERRENO

1.1 Despalme y desmonte

2 TRAZO Y NIVELACIÓN

2.1 Trazo y nivelación de terreno para alojar estructuras

3 EXCAVACIONES

3.1 Excavación de zanja en material común, excepto roca para alojar tubería y estructuras.

3.2 Excavación en material tipo III roca fija para alojar tubería y estructuras.

4 RELLENO Y COMPACTACIÓN

4.1 Relleno y compactación de plantilla de 10 cm, con material fino excepto roca, para asiento de tubería de 18".

4.2 Relleno y compactación de zanja, al 90% de la prueba proctor en capas de 20 cm con material proveniente de la excavación realizada para instalar tubería de 18" (20 cm por encima de tubo) y silletas.

4.3 Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm, con material proveniente de excavación.

5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO

5.1 Suministro de tubería de acero 429 mm (18") de diámetro, 460.00 m de longitud, Cédula 40, A53 Grado B, 156 kg/m

6 ACCESORIOS ESPECÍFICOS DE TUBERÍA DE ACERO

6.1 Fabricación e instalación de codo de acero a 22.5° x 457 mm (22.5°x18")

6.2 Fabricación e instalación de codo de acero a 45° x 457 mm (45°x18")

6.3 Suministro e instalación de junta Gibault de 18" 450 mm, Clase A7, incluye sellos de hule y tornillos para unir tubo de acero con tubo de PVC

6.4 Suministro e instalación de cople dresser estilo 90 de 18" 450 mm, incluye sello de hule y tornillos

6.5 Suministro e instalación de contrabrida metálica de 457 mm (18") de arranque en obra de toma

6.6 Suministro e instalación de solera plana de 63.5x6.02 mm (2 1/2"X0.237") de 2.94 kg/m

6.7 Suministro e instalación de tornillos de 1/2"x10" para fijar tubería de acero de 18" a silletas

7 COMPUERTA DESLIZANTE TIPO MILER (VER OBRA DE TOMA)

8 VÁLVULAS DE AIRE Y ACCESORIOS

8.1 Suministro e instalación de válvula de admisión y expulsión de aire, de rompe vacío de 100 mm (4"), serie métrica, presión de trabajo de 7.0 kg/cm², de acción continua en fo.fo. Tipo bridada

9 CONCRETO HIDRÁULICO

9.1 Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm² para silletas en tubería de acero

9.2 Fabricación y colocación de concreto hidráulico simple de 150 Kg/cm² para atraques en tubería de acero

9.3 Fabricación y colocación de concreto ciclópeo de 150 Kg/cm² para recubrimiento de zanja en cruce del río

10 SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO DE REFUERZO

10.1 Suministro y habilitación de acero de refuerzo con F_y de 4200 kg/cm² para construcción de silletas

10.2 Suministro y colocación de barandilla de tubo de acero estructural en obra de toma

11 CONCEPTOS DIVERSOS

11.1 Suministro, habilitación y formación de cimbra común para colado de elementos de concreto aparente

11.2 Bombeo de achique, con bomba de 2" de diámetro de combustión interna, en cruce del río.

0 OBSERVACIONES GENERALES

La empresa ejecutora de los trabajos motivo de estas especificaciones, recibirá en campo del organismo contratante los puntos necesarios con los bancos de nivel o puntos de control para llevar a cabo el trazo y la ejecución de todas las obras e instalaciones determinadas en los planos de este proyecto ejecutivo. Estas especificaciones se corresponden con el catálogo de conceptos del proyecto ejecutivo.

1 DESPALME Y DESMONTE DE TERRENO

1.1 Despalme

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por limpieza y despalme a: la remoción de las capas de terreno natural que no sean adecuadas para la cimentación o desplante de una estructura o terraplén y, en general, la remoción de capas de terreno inadecuadas para todo tipo de construcciones.

Se denominará banco de préstamo el lugar del cual se obtengan materiales que se utilicen en la construcción de las obras. Previamente al despalme, la superficie deberá ser desmontada. El material producto del despalme deberá ser retirado fuera de la superficie del banco de préstamo que se va a explorar, colocándolo en la zona de libre colocación o en aquella que señale el ingeniero.

Se entenderá por zona de libre colocación, la faja de terreno comprendida entre el perímetro del banco de préstamo y una línea paralela a éste distante sesenta metros; aunque en el caso en que el material deba ser retirado fuera de la obra, se valorará con concepto diferente.

MEDICIÓN Y PAGO. El despalme se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal.

En el caso de que el material producto del despalme deba ser retirado, por condiciones del proyecto y/o por las instrucciones del ingeniero, fuera de la zona de libre colocación se pagarán los acarreos correspondientes.

Desmante

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Este trabajo consiste en efectuar algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción y los bancos de préstamo indicados en los planos o el desmante que ordene el ingeniero residente. Estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

Toda la materia vegetal proveniente del desmante deberá colocarse fuera de las zonas destinadas a la construcción dentro del derecho de vía, en la zona de libre colocación. Se entenderá por zona

de libre de colocación, a la franja de terreno comprendida entre la línea límite de la zona de construcción y una línea paralela a ésta, a una distancia de sesenta metros.

El material aprovechable proveniente del desmonte será propiedad de la Comisión Nacional del Agua o en su caso del Organismo contratante y deberá ser estibado en los sitios que indique el ingeniero supervisor; no pudiendo ser utilizados por el contratista sin el previo consentimiento del propietario.

Todo el material no aprovechable deberá ser quemado, tomándose las precauciones necesarias para evitar incendios. Los daños y perjuicios a propiedad ajena producidos por trabajos de desmonte efectuados indebidamente dentro o fuera del derecho de vía o de las zonas de construcción serán de la responsabilidad del contratista.

Las operaciones de desmonte deberán efectuarse invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de éstos.

MEDICIÓN Y PAGO. El desmonte se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal. No se estimará para fines de pago el desmonte que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto o las ordenadas por el ingeniero.

Si la quema de material "no aprovechable" no pudo ser efectuada en forma inmediata al desmonte por razones no imputables al contratista, se computará únicamente un avance del 90 % del desmonte efectuado. Cuando se haga la quema y se terminen los trabajos de desmonte, se estimará el 10% restante.

2 TRAZO Y NIVELACIÓN

2.1 Trazo y nivelación de terreno para alojar estructuras

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por trazo y nivelación los trabajos que realizará el contratista para proporcionar el direccionamiento de las líneas de conducción y posicionamiento de las estructuras de la obra de cabeza, y en general aquellas que marcan los planos del proyecto, tanto en el plano horizontal como vertical, apoyándose en los bancos de nivel que previamente se hayan tomado de referencia y sobre los cuales se hayan realizado los levantamientos topográficos planimétricos y altimétricos. Se deberá respetar la elevación en la rasante de la tubería y del fondo de la zanja indicada en los perfiles; cuando existan modificaciones en los niveles de posicionamientos de la obra de toma, estos deberán corresponderse con la rasante de la última versión del plano modificado, indicadas en los detalles de los planos general y estructural. También deberán observarse los ángulos de las deflexiones horizontales y verticales, así como los niveles que marque el proyecto.

MEDICIÓN Y PAGO. El trazo y nivelación se medirá tomando como unidad el *metro cuadrado* con aproximación a un decimal. No se estimará para fines de pago de este concepto los trabajos que efectúe el contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto y sean ordenadas por el ingeniero.

3 EXCAVACIONES

3.1 Excavación de zanja en material común, excepto roca para alojar tubería y silletas.

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por *material común*, la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que midan aisladamente menos de 0.75 m³ y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Para clasificar el material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar esté compuesto parcialmente por material común y roca fija se determinará por estimación el porcentaje en cada uno de estos materiales que interviene en la composición del volumen total.

Se entenderá por excavación de zanjas o cualquier otra cavidad la que se realice según el proyecto o bien ordene el ingeniero para alojar las estructuras y tubería de conducción, las obras y estructuras en general que requiera el proyecto, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar la pantalla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados del arroyo o de la zanja, disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos, y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de las obras e instalaciones. El contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos, como se indica en los planos correspondientes.

Incluye igualmente las operaciones que deberá efectuar el contratista para aflojar el material manualmente o con un equipo mecánico previamente a la excavación normal cuando se requiera.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de la misma no diste en ningún caso más de 5 cm de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería y las estructuras que se construyan en la misma, quede a la profundidad señalada, con la pendiente y tipo de acabado del desplante de las obras.

La profundidad de la cavidad o zanja será medida hacia abajo a partir del nivel actual del terreno, hasta el fondo de la excavación. El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 cm del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de las plantillas para la construcción e instalación de estructuras y de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de cavidades y la construcción de estructuras e instalación de la tubería se requiere un nuevo afine, éste será por cuenta exclusiva del contratista.

Cuando la resistencia del terreno o algún estrato de este o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes o taludes, a juicio del ingeniero, éste ordenará al contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor. Las características y formas de los ademes y puntales serán determinadas por el ingeniero en corresponsabilidad con el contratista, así como de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para los trabajadores y para las obras, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademado o apuntalamiento.

El criterio constructivo del contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación no será motivo de cambio en el precio unitario; deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir. No será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las cavidades o zanjas, serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones previamente determinadas.

Las excavaciones para desplantar las cimentaciones de la cortina de la presa derivadora, así como las obras de desfogue, de toma, desarenador, las rampas de entrada y vertedora, deberán realizarse sin alterar el suelo firme de desplante. La maleza acuática y la materia orgánica propia del cauce, así como la basura depositada deberán ser retiradas para no contaminar el suelo de desplante o el que pueda servir de relleno. Los taludes del cauce deberán ser estabilizados antes de recibir el concreto hidráulico reforzado. En caso de tener escurrimientos en el cauce tendrán que construirse las obras de desvío necesarias.

Se ratifica que el pago que el organismo contratante realiza por excavaciones está en función de la sección del proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

MEDICIÓN Y PAGO. La excavación de zanjas o cualquier otra cavidad prevista en el proyecto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el contratista según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero. Al contratista le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia. Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso del material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 cm que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para el organismo contratante, quien ordenará y pagará en todo caso al contratista las obras de desviación o el bombeo de achique que deba efectuarse.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso que se haya usado bombeo de achique para abatir el nivel excedido de agua; asimismo, en terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación y cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagará al contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

- a) Afloje del material y su extracción.
- b) Compactación, limpieza de plantilla y afine de taludes.
- c) Remoción del material sobrante producto de las excavaciones.

- d) Traspaleos verticales y horizontales cuando éstos sean procedentes.
- e) Conservación de las excavaciones hasta la construcción satisfactoria de estructuras.
- f) Extracción de derrumbes.

El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y del estado en que se encuentre; es decir, seco o en agua.

3.2 Excavación en material tipo III roca fija para alojar tubería y estructuras.

E3.2

Se entenderá por *roca fija* la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el uso del zapapico y que sólo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole. También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta o peñascos que midan aisladamente más de 0.75 metros cúbicos.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de ésta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Las excavaciones deberán efectuarse de acuerdo con los datos del proyecto y/o las órdenes del ingeniero, afinándose en tal forma que ninguna saliente de terreno penetre más de 1.0 cm dentro de las secciones de construcción de las estructuras.

Se entenderá por zona de colocación libre, la comprendida entre algunas o todas las líneas paralelas a ellas distantes veinte metros.

Cuando los taludes o plantilla de las excavaciones vaya a recibir mamposterías o vaciado directo de concreto, deberán ser afinadas hasta las líneas del proyecto y/o las ordenadas por el ingeniero de tal forma que ningún punto de la sección excavada diste más de 10 cm del correspondiente de la sección del proyecto; salvo cuando las excavaciones se efectúen en roca fija, en cuyo caso dicha tolerancia se determinará de acuerdo con la naturaleza del material excavado, sin que esto implique obligación alguna para el organismo contratante de pagar al contratista las excavaciones en exceso, fuera de las líneas o niveles del proyecto.

El afine de las excavaciones para recibir mamposterías o el vaciado directo de concreto en ellas, debe hacerse con el menor tiempo de anticipación posible al momento de construcción de las mamposterías o al vaciado del concreto, a fin de evitar que el terreno se altere por la erosión.

Cuando las excavaciones no vayan a cubrirse con concreto o mamposterías, se harán con las dimensiones mínimas requeridas para alojar las tuberías y estructuras en general, con un acabado esmerado hasta las líneas o niveles previstos en el proyecto y/o los ordenados por el ingeniero, con una tolerancia en exceso de 25 cm, al pie de los taludes que permita la colocación de la cimbra para concreto, cuando esto sea requerido.

La pendiente que deberán tener los taludes de estas excavaciones será determinada en la obra por el ingeniero, según la naturaleza o estabilidad del terreno y del material excavado considerándose la sección resultante como sección del proyecto. Cuando las excavaciones se realicen en roca fija se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del ingeniero. El material producto de las excavaciones podrá ser utilizado según el proyecto y/o las órdenes del ingeniero en rellenos u otros conceptos de trabajo de cualquier lugar de las obras, sin compensación adicional al contratista.

Cuando para efectuar las excavaciones se requiera la construcción de tabla-estacados o cualquier obra auxiliar, estos trabajos le serán compensados por separado al contratista.

MEDICIÓN Y PAGO. Las excavaciones en roca fija se medirán en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en las excavaciones el volumen de los diversos materiales excavados de acuerdo con las secciones de proyecto y/o las órdenes del ingeniero.

No se estimarán para fines de pago las excavaciones hechas por el contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre excavaciones.

En aquellos casos en que por condiciones del proyecto o por órdenes del ingeniero, el material producto de la excavación se coloque en bancos de desperdicio fuera de la zona de libre colocación, se estimará y pagará por separado al contratista este movimiento. Cuando el material producto de las excavaciones de las estructuras, sea utilizado para relleno u otros conceptos de trabajo, fuera de la zona de libre colocación, o bien dentro de ella en forma no simultánea a la excavación, habiendo sido depositado para ello en un banco de almacenamiento, o utilizado en algún proceso de colocación o compactación que señale el proyecto y/o el ingeniero, estas operaciones serán pagadas y estimadas al contratista por separado.

Por los resultados de los dos muestreos llevados a cabo *in situ*, aparentemente no existe roca fija; sin embargo, en previsión y en caso de encontrarse algún afloramiento rocoso, se ha estimado un volumen de excavación en este tipo de terreno.

En resumen, se ratifica que el pago se hará exclusivamente al hecho de considerar las líneas rectas del proyecto. A continuación de manera enunciativa, se señalan las principales actividades:

Afloje del material y su extracción.

Compactación, limpieza de plantilla y afines de taludes.

Remoción del material sobrante producto de excavaciones.

Traspaleos cuando se requiere.

Conservación de las excavaciones.

Extracción de derrumbes.

4 RELLENO Y COMPACTACIÓN

4.1 Relleno y compactación de plantilla de 10 cm, con material fino excepto roca, para asiento de tubería de acero

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por *relleno y compactación de plantilla* el que se haga por el simple depósito del material para relleno limpio, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

La plantilla deberá estar libre de rocas o piedras con aristas vivas o puntas que pudieran provocar ralladuras, picaduras o perforaciones a las tuberías, o bien que reduzcan el espesor o que el tráfico vehicular sea muy intenso y pesado. Para que la tubería quede protegida es requisito colocar una plantilla que tiene por objeto evitar estas eventualidades y darle una base firme de sustentación. Esta plantilla puede formarse de material cribado, producto de la excavación, arena de río o tepetate fino y debe tener un espesor de 10 cm.

Se entenderá por *relleno compactado* aquel que se forme colocando el material en capas aproximadamente horizontales, del espesor que indique el proyecto o señale el ingeniero supervisor, pero en ningún caso mayor de 10 cm en la plantilla, mayor de 20 cm en acostillado de tuberías, mayor de 30 cm en formación de terraplenes y 50 cm en relleno a volteo en las capas superiores con la humedad que requiera el material, para lograr el 95% de la prueba Proctor, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pisones manuales o mecánicos hasta obtener la compactación requerida, como se indica en el plano estructural.

Por relleno de excavaciones de zanjas o cavidades se entenderá al conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las órdenes del ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las estructuras.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del ingeniero, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras o materia orgánica, deberá ser cuidadosamente colocada y compactada abajo, a los lados de los cimientos de estructuras y de tuberías. En cimientos para estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 70 cm; el relleno con producto de la propia excavación, colocándolo en capas

de 50 cm de espesor como máximo, que serán humedecidas y compactadas hasta lograr el 90% de la prueba Próctor en muros laterales y 95% en cimentaciones para estructuras.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del ingeniero así lo indiquen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de compactación, para lo cual el ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo-arenosos, y a juicio del ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material muy arenoso.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para formar plantillas en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalojo o material nuevo.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.2 Relleno y compactación de zanja, al 90% de la prueba Proctor en capas de tierra de 20 cm con material proveniente de la excavación realizada para instalar tubería de acero (20 cm por encima del lomo del tubo) y silletas.

El relleno y compactación de zanja, se hará en capas de tierra libre de piedras y materia orgánica producto de excavación, y se compactará en capas de 20 cm, al 90% de la prueba Próctor, el relleno será el que indique el proyecto en los términos de la especificación 4. Si el volumen de tierra que resulte de las excavaciones previas no fuera suficiente, se tendrá que hacer el acarreo del material faltante del banco más próximo al sitio.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para cubrir tuberías y estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalojo o material nuevo.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

4.3 Relleno a volteo y compactación de zanja en capas de 50 cm, con material proveniente de excavación.

El relleno a volteo y compactación de zanja se hará en capas de tierra de 50 cm, con material proveniente de excavación, al 90% de la prueba Próctor, a falta de tierra, también puede ser rellenado con material de acarreo, siempre que sea suelo de tepetate o que no contenga excesiva cantidad de piedras, protuberancias o materia orgánica.

El recubrimiento a volteo será el que indique el proyecto en los términos de la especificación general 4.

MEDICIÓN Y PAGO. El relleno de excavaciones para cubrir estructuras en general que efectúe el contratista le será medido en *metros cúbicos* de material colocado con aproximación de un decimal. El material empleado en el relleno de sobre excavaciones o derrumbes imputables al contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, en los precios unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- a) Obtención, extracción, carga y descarga primer kilómetro en sitio de utilización del material, sea este de desalojo o material nuevo.
- b) Proporcionar la humedad necesaria para la compactación al grado estipulado.
- c) Seleccionar el material.
- d) Compactar al porcentaje especificado.
- e) Acarreo, movimientos y traspaleos locales.

5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO

5.1 Suministro de tubería de acero 429 mm (18") de diámetro, 460.00 m de longitud, Cédula 40, A53 Grado B, 156 kg/m

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de tubería de acero, a la adquisición, traslado, almacenamiento, pintura, colocación y prueba de 460 metros de tubería de acero en el lugar de la obra; de 457.0 mm (18") de diámetro y 14.3 mm (0.562") de espesor, cédula 40, incluye limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el Contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo la adquisición, transporte, pintura, instalación y prueba de de la tubería de acero.

La fabricación de tramos de tubo de acero deberá cumplir con las normas de fabricación de acero NMX B-177 y ASTM-A-53, Grado B. Los requisitos de calidad tanto en producto como en servicio, deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes.

El tramo de tubo inicial deberá soldarse a una brida sin barrenos para recibir compuerta circular en un extremo y el resto con extremos biselados, deberán soldarse en campo, de acuerdo a especificación.

Los tubos de acero deberán limpiarse con chorro de arena a metal blanco hasta eliminar todo el óxido y dejar la superficie perfectamente limpia para la aplicación del recubrimiento anticorrosivo a base de una mano de primario 100% inorgánico de zinc de 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor hasta completar 0.009" de espesor a película seca en color azul claro.

El contratista será responsable del manejo de todos los materiales, incluyendo los acarrees, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de las siguientes observaciones:

- Al transportar y almacenar los tubos debe evitarse apoyarlos en forma inclinada. Cuando los tubos vayan a estar expuestos a la intemperie por más de treinta días, debe almacenarse bajo techo y no cubrirlos con lonas o polietileno, porque esto provoca un incremento en la temperatura y la oxidación.
- Durante la carga y descarga debe evitarse que los tubos reciban impactos. La forma de sujetar los tubos debe ser mediante eslingas o fajas de lona para evitar fuerzas concentradas en el cuerpo de los tubos. Al estibar los tubos, éstos deben acomodarse de tal forma que se queden en forma horizontal.
- Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo adecuado y accesorios auxiliares, cualquier tipo de transporte, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quién tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.
- Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir los materiales y equipos durante las maniobras de suministro, por negligencia, inexperiencia del personal de operación, y queda obligado a reponer los daños a satisfacción del área de supervisión.

MEDICIÓN Y PAGO. Para los efectos de medición de este concepto de trabajo, se tomará como unidad de medida el *metro lineal*, entendiéndose como tal, la tubería de acero al carbón, debidamente fabricada, transportada, pintada, instalada y probada de acuerdo a la presente especificación y a plena satisfacción del Ingeniero Supervisor, con el visto bueno del área de supervisión.

6 ACCESORIOS ESPECÍFICOS DE TUBERÍA DE ACERO

6.1 *Fabricación e instalación de codo de acero a 22.5° x 457 mm (22.5°x18")*

6.2 *Fabricación e instalación de codo de acero a 45° x 457 mm (45°x18")*

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de tubería de acero, a la adquisición, traslado, almacenamiento, pintura, colocación y prueba de codos

de acero de 22.5° y 45° de 457 mm (18") de diametro, cédula 40, 14.3 mm de espesor, con extremos biselados para soldadura en campo, incluye limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el Contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo la adquisición, transporte, pintura, instalación y prueba de de los codos de acero.

La fabricación de codos de acero deberá cumplir con las normas mexicanas de fabricación de acero NMX B-177 y americanas ASTM-A-53, Grado B. Los requisitos de calidad tanto en producto como en servicio, deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes.

Los codos de acero deberán tratarse con limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta eliminar óxido, grasa o polvo resultado de la limpieza, posteriormente se aplicará recubrimiento anticorrosivo a base de una mano de primario de inorgánico de zinc, posteriormente se aplicarán dos manos de pintura vinílica de alto contenido de sólidos cada mano de 0.003" de espesor hasta completar 0.009" de espesor a película seca en color azul claro, se realizarán pruebas de espesor de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro de ese precio unitario se considerará el pago por pieza al codo de acero a 22.5° y 45°, fabricado, transportado, pintado, instalado y probado de acuerdo a especificación y a plena satisfacción del Ingeniero Supervisor designado por el Gobierno del Estado y la CONAGUA.

6.3 Suministro e instalación de junta Gibault de 18" 450 mm, Clase A7, incluye sellos de hule y tornillos para unir tubo de acero con tubo de PVC

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de la junta Gibault al dispositivo para unir tuberías de materiales diferentes.

La junta Gibault deberá suministrarse en los diámetros requeridos en las uniones de líneas o tramos de tubería de acero con PVC o cualquier otro material que cumpla con la especificación del diseño, como se indica en los planos de instalación, deberán proveerse de empaques de hule y tornillería de acero galvanizado para el correcto acoplamiento.

Queda incluido en este concepto de trabajo, el equipo, herramientas y materiales utilizados, mismos que deberán contar con la aprobación del área de supervisión, quien tendrá la facultad de rechazar cualquiera de ellos por juzgarlos inoperantes o inapropiados para el buen desarrollo de los trabajos.

El contratista deberá emplear los procedimientos y equipos propuestos en el concurso; sin embargo, puede ponerse a consideración del ingeniero para su aprobación. Cualquier cambio que justifique un mejor aprovechamiento de su equipo y mejora en los programas de trabajo, en caso de ser aceptado, no será motivo de cambio en el precio unitario establecido en el contrato.

El contratista será responsable del manejo de las juntas, incluyendo los traslados, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir las juntas durante las maniobras de instalación, por negligencia, inexperiencia del personal de operación o equipo y accesorios auxiliares en mal estado, y queda obligado a reparar los daños a satisfacción del área de supervisión.

Por el precio unitario consignado en el catálogo para este concepto de trabajo, el contratista deberá considerar todos y cada uno de los aditamentos y conexiones necesarias, según lo marque el diseño propio o del fabricante, de acuerdo con la definición, materiales y equipos que se mencionan en esta especificación.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro de ese precio unitario se incluye el pago de la carga, transporte, descarga, almacenaje e instalación de las juntas Gibault requeridas en el sitio de su utilización. Para efectos de pago se estimarán en *pieza* efectivamente colocadas por el Contratista y recibidos a satisfacción por el Ingeniero supervisor.

6.4 Suministro e instalación de cople dresser estilo 90 de 18" 450 mm, incluye sello de hule y tornillos

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de la junta o cople dresser al suministro, pintura, instalación y prueba del cople dresser, estilo 90, de 450 mm de diámetro (18") nominal, para una presión de 7.5 kg/cm² para instalarse en tubería de acero de 457 mm de diámetro (18") en la línea de conducción.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo el suministro, pintura, instalación y prueba de cople dresser estilo 90, de 450 mm de diámetro (18") nominal, para una presión de 7.5 kg/cm² para instalarse en tubería de acero de 457 mm de diámetro (18") en la línea de conducción.

Los trabajos incluyen: preparación de los extremos de los tubos donde se instalará dicho cople para lo cual deberán estar libres de óxido, suciedad e impurezas sin rebabas y completamente recubiertos de primario y acabado.

Para la instalación se realizarán todas las maniobras requeridas, incluyendo la colocación de los empaques ajustando el cople contra la tubería, se incluye el suministro de la tornillería del cople, la cual deberá ser de acero maquinado y galvanizado, así como los empaques del cople.

El precio unitario incluye el recubrimiento anticorrosivo del cople Dresser, para lo cual el contratista deberá de limpiar con sand-blast el cople a metal blanco y aplicará una mano de primario 100% inorgánico de zinc de 0.003" de espesor y como acabado, dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0,009" de espesor a película seca en color azul marino.

Al instalarse la junta se deberá verificar que los tubos tengan una separación de 20 a 25 mm. Para efectos de prueba se verificará que durante el funcionamiento del equipo, no existan fugas en dicha junta, en caso de existir el contratista deberá de realizar los ajustes correspondientes para eliminar dicha fuga.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago se considerará por pieza, considerando como pieza el suministro, pintura, instalación y prueba de la junta Dresser a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

6.5 Suministro e instalación de contrabrida metálica de 457 mm (18") de arranque en obra de toma

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de contrabrida metálica de 457 mm (18"), a la adquisición, traslado, almacenamiento, pintura, colocación y prueba de contrabrida metálica de 457 mm (18") de diámetro nominal, cédula 40, para 150 psi, para soldarse en campo a tubo de acero de igual diámetro con extremos biselados, incluye limpieza y aplicación de recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el Contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo la adquisición, transporte, pintura, instalación y prueba de la contrabrida.

La fabricación de brida de acero deberá cumplir con las normas mexicanas de fabricación de bridas de acero NMX y americanas ASTM. Los requisitos de calidad tanto en producto como en servicio, deberán cumplir con las normas mexicanas de calidad vigentes.

La brida de acero deberá tratarse con limpieza mecánica, con carda o cepillo de alambre hasta eliminar óxido, grasa o polvo resultado de la limpieza, posteriormente se aplicará recubrimiento anticorrosivo a base de una mano de primario de inorgánico de zinc, posteriormente se aplicarán dos manos de pintura vinílica de alto contenido de sólidos cada mano de 0.003" de espesor hasta completar 0.009" de espesor a película seca en color azul claro, se realizarán pruebas de espesor de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro de ese precio unitario se considerará el pago por pieza soldada en campo, pintada, instalada y probada de acuerdo a especificación y a plena satisfacción del Ingeniero Supervisor designado por el Gobierno del Estado y la CONAGUA.

6.6 Suministro e instalación de solera plana de 63.5x6.02 mm (2 1/2"x0.237") de 2.94 kg/m

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de solera plana de acero estructural al conjunto de operaciones necesarias para cortar y barrenar en taller y colocar en campo, los cinturones de solera a los anclajes de acero estructural para la fijación de la tubería.

El suministro e instalación de la solera de 63.5x6.02 mm (2 1/2"x 0.237") de ancho y espesor respectivamente, deberá comprender y tener la longitud de diseño para dar la tensión requerida para sujetar la tubería de acero al cuerpo de la silleta, con un apoyo uniforme en los anclajes previamente instalados a la silleta. Los anclajes deberán alinearse a la separación de diseño para ser soldados en campo a las varillas centrales del cuerpo de la silleta.

La solera y sus anclajes deberán llevar recubrimiento anticorrosivo, para lo cual se procederá en taller a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro del precio unitario se incluye el pago de fabricación, transporte y colocación de los cinturones de solera. Para efectos de pago este concepto se pagará por *pieza* a satisfacción del ingeniero supervisor.

6.7 Suministro e instalación de tornillos de 1/2"x10" para fijar tubería de acero de 18" a silletas

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro e instalación de tornillos estándar A-307, de alta resistencia de acero estructural, al conjunto de operaciones necesarias para colocar, alinear, soldar y ahogar en concreto al cuerpo de las silletas, para la fijación de la tubería.

El suministro e instalación de tornillos estándar A-307, 12.70x254 mm (1/2"x 10") de diámetro y longitud respectivamente, roscado de cabeza y tuerca exagonal, deberá comprender y tener la longitud de roscado necesaria para dar la tensión requerida en el torque para sujetar la tubería de acero, proporcionar un apoyo uniforme a los cinturones mediante un rondana de diámetro equivalente a la tuerca. Los tornillos deberán alinearse a la separación de diseño para ser soldados en campo a las varillas del cuerpo de la silleta.

Los tornillos, tuercas y rondanas, estar libres de óxido y polvo, deberán llevar recubrimiento anticorrosivo, para lo cual se procederá en taller a realizar limpieza mecánica con carda o cepillo de alambre hasta dejar las superficies libres de óxido, grasa y posteriormente, se aplicará una mano de primario 100% inorgánico, de zinc 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0.009" de espesor a película seca, en color naranja, se realizarán pruebas de espesores de pintura y adherencia.

MEDICIÓN Y PAGO. Dentro del precio unitario se incluye el pago de instalación, alineación, soldadura y ahogamiento en concreto al cuerpo de las silletas. Para efectos de pago este concepto se pagará por *pieza* a satisfacción del ingeniero supervisor.

7 COMPUERTA DESLIZANTE TIPO MILER (OBRA DE TOMA)

8 VÁLVULAS DE AIRE Y ACCESORIOS

8.1 Suministro e instalación de válvula de admisión y expulsión de aire, de rompe vacío de 100 mm (4"), serie métrica, presión de trabajo de 7.0 kg/cm², de acción continua en fo.fo. Tipo bridada

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro, instalación y prueba de válvula de admisión y expulsión de aire al dispositivo que se instala en la red de tuberías para permitir la entrada y salida de aire, y en algunos casos para aliviar la presión en las tuberías, de marca reconocida, de 101.6 mm (4") de diámetro, con cierre controlado clase 7 kg/cm² (105 p.s.i.) con cuerpo de fierro fundido e interiores de acero inoxidable, incluye válvula de compuerta de marca reconocida, de 101.6 mm (4") de diámetro, con vástago saliente, con brida para una presión de 7 kg/cm² (105 p.s.i.), incluye limpieza y recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

Por el precio unitario consignado para este concepto, el contratista contando con el equipo, herramientas y personal especializado realizará todos los trabajos y maniobras requeridas para llevar a cabo el suministro, instalación y prueba de válvula de admisión y expulsión de aire, de marca reconocida, de 101.6 mm (4") de diámetro, con cierre controlado clase 7 kg/cm² (105 p.s.i.), con cuerpo de fierro fundido, interiores de acero inoxidable y asientos de BUNA N. Incluye válvula de compuerta de marca reconocida, de 101.6 mm (4") de diámetro, con vástago saliente, con brida para una presión de 7 kg/cm² (105 p.s.i.). Se incluye limpieza y recubrimiento anticorrosivo de acuerdo a especificación.

La válvula deberá de suministrarse con deflector para evitar que la presión llegue al flotador, así como el Surge Check para su cierre controlado.

El cuerpo de la válvula será limpiado exteriormente perfectamente antes de recubrirse, libre de óxido y grasa, el recubrimiento anticorrosivo que deberá aplicarse será a base de una mano de primario 100% inorgánico de zinc de 0.003" de espesor y como acabado dos manos de vinílico de alto contenido de sólidos, cada mano de 0.003" de espesor, hasta completar 0,009" de espesor a película seca, en color azul marino.

Una vez estando en operación las líneas de conducción, la válvulas deberán ser capaces de admitir o expulsar la cantidad de aire que requieran las tuberías sin ningún problema, en caso de no operar la válvula, el contratista deberá corregir el defecto sin ningún cargo adicional.

El contratista será responsable del manejo de las válvulas, incluyendo los traslados, carga, descarga y almacenamiento en la obra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Durante el desarrollo de este concepto de trabajo, el contratista será responsable del daño que pudieran sufrir las válvulas durante las maniobras de instalación, por negligencia, inexperiencia del personal de operación o equipo y accesorios auxiliares en mal estado, y queda obligado a reparar los daños a satisfacción del área de supervisión.

Por el precio unitario consignado en el catálogo para este concepto de trabajo, el contratista deberá considerar todos y cada uno de los aditamentos y conexiones necesarias, según lo marque el diseño, de acuerdo con la definición, materiales y equipos que se mencionan en los párrafos anteriores de esta especificación.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago se considerará por *pieza* a la válvula de admisión y expulsión de aire con cierre controlado debidamente suministrada, instalada, pintada y probada a plena satisfacción del Ingeniero Supervisor.

9 ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

9.1 Fabricación y colocación de concreto hidráulico reforzado de 250 Kg/cm² para silletas en tubería de acero

9.2 Fabricación y colocación de concreto hidráulico simple de 150 Kg/cm² para atraques en tubería de acero

9.3 Fabricación y colocación de concreto ciclópeo de 150 Kg/cm² para recubrimiento de zanja en cruce del río

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por concreto hidráulico al producto fabricado resultante de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados pétreos, en proporciones adecuadas, pudiendo o no tener aditivos para su mejoramiento, colocado en el sitio de la obra.

La construcción de estructuras y obras en general con concreto hidráulico deberá hacerse de acuerdo con las líneas, elevaciones y dimensiones que señale el proyecto. Las dimensiones de algunas estructuras del proyecto quedarán sujetas a las modificaciones que ordene el ingeniero, cuando así lo considere conveniente. El concreto empleado en la construcción, en general, deberá tener una resistencia a la comprensión por lo menos igual al valor indicado para cada una de las estructuras de la obra, conforme a los planos estructurales y especificaciones de resistencia y acabados. El contratista deberá proporcionar las facilidades necesarias de obtención y manejo de muestras representativas para realizar las pruebas de resistencia del concreto.

La localización de las juntas de construcción deberá ser aprobada por el ingeniero supervisor.

Los diferentes tipos de cemento Portland se usarán como sigue:

Tipo I. Será de uso general cuando no se requiera que el cemento tenga propiedades especiales señaladas para los tipos II, III, IV y V.

Tipo II. Se usará en construcciones de concreto expuestas a la acción moderada de sulfato o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.

Tipo III. Se usará cuando se requiera una alta resistencia rápida.

Tipo IV. Se usará cuando se requiera un calor de hidratación bajo.

Tipo V. Se usará cuando se requiera una alta resistencia a la acción de sulfatos.

El cemento Portland de cada uno de los cinco puntos antes señalados deberá cumplir con las especificaciones físicas y químicas de acuerdo con normas oficiales mexicanas NOM y normas mexicanas NMX de calidad, producto y servicio vigentes.

La arena que se emplee en la fabricación de mortero y concreto, y que en su caso deba proporcionar el contratista, deberá consistir en fragmentos de roca duros de diámetro no mayor de 5 mm, densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los requisitos siguientes:

Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b) El contenido del material orgánico deberá ser tal, que en la prueba de color (A.S.T.M., designación C-40), se obtenga un color más claro que el estándar, para que sea satisfactorio.

c) El contenido en polvo, partículas menores de 74 micras: cedazo número 200 (A.S.T.M., designación C-117) ,no deberá exceder del 3% en peso.

d) El contenido de partículas suaves, tepetates, pizarras, etc., sumando con el contenido de arcillas y limo no deberá exceder del 6% en peso.

e) Cuando la arena se obtenga de bancos naturales de este material, se procurará que su granulometría este comprendida entre los límites máximos y mínimos, especificación A.S.T.M. E .11.3 a.

Cuando se presenten serias dificultades para conservar la graduación de la arena dentro de los límites citados, el ingeniero podrá autorizar ligeras variaciones al respecto. Salvo en los casos en que el ingeniero otorgue autorización expresa por escrito, la arena se deberá lavar siempre.

La arena entregada a la planta mezcladora deberá tener contenido de humedad uniforme y estable, no mayor de 6 por ciento.

El agregado grueso que se utilice para la fabricación de concreto y que deba proporcionar el contratista, consistirá en fragmentos de roca duros, de un diámetro mayor de 5.0 mm, densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, pizarras, álcalis, materia orgánica, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales y deberá satisfacer los siguientes requisitos:

a) Las partículas no deberán tener formas lajeadas o alargadas sino aproximadamente esféricas o cúbicas.

b) La densidad absoluta no deberá ser menor de 2.4.

c) El contenido de polvo, partículas menores de 74 micras: número 200 (A.S.T.M., designación C-117), no deberá exceder del 1% en peso.

d) El contenido de partículas suaves determinado por la prueba respectiva Método estándar de *U.S Bureau of Reclamation* (designación 18), no deberá exceder del 1% en peso.

e) No deberá contener materia orgánica, sales o cualquier otra sustancia extraña en proporción perjudicial para el concreto.

Los ingredientes de concreto se mezclarán perfectamente en las revolvedoras de tamaño y tipo aprobado, y diseñadas para asegurar la distribución uniforme de todos los materiales componentes al final del periodo de mezclado.

El tiempo se medirá después de que estén en la revolvedora todos los materiales, con excepción de la cantidad total de agua. Los tiempos mínimos de mezclado han sido especificados basándose en un control apropiado de la velocidad de rotación de la revolvedora cuando lo juzgue conveniente. El concreto deberá ser uniforme en composición y consistencia de carga, excepto cuando se requiera cambios en composición o consistencia. El agua se introducirá en la revolvedora, antes, durante y después de la carga de la revolvedora. No se permitirá el sobre

mezclado excesivo que requiera la adición de agua para preservar la consistencia requerida del concreto. No se permitirá vaciar concreto en agua corriente y ningún colado deberá estar expuesto a un flujo de agua sin que haya alcanzado su fraguado inicial.

El concreto que haya endurecido al grado de no poderse colocar, será desechado. El concreto se vaciará siempre en posición final y no dejará que se escurra, permitiendo o causando segregación. No se permitirá la separación excesiva del agregado grueso a causa de dejarlo caer desde una gran altura o muy desviado de la vertical o porque choque contra las formas o contra las varillas de refuerzo; donde tal separación pudiera ocurrir se colocarán canaletas y deflectores adecuados para confinar y controlar la caída del concreto. Excepto donde se interpongan juntas, todo el concreto en formas se colocará en capas continuas, aproximadamente horizontales, cuyo espesor generalmente no excederá de 50 centímetros. La cantidad del concreto depositado en cada sitio estará sujeta a la aprobación del ingeniero. Las juntas de construcción serán aproximadamente horizontales a no ser que se muestren de otro modo en los planos o que lo ordene el ingeniero y se les dará la forma prescrita usando moldes donde sea necesario o se asegura una unión adecuada con la colocada subsecuente, retirando la "nata superficial" a base de una operación de "picado" satisfactoria.

Todas las intersecciones de las juntas de construcción con superficies de concreto quedarán a la vista, se harán rectas y a nivel o a plomo, según el caso.

Cada capa de concreto se consolidará mediante vibrado hasta la densidad máxima practicable, de manera que quede libre de bolsas de agregado grueso y se acomode perfectamente contra todas las superficies de los moldes y materiales ahogados. Al compactar cada capa de concreto, el vibrador se pondrá en posición vertical y se dejará que la cabeza vibradora penetre en la parte superior de la capa subyacente para vibrarla de nuevo.

La temperatura del concreto al colar no deberá ser mayor de 27 °C y no deberá ser menor de 4 °C. En los colados de concreto durante los meses de verano, se emplearán medios aprobados para mantener la temperatura del concreto al vaciarse dentro de la temperatura máxima específica. En caso de tener temperaturas menores de 4 °C no se harán colados de concreto.

El concreto se compactará por medio de vibrador eléctrico o neumático del tipo de inmersión. Los vibradores de concreto que tengan cabezas vibratoras de 10 centímetros o más de diámetro, se operarán por lo menos a frecuencias de 6000 vibraciones por minuto cuando sean metidos en el concreto.

Los vibradores de concreto que contengan cabezas vibratoras de menos de 10 cm de diámetro se operarán cuando menos a 7000 vibraciones por minuto cuando estén metidos en el concreto. Las nuevas capas de concreto no se colocarán hasta que las capas colocadas previamente hayan sido debidamente vibradas. Se tendrán cuidado en evitar que la cabeza vibradora haga contacto con las superficies de madera.

Todo el concreto se "curará" con membrana o con agua. Las superficies superiores de los muros serán humedecidas con yute mojado u otros medios efectivos tan pronto como el concreto se haya endurecido lo suficiente para evitar que sea dañado por el agua y las superficies se mantendrán húmedas hasta que se aplique la composición para sellar. Las superficies moldeadas se mantendrán húmedas antes de remover las formas y durante la remoción.

El concreto curado con agua se mantendrá mojado por lo menos 21 días inmediatamente después del colado del concreto o hasta que sea cubierto con concreto fresco por medio del material saturado de agua por un sistema de tuberías perforadas, regaderas mecánicas o mangueras porosas, o por cualquier otro método aprobado por el ingeniero, que conserve mojadas las superficies que se van a curar continuamente. El agua utilizada para el curado llenará los mismos requisitos que la usada en la revolvedora de concreto.

El curado con membrana se hará con aplicación de una composición para sellar un pigmento blanco que forme una membrana que retenga el agua en la superficie del concreto.

Para usar la composición para sellar, se agitará previamente a fin de que el pigmento se distribuya uniformemente con el vehículo. Se revolverá por medio de un agitador mecánico efectivo operado por motor, por agitación por aire comprimido introducido en el fondo del tambor, por medio de un tramo de tubo o por otros medios efectivos. Las líneas de aire comprimido estarán provistas de trampas efectivas para evitar que el aceite o la humedad entre la composición.

La resistencia del concreto fabricado para la construcción de la obra de cabeza será la indicada en el catálogo de conceptos y planos estructurales. La obra de cabeza está constituida por la presa derivadora con sus rampas y dentellones de entrada y de salida, muros laterales, banqueta de salida y filtros de grava y arena; el canal de llamada; la obra de toma con dos compuertas deslizantes y la entrada libre a la tubería protegida con su rejilla, y la obra de desfogue con su compuerta radial.

MEDICIÓN Y PAGO. El concreto se medirá en *metros cúbicos* con aproximación de un decimal, y de acuerdo con la resistencia de proyecto; para la cual se determinará directamente en la obra el número de metros cúbicos colocados en cada elemento, según el proyecto o las órdenes del ingeniero.

No se medirá para fines de pago los volúmenes de concreto colocados para ocupar sobre excavaciones imputables al contratista.

De manera enunciativa se señalan a continuación las principales actividades que se contemplan en estos conceptos:

El suministro del cemento en la cantidad que se requiera, incluyendo las muestras para pruebas de resistencia, mermas y desperdicios para dar la resistencia requerida.

La adquisición de grava y arena en las cantidades necesarias considerando mermas y desperdicios, incluyendo carga, acarreo a una distancia máxima de 10 km y descarga.

El suministro de agua con mermas y desperdicios.

El curado con membrana y/o agua y/o curacreto.

La mano de obra y equipo necesarios.

Se ratifica que el Contratante, al utilizar estos conceptos, está pagando unidades de obra terminada y con la resistencia especificada, por lo que el Contratista tomará las consideraciones y

procedimientos constructivos de su estricta responsabilidad para proporcionar las resistencias exigidas en el proyecto.

10. SUMINISTRO Y HABILITACIÓN DE ACERO ESTRUCTURAL Y DE REFUERZO

10.1 Suministro y habilitación de acero de refuerzo con F_y de 4,200 kg/cm²

DEFICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por suministro y habilitación de acero de refuerzo al conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo con límite de fluencia de 4200 kg/cm² para la formación de los elementos de concreto reforzado.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en la forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

Las distancias a que deban colocarse las varillas de refuerzo son las que se indican en el plano estructural, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas, deberán ser las que se consignan en el plano estructural.

Antes de proceder a su colocación, las superficies de las varillas y de los soportes metálicos de éstas, deberán limpiarse de óxido, polvo, grasa u otras sustancias y deberán mantenerse en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

Las varillas deberán ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes metálicos, etc., se deberá tener el cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de refuerzo.

MEDICIÓN Y PAGO. En cuanto a la cuantificación del acero de refuerzo se hará por *kilogramo* colocado con aproximación a la unidad, quedando incluido en el precio: mermas, desperdicios, descalibres, sobrantes; así como alambre y silletas necesarias para su instalación. Considerando como máximo el peso teórico tabulado, según el diámetro comercial de la varilla.

Cuando el suministro lo realice el contratista, deberá incluir los fletes totales, las maniobras y manejos locales hasta dejarlo en el sitio de la obra.

En ambos casos el contratista proporcionará la mano de obra, el equipo y la herramienta necesaria para la habilitación.

De manera especial debe considerar cuando la varilla sea de 1" de diámetro o mayor, ya que no irá traslapada amarrada sino soldada a tope, cumplimentando los requisitos de soldadura.

11. CONCEPTOS DIVERSOS

11.1 *Suministro, habilitación y formación de cimbra común para colado de elementos de concreto aparente*

DEFINICION Y EJECUCION. Se entenderá por cimbra para el formado de moldes a: el suministro, habilitación y formación de encofrados o moldes a base de madera, canalones y de madera revestida de lámina, para el colado de concreto acabado aparente de muros, zapatas y losas de concreto hidráulico reforzado en el lugar de la obra.

El contratista proporcionará las formas o moldes para los colados de concreto que se requieran en los diversos elementos estructurales. Las formas que utilice el contratista deberán estar en condiciones tales que produzcan en el concreto una calidad de acabado aparente. Los concretos que no presenten un acabado satisfactorio derivado de un cimbrado deficiente o formas en mal estado a juicio del ingeniero, éste podrá ordenar su remoción al contratista para que corrija, sin cargo adicional, los defectos observados.

Por el precio unitario de este concepto se incluye el suministro del material necesario para la fabricación de las formas o moldes, su colocación, empleo y remoción; igualmente incluye el suministro, colocación y remoción de la obra falsa que sea requerida para llevar a cabo los colados.

MEDICIÓN Y PAGO. Para efectos de pago, se medirá la cimbra en m^2 , entendiéndose como tal, al suministro del material necesario para la fabricación de las formas o moldes, su colocación, empleo y remoción, así como el de la obra falsa que sea requerido.

11.2 *Bombeo de achique*

DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN. Se entenderá por bombeo de achique el proceso de extraer el agua freática que aflora durante las excavaciones, sean estas por filtraciones de cuerpos de agua existentes o mantos freáticos derivados de la naturaleza del terreno.

Es requisito indispensable ubicar los desplantes de estructuras en instalaciones de tuberías y obras en general en condiciones de suelo seco, con el fin de precisar los niveles de desplante y terminación de elementos estructurales e instalaciones previstas en el proyecto.

Para el desalojo de aguas limpias o lodosas el contratista deberá seleccionar el equipo adecuado a las necesidades de desalojo, con el fin de no alterar los programas de ejecución de los trabajos; es decir, el equipo tendrá la capacidad para bombear el agua en el tiempo requerido para ejecutar los trabajos en los tiempos previstos en el programa. La capacidad del equipo se ha determinado en el proyecto, considerando las condiciones críticas previstas en la construcción de la obra de toma y obras auxiliares; sin embargo, si se requiere ampliar la capacidad de bombeo a juicio del contratista, este requerimiento y las condiciones de bombeo deberá comunicarlo al ingeniero supervisor.

MEDICIÓN Y PAGO. El pago de este concepto se hará en *horas*, y considera la capacidad de bombeo determinada en el proyecto; cualquier cambio en las condiciones de bombeo, el contratista estará en su derecho de negociar con el ingeniero supervisor.