

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Diseño de un sistema de riego a gravedad

VÍCTOR ANDRÉS VEGA CASTRO

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniería Civil

Quito

Diciembre 2011

Universidad San Francisco de Quito

Colegio Politécnico

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Diseño de un sistema de riego a gravedad

VÍCTOR ANDRÉS VEGA CASTRO

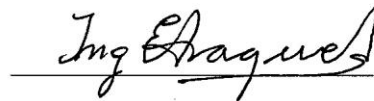
Fernando Romo

Decano del Colegio Politécnico

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fernando Romo', written over a horizontal line.

Miguel Araque

Director de Tesis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ing Araque', written over a horizontal line.

Quito, Diciembre 2011

© Derechos de autor

Víctor Andrés Vega Castro

2011

Agradecimiento

A Miguel Araque, Ing., Director de Tesis, por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mis Padres Víctor y Mónica, por apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mis hermanas Erika y Natalia Isabel, por estar a mi lado.

Resumen

Debido al gran crecimiento de la población en las últimas décadas, la demanda de alimentos ha crecido junto con la población, sin embargo la producción de alimentos se ha visto afectada ya que ha reducido su espacio en el cual podía ser cultivada.

La reducción de espacio, la demanda en crecimiento y el impacto ambiental negativo que puede generar la agricultura; ha creado una conciencia mundial sobre cómo mejorar la producción reduciendo su espacio y generando el menor impacto posible es por esto que los sistemas de riego tienen una gran importancia en la producción alimenticia del mundo.

En nuestro país la población que se dedica a la agricultura no le ha dado tanta importancia a los efectos que esta produce y se sigue usando sistemas antiguos que generan mayores impactos y menor producción en los cultivos. Es por esto que se va a analizar el sistema de riego por gravedad ya que debido a los sistemas que se usan actualmente y al poder económico de las personas que se dedican a la agricultura el riego por gravedad es la mejor opción.

Abstract

Due to the large population growth in recent decades, the demand for food has grown along with the population, but food production has been affected since it has reduced its space which could be cultivated.

The space reduction in demand growth and negative environmental impacts that can generate agriculture has created a global awareness of how to improve production by reducing the space and creating the least impact that is why irrigation is of great importance in world food production

In our country the population involved with agriculture has not given much importance to the effects it produces and is still using older systems that generate greater impact and lower production in crops. This is why we will analyze the gravity irrigation system as due to the systems currently in use and the economic power of the people involved with agriculture.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I.	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. BREVE RESEÑA HISTORICA DEL RIEGO.	1
1.2. RECURSOS DE LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL.	3
1.3. RECURSOS DE LA AGRICULTURA EN ECUADOR	5
1.4. CLIMA	6
1.5. RECURSOS HÍDRICOS	7
1.6. LAGOS Y EMBALSES	8
1.7. RESUMEN DE LA SITUACIÓN DEL RIEGO EN ECUADOR.	10
1.8. GENERALIDADES DE LOS SUELOS AGRICOLAS.	13
1.8.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.	14
1.8.2. FACTORES DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS.	15
1.8.3. DESARROLLO DEL SUELO.	18
1.8.4. MORFOLOGÍA DEL SUELO	20
1.9. EL AGUA Y LA ATMOSFERA DEL SUELO	21
1.9.1. FUERZAS DE RETENCIÓN DEL AGUA	22
1.9.2. CLASIFICACIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO	23
1.10. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE HUMEDAD.	25
1.10.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE. 27	
1.10.2. HUMEDAD APROVECHABLE O DISPONIBLE.	27
1.10.3. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO.	28
1.10.4. MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.	29
1.11. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS	30
1.11.1. TEXTURA DEL SUELO	30
1.11.2. ESTRUCTURA DEL SUELO	33
1.11.3. CONSISTENCIA DEL SUELO	38
1.11.4. COLOR DEL SUELO	38
1.11.5. DENSIDAD APARENTE	39
1.11.6. DENSIDAD REAL	40

1.12.	PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS	40
1.12.1.	MATERIA ORGÁNICA	41
1.12.2.	FERTILIDAD	41
1.13.	LAS PLANTAS	42
1.13.1.	HIDROLOGÍA DE LA PLANTA	42
1.13.2.	LAS PLANTAS Y EL AGUA	42
1.13.3.	FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DEL AGUA	43
1.13.4.	EFEECTO DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE LA RAÍZ	44
1.13.5.	EFECTOS DEL CLIMA EN EL DESARROLLO DE LA RAÍZ	45
1.14.	MARCO LEGAL. LEY DE GESTION AMBIENTAL	45
	CAPITULO II	58
2.	CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA POR LOS CULTIVOS	58
2.1.1.	EVAPOTRANSPIRACIÓN	60
2.1.2.	EVAPORACIÓN	60
2.1.3.	TRANSPIRACIÓN	61
2.1.4.	EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y POTENCIAL	61
2.1.5.	MÉTODOS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN ..	63
	CAPITULO III	77
3.	INTRODUCCIÓN	77
3.1.	VENTAJAS	79
3.2.	DESVENTAJA	79
3.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS	80
3.3.1.	PENDIENTE DE TRAZO	80
3.3.2.	ANCHO DE MELGAS	81
3.3.3.	LONGITUD DE MELGAS	83
3.4.	LÁMINA DE RIEGO	85
3.5.	CONSTRUCCIÓN DE LOS BORDES O DIQUES	86
3.6.	CONSIDERACIONES DEL RIEGO POR MELGAS	86
	CAPITULO IV	87
4.	IMPACTO AMBIENTAL	87
4.1.	IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS	87
4.1.1.	PROPÓSITO Y NECESIDAD DEL PROYECTO	88

4.1.2.	LÍNEA BASE AMBIENTAL	88
4.1.3.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS	89
4.1.3.1.	FICHA AMBIENTAL.....	91
4.1.3.2.	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	100
4.1.3.2.1.	LISTA DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO.	101
4.1.3.3.	MATRIZ DE LEOPOLD.....	102
4.1.4.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	112
4.1.4.1.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE DISEÑO....	112
4.1.4.2.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	113
4.1.4.3.	IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN 113	
4.1.5.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS	114
4.1.5.1.	ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:.....	115
4.1.5.2.	EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN:	115
4.1.5.3.	EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO.....	116
4.1.6.	CONCLUSIONES.....	117
	CAPITULO V	118
5.	ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	118
5.1.	ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES.....	118
5.1.1.	REPLANTEO Y NIVELACIÓN.	118
5.1.2.	DESBROCE Y LIMPIEZA	121
5.1.2.1.	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE DESBROCE Y LIMPIEZA .	123
5.2.	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO Y TRABAJOS DE RELLENO.	124
5.2.1.	EXCAVACIÓN.....	124
5.2.2.	RELLENO.....	129
5.2.2.1.	RELLENO SIN COMPACTAR	130
5.2.2.2.	RELLENO COMPACTADO	130
5.2.2.3.	RELLENO DE ESTRUCTURAS	131
5.2.2.4.	RELLENO PARA FORMACIÓN DE FILTROS O DRENES	132
5.3.	MAMPOSTERÍA.....	133

5.4.	ENLUCIDOS.....	134
5.5.	EXCAVACIÓN DE ZANJAS.....	136
5.5.1.	RELLENO DE LAS EXCAVACIONES DE ZANJAS.....	140
5.5.2.	BASES Y ANCLAJES DE HORMIGÓN PARA TUBERÍA Y ACCESORIOS.....	142
5.5.3.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PLÁSTICO.....	143
5.5.4.	LIMPIEZA Y PRUEBAS.	145
5.6.	OBRAS DE ARTE VARIAS.....	147
5.7.	INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS.	152
5.7.1.	VÁLVULAS.	154
5.7.2.	TRAMOS CORTOS.....	154
5.7.3.	TEES, CODOS, TAPONES.....	154
5.7.4.	BOCAS DE CAMPANA, CERNIDEROS Y REDUCCIONES.....	155
5.8.	RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.....	156
5.8.1.	EMPLAZAMIENTO DEL TANQUE.	157
5.8.2.	REPLANTEO.	157
5.8.3.	EXCAVACIÓN.....	158
5.9.	OTROS	158
5.10.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	159
5.11.	LADRILLO.....	160
5.12.	MATERIALES TANQUE DE FERROCEMENTO.....	160
5.13.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TUBERIAS, Y ACCESORIOS. 161	
5.13.1.	TUBERÍAS DE PRESIÓN DE CLORURO DE POLIVINILO PVC. .	164
5.13.2.	TUBERÍAS DE HIERRO GALVANIZADO	168
5.14.	VÁLVULAS.....	170
5.14.1.	VÁLVULAS DE COMPUERTA.	170
5.14.2.	CAJAS DE HF PARA VÁLVULAS.....	171
5.14.3.	VÁLVULAS DE AIRE.....	172
	Conclusiones.....	174
	Recomendaciones.....	175
	Bibliografía.....	176

CAPITULO I.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. BREVE RESEÑA HISTORICA DEL RIEGO.

Los cultivos dependen del agua para crecer, y esta es administrada de forma natural a través de lluvias, humedad interna del suelo, precipitaciones naturales, pero esta puede escasear o disminuir su cantidad y no llega a ser suficiente para los cultivos, es ahí cuando la forma artificial se convierte en una necesidad, dando gran importancia al riego.

Existe una estrecha relación con el uso, manejo y la conservación del agua, con el riego agrícola, por esta razón el agua es una de estas áreas dentro de la agricultura que requiere de mayores estudios, avances tecnológicos y de la aplicación de los mismos sin dañar el ecosistema y deteriorar el medio ambiente.

Por tanto, existe una necesidad urgente de reconciliar las demandas de agua con el fin de mantener las funciones de los ecosistemas y para la producción de alimentos. Hallar dicho equilibrio es particularmente importante en los países en desarrollo, donde la agricultura y el entorno natural son con frecuencia los principales "motores de crecimiento" potenciales y constituyen la clave para mitigar la pobreza y el hambre. El riego, es considera como una ciencia milenaria, en varios países el riego constituyo como una actividad de suma importancia, en la antigüedad existieron pueblos como los egipcios e hindúes que tenían técnica de irrigación para su agricultura.

En Ecuador, un ejemplo clásico de sistemas de riego fue implementado por los Incas, la relación entre el pueblo indígena y la naturaleza fue extraordinario debido al respeto que ellos la tenían considerándola su madre la Pachamama. Debido a su ubicación geográfica necesitaban usar las laderas para poder cultivar es aquí donde crean terrazas que son una escalera creada en la montaña, creando a través de estos canales de riego con perfectos drenajes.

Aun hoy se pueden apreciar estos sistemas de terrazas en varios lugares de América, en Perú se los conoce más debido a que lo han usado con fines turísticos, a lo largo de los Andes en otros países como Ecuador y Bolivia han se los puede apreciar.

A partir de la década de 1960 se dieron cambios profundos en la economía de nuestro país. Como consecuencia de la crisis temporal en la producción bananera, la baja en los precios del café y los conflictos políticos entre los grupos que representaban los intereses de las clases dominantes de la Sierra y la Costa, respectivamente. Estos factores fueron los que permitieron la elaboración de un proyecto político dirigido hacia la diversificación de la economía y la transformación de los rezagos feudales de producción hacia una modernización del sector agrícola.

La Reforma Agraria de 1964 fue claramente el eje que aglutinó las fuerzas modernizante. Aunque el impacto sobre la distribución de la tierra es limitado, la reforma significó el punto sin retorno para las formas feudales de producción como huasipungo y el inicio de cambios estructurales en el uso de la tierra, el balance entre o diferentes cultivos y la aplicación de tecnologías para la modernización del campo.

En todo el mundo fue desarrollándose el riego como ciencia evolutiva las mejoras y las técnicas han progresado, teniendo como prioridad del ahorro de agua, ahorro de energía y a gran escala los costos disminuyen, con un aumento importante de la producción. Así se han introducido técnicas de fertilización con aplicación de químicos a través del riego, lo que se denominada fertigación y quemigación. La implementación de estas técnicas ha ocasionado un incremento en la productividad en los cultivos haciendo eficiente el uso de los recursos y mejoras en la calidad de vida de las comunidades. (Viteri, 2007).

1.2. RECURSOS DE LA AGRICULTURA A NIVEL MUNDIAL.

Se estima que a nivel mundial la demanda por agua para el uso agrícola se verá incrementada entre el 15% y el 20%, en los próximos 25 años, con el fin de mantener la seguridad alimentaria y reducir el hambre y la pobreza de una población mundial en aumento.

Los estudios ambientales indican que el uso de agua deberá ser reducido en por lo menos un 10% durante el mismo período para protección de ríos, lagos y fuentes de los cuales dependen millones de personas para su subsistencia y con el fin de satisfacer las crecientes demandas de las ciudades e industrias. Con el fin de que las comunidades de todo el mundo se concienticen, creando planes de gestión de los recursos hídricos. (Agua, Agricultura de Riego y Medio Ambiente, 2003).

Tabla 1-1 Distribución del agua en la superficie terrestre.

Distribución del agua en la Tierra				
Situación del agua	Volumen en km ³		Porcentaje	
	Agua dulce	Agua salada	de agua dulce	de agua total
Océanos y mares	-	1.338.000.000	-	96,5
Casquetes y glaciares polare	24.064.000	-	68,7	1,74
Agua subterránea salada	-	12.870.000	-	0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000	-	30,1	0,76
Glaciares continentales y Permafrost	300.00	-	0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91.00	-	0,26	0,007
Lagos de agua salada	-	85.40	-	0,006
Humedad del suelo	16.50	-	0,05	0,001
Atmósfera	12.90	-	0,04	0,001
Embalses	11.47	-	0,03	0,0008
Ríos	2.12	-	0,006	0,0002
Agua biológica	1.12	-	0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100.00	-
Total agua en la tierra	1.386.000.000		-	100.00

El 97 por ciento es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; sólo el 3 por ciento de su volumen es dulce. De esta última, un 1 por ciento está en estado líquido.

El 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos. Fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y, subterráneamente, en acuíferos. (Istanbul, 2004).

1.3. RECURSOS DE LA AGRICULTURA EN ECUADOR

El Ecuador está ubicado al noroeste de América del sur, incluyendo a las Islas Galápagos, ubicadas a 1.000 km al oeste de la parte continental, con una superficie de 8.010 km². Sus características físicas, ecológicas, climáticas, etc. están influenciadas por su ubicación geográfica, atravesado latitudinalmente por la línea ecuatorial y longitudinalmente por la Cordillera de los Andes y por sistemas montañosos transversales en el sentido oriente-occidente, dando lugar a la conformación de valles interandinos. Las regiones bajas y planas se encuentran al occidente junto al Océano Pacífico y, hacia el oriente, en la Amazonía.

Por las condiciones antes mencionadas, el Ecuador presenta cuatro regiones naturales plenamente identificables y territorialmente distribuidas: Litoral, Interandina, Amazónica e Insular (Archipiélago de Galápagos). Con una superficie total de 283 560 km², se considera que la superficie cultivable del país es de 10,5 millones de ha, con una superficie cultivada en 1997 de 3 000 100 ha (1 574 000 ha de cultivos anuales y 1 427 000 ha de

permanentes).

1.4. CLIMA

Debido a su proximidad al ecuador, la mayor parte del país excepto la Sierra, tiene un clima húmedo tropical. La precipitación media anual del país es de 2 274 mm, siendo la distribución temporal y espacial de la lluvia poco uniforme, constituyendo la razón de las cíclicas y graves inundaciones, especialmente en la costa. Se pueden distinguir tres regiones climáticas claramente diferenciadas.

El Litoral o Costa cubren el 25 por ciento del territorio nacional y presenta una estación húmeda en la primera mitad del año (enero-abril) donde se concentra aproximadamente el 80 por ciento de la lluvia y una estación seca en la segunda mitad. La precipitación media anual en la Costa Sur varía entre los 100 mm en Salinas, situada en la Península de Santa Elena, los 1 000 mm en Guayaquil, mientras que en la áreas más húmedas de la costa norte, la precipitación media anual varía entre 3 000 y 4 000 mm (Cuenca del Esmeraldas). Algunos años, el fenómeno de El Niño causa lluvias torrenciales que traen como consecuencia grandes daños en la costa y ocasionalmente en la Sierra.

El Oriente o Amazonas constituye el 45 por ciento del área total del país, con un clima marcadamente tropical que experimenta continuas y abundantes precipitaciones y altas temperaturas. La precipitación media anual varía de 3 500 a 4 000 mm.

Las regiones Costa y el Oriente son templadas, variando las temperaturas ligeramente entre estaciones, siendo las diferencias más acusadas entre el día y la noche. Las temperaturas

más altas del día oscilan entre los 29 y los 33 ° C, mientras que por la noche bajan hasta alcanzar entre 20 y 24° C.

En la Sierra, que constituye el 27 por ciento de la superficie del país, existen climáticamente dos estaciones: el invierno (octubre a mayo) y el verano (junio a septiembre). Generalmente las lluvias alcanzan un máximo más marcado durante los equinoccios y otro secundario en octubre, con una larga estación seca de junio a septiembre.

La precipitación anual decrece hacia el interior siendo a veces las precipitaciones medias anuales incluso menores de 300 mm. A medida que aumenta la altitud, las temperaturas decrecen a un ritmo aproximado entre 5 y 6 °C cada 1 000 metros. La temperatura media anual oscila entre 10 y 18° C. Por encima de los 2 000 m son frecuentes las heladas, especialmente en zonas llanas y en las noches claras de las estaciones secas, mientras que por encima de los 4 500 m las cimas están permanentemente nevadas.

1.5. RECURSOS HÍDRICOS

La precipitación media anual es de 2274 mm, que suponen 645 km³/año en todo el territorio continental. Ecuador continental tiene dos grandes vertientes hidrográficas. Por un lado la vertiente Pacífica y por otro la vertiente Atlántica o Amazónica. En total, el país está dividido en 31 Sistemas Hidrográficos, incluidas las Islas Galápagos, con unos recursos hídricos internos renovables de 432 km³/año.

Tabla 2-1 Principales vertientes hidrográficas de Ecuador

Vertiente	Principales Cursos Hídricos	Superficie drenada ¹ (km ²)	Precipitación media anual (mm)	Escorrentía media anual (mm)	Evaporación media anual (mm)
Pacífico	Guayas Esmeraldas Catamayo Chira	121 279	1 543	950	593
Amazonas	Napo Santiago Pastaza	139 634	3 006	2 256	750
Islas Galápagos		8 006	600	197	403
Total		268 919¹	2 274	1 606	668

El Ecuador no recibe en su territorio prácticamente ningún aporte hídrico de los ríos de los países limítrofes, Colombia y Perú.

1.6. LAGOS Y EMBALSES

La capacidad total de embalse de Ecuador es de 7,5 km³, constituyendo el embalse de Daule Peripa, que abastece la costa, el 83 por ciento de dicha capacidad. En la Tabla siguiente se detalla el propósito de las principales obras de regulación de Ecuador, así como su capacidad.

Tabla 3-1 Capacidad y finalidad de los principales embalses en Ecuador.

Nombre	Finalidad del embalse		
	Riego	Energía	Riego, energía y otros
Daule Peripa			6300
Poza Honda	97.5		
La Esperanza	455		
Pisayambo		90	
Agoyán		3.6	
Paute		100	
Tahuín	250		
Chongón	280		
Azúcar	5		
Los Chillos		0.3	
Guangopolo		0.13	
Cumbayá		0.36	
Total	1087.5	194.39	6300

El riego está en función de la frecuencia e intensidad de precipitación de cada zona en relación con la duración y fisiología de los cultivos. En 1997 la extracción total del agua se estimaba en 16,98 km³, de los cuales el 12,3 por ciento se dedicaba al uso doméstico, el 5,6 por ciento al industrial y el 82,0 por ciento restante a los usos agropecuarios. Hasta el momento, la alta disponibilidad de recursos hídricos ha evitado la competencia entre sectores productivos.

En el año 2000, según el último Censo Agropecuario se tiene 8'107.000 has (ocho millones ciento siete mil hectáreas) con usos agropecuario y forestal. Esto equivale a más del doble que en el año 1971. Podemos verlo en el gráfico: considerando la aptitud de los suelos para el riego y los recursos hídricos disponibles. Si se tienen en cuenta todos los proyectos que en la actualidad se encuentran en fase de prefactibilidad, factibilidad, ejecución y operación en el sector público, así como la superficie puesta en riego en el sector privado, se estima una superficie total regable en un medio y largo plazo de 1 185 000 ha. (Haro, 2003)

1.7. RESUMEN DE LA SITUACIÓN DEL RIEGO EN ECUADOR.

De acuerdo con el INAR la situación del riego es:

- ✓ Ecuador es un país agrícola desde la época de los incas existían obras de riego
- ✓ Las primeras leyes relativas al recurso hídrico decretadas en 1541 y 1680 durante el período colonial son el resultado de una combinación entre el medio ambiente americano y el existente español inspirado en el derecho romano y árabe.
- ✓ Las leyes sobre el agua de las colonias fueron creadas para tierras áridas por personas que consideraban el agua como un bien escaso y precioso. Es a partir de esa época que la construcción de canales de riego se desarrolla, se asocian los conocimientos hidráulicos de los colonos españoles con el trabajo más o menos voluntario de las comunidades autóctonas.
- ✓ En 1830, el país declara su independencia, comienza entonces el período republicano. El poder político preserva el autoritarismo central, especialmente por lo que se refiere al aparato judicial. Dos años más tarde, una ley promulgada por la nueva República suprime

el obstáculo principal al desarrollo del riego, autorizando la construcción de canales sobre las tierras de otros a cambio de una indemnización. El levantamiento de la obligación de negociación para obtener el acuerdo del propietario para construir un nuevo canal permite una fuerte extensión de los perímetros regados pero implica también una multiplicación del número de litigios.

- ✓ Según Morin (sd.), al siglo XIX en América Latina, para la inmensa mayoría de la gente el progreso se acompaña de pobreza ya que es sinónimo de evicción de propiedad de la tierra, de reducción de superficie cultivable, Comienza entonces un período en que la situación económica y social evoluciona en paralelo a la distribución de propiedad de la tierra y en consecuencia a la del agua.
- ✓ Algunos terratenientes comienzan a vender sus tierras para poder invertir en otras actividades, este fenómeno va a ampliarse durante el siglo siguiente. Eso coincide con la aparición de organizaciones campesinas relacionadas con el riego. La atomización de las grandes haciendas transformadas en pequeñas propiedades y la necesidad para los campesinos de asegurar sus suministros del agua, incitan estos últimos a reivindicar sus derechos sobre la división y la distribución de las aguas.
- ✓ A partir de las primeras décadas del siglo XX, a raíz de un aumento de la complejidad de gestión del riego, las Juntas de Aguas se establecen.
- ✓ Hasta en los años sesenta, el modelo económico se basa en la concentración de propiedad de la tierra, el agroexportación de los productos tropicales (cacao, banano, café) y la apropiación privada del agua. Sin embargo, la Ley sobre el agua promulgada este año, reconoce el agua como bien nacional, una declaración también incluida en la Ley de Nacionalización de las Aguas promulgada en 1972.
- ✓ El Estado invierte en grandes infraestructuras hidráulicas y desarrolla una red de riego

nacional. La lógica es extractivista y mantiene las concentraciones de derechos de agua entre las manos de personas económica y políticamente influyentes. El normaliza las organizaciones de regantes pero no apoya la pequeña agricultura regada estableciendo tarifas bajas pero no diferenciadas.

- ✓ El 11 de Noviembre de 1966 se crea el INERHI Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, en el Gobierno de CLEMENTE YEROVI INDABURU, Presidente Interino de la República.
- ✓ En 1994, se desmonta y sustituye al organismo central de gestión de los recursos hídricos, el Instituto Nacional Ecuatoriano de los Recursos Hidráulicos (INERHI) por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y las Corporaciones Regionales de Desarrollo (CRD) encargadas de la transferencia de los sistemas de riego a las organizaciones de usuarios. Estas estructuras más sectoriales y más regionales provocan la pérdida de una visión global y el abandono de un marco institucional y reglamentario eficaz.
- ✓ Finalmente en Mayo 2008 según decreto 1088 del Presidente Raphael Correa el CNRH se convierte en SENAGUA Secretaría Nacional del Agua. De acuerdo al Decreto Ejecutivo de creación de la SENAGUA, se adscribe el Instituto Nacional de Meteorología (INAMHI).
- ✓ La SENAGUA tiene previsto dividir al país en nueve regiones hidrográficas que regirán las nuevas políticas hídricas y controlará en forma desconcentrada toda la información hidrográfica del país.
- ✓ En Ecuador los métodos de riegos más utilizados para aplicar el agua a las parcelas son los de gravedad y los presurizados.
- ✓ La SENAGUA hasta el momento tiene otorgados 67.000 permisos de uso y aprovechamiento del agua a nivel nacional.

- ✓ Durante los años 1995-2000 se abre un período de propuestas y un proyecto de modificación de la Ley sobre el agua de 1972 es depositado. A pesar de las dificultades vinculadas a las imperfecciones de esta ley, su reforma resulta imposible habida cuenta de la falta de implicación de los poderes políticos, de los intereses divergentes de los usuarios y el gran número de las propuestas.
- ✓ Actualmente, la política ecuatoriana del agua es difícil de aplicar es que integra a la vez objetivos que favorecen la apropiación privada pero conserva al mismo tiempo las características esenciales de su antiguo modelo resultante de la Ley del agua de 1972.
- ✓ El riego por superficie cubre el 95 por ciento de las superficies regadas en el país.
- ✓ Para el riego de pastos en la sierra se utiliza el riego por surcos, melgas e inundación.
- ✓ Se considera que la superficie cultivable del país es de 10,5 millones de ha, con una superficie cultivada en 1997 de 3 000 100 ha (1 574 000 ha. de cultivos anuales y 427 000 ha de permanentes).
- ✓ La SENAGUA es el organismo que provee de permisos de usos y aprovechamiento del agua “concesiones” a Nivel Nacional, para el público en general, comunidades, campesinos, plantas hidroeléctricas, empresas agrícolas, industrias etc. (Agua, 2009)

1.8. GENERALIDADES DE LOS SUELOS AGRICOLAS.

Los suelos agrícolas se encuentran dentro del estudio de varias ramas de la ciencia que se relacionan entre sí. Una de las ciencias que agrupa a todas estas ramas se le ha denominado: Edafología.

La edafología se define como la ciencia que estudia las diferentes propiedades del suelo que se relacionan con la productividad agrícola y determina las causas y efectos de

variación de la productividad agrícola e investiga los medios para preservar y aumentar esa productividad.

El origen del vocablo edafología es el siguiente:

Edafología Edafós suelo tratado logos

También existe el vocablo que se relaciona con la edafología aunque usado menos frecuentemente es el de la pedología, cuyo origen es pedós (piso). De tal forma que podemos interpretar a la edafología o pedología como la ciencia del suelo. El suelo agrícola en general es el hábitat de las plantas donde se desarrolla la productividad agrícola para beneficio del hombre, esto se muestra como un sistema y esquemáticamente se puede representar de la siguiente forma:

1.8.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Los suelos son un sistema abierto; a los factores: clima, tiempo, biológicos, etc. El sistema suelo no solo es un material que sostiene y nutre a las plantas, tiene un significado más general, incluye a las rocas, agua, materia orgánica y formas vivientes, y aun en el aire, materiales y sustancias que intervienen directa o indirectamente en el desarrollo de las plantas.

Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo. Los suelos constan de cuatro grandes componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica

aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente.

Los constituyentes minerales (inorgánicos) de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales. La materia orgánica del suelo se divide en dos grandes grupos:

Los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos. El humus, que es considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica. Para darse una idea general de la importancia que tiene el agua para el suelo es necesario resaltar los conceptos.

1.8.2. FACTORES DE FORMACIÓN DE LOS SUELOS.

El suelo se forma además de a partir de una roca también a partir de unos restos vegetales y animales, por tanto, los organismos también constituyen un factor importante Si se comparan los suelos de la regiones húmedas y los de las regiones áridas salta a la vista el importante papel que juega el clima en la formación del suelo.

Por otra parte, si analizamos la distribución de los suelos en una zona montañosa, observaremos como los suelos se encuentran escalonados en el paisaje es evidente que los cambios que se producen en el material para pasar de roca a suelo necesitan para desarrollarse que transcurra un determinado tiempo y este tiempo representa el quinto y último factor en la formación del suelo.

El suelo puede ser considerado como una determinada combinación de sus factores formadores. Esta concepción del suelo fue expresada por primera vez por Jenny en 1940 según la siguiente ecuación:

$$S = f(p, cl, o, r, t)$$

donde:

p = material original r = relieve

cl = clima t = tiempo

o = organismos

Esta ecuación es muy importante pues representa que para una determinada combinación de los factores formadores sólo puede existir un tipo de suelo (la misma combinación de factores originará siempre el mismo tipo de suelo independientemente del lugar geográfico en que se encuentre). Igualmente importante es que la magnitud de cualquiera de las propiedades del suelo, tales como pH, contenido en arcillas, porosidad, etc., está determinada por la combinación de estos factores formadores.

Para evaluar la influencia de cada factor formador en las propiedades del suelo, basta en teoría con mantener constantes todos los demás, (hecho que frecuentemente es difícil de encontrar en la práctica). Así para ver la importancia del tiempo, la ecuación fundamental quedaría así:

$$S = f(t) \text{ cl, o, r, p; siendo cl, o, r, p, = constantes.}$$

Lo que quiere decir que la variación de cualquier propiedad del suelo depende exclusivamente del tiempo. Así, en el tiempo cero, suelo y material original se funden uno en el otro. Variando el tiempo irán apareciendo una serie de tipos de suelos, cada vez más evolucionados, cuyas propiedades serán una consecuencia directa de la edad y obtendríamos lo que se llama una cronosecuencia.

Por otra parte, si aislamos el factor roca madre (y mantenemos constantes a todos los demás) tendríamos una litosecuencia. Aislando el factor relieve obtendríamos una toposecuencia o catena, si es el clima el único factor variable tenemos la climosecuencia y finalmente la acción de los organismos vendría representada en una biosecuencia.

En el intemperismo físico actúan principalmente los factores de luz, agua y temperatura.

En el intemperismo químico se da la interacción de los factores anteriores sumados a las reacciones químicas que suceden como son la hidrólisis, hidratación, oxidación, reducción, etc. En el intemperismo bioquímico se da además, la acumulación de la vegetación y la formación de la materia orgánica.

Las etapas de formación del suelo, se pueden esquematizar según lo muestra la siguiente figura:

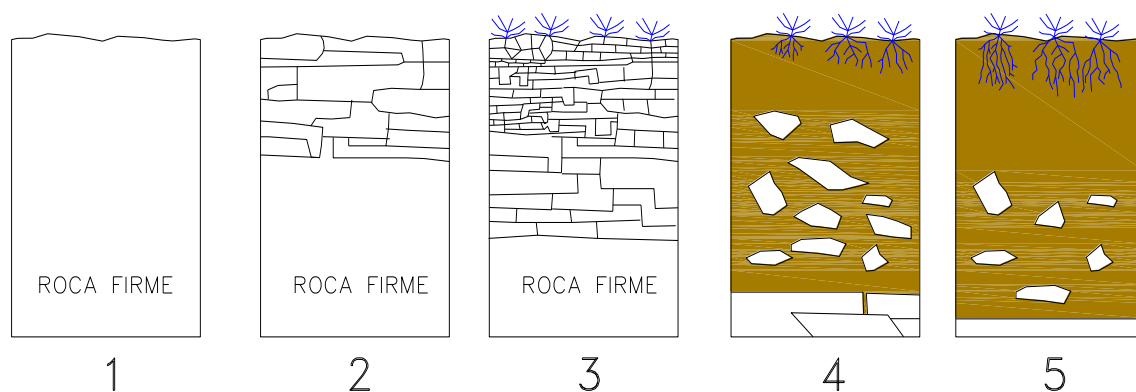


Grafico 1 Etapas de formación de un suelo ideal.

1.8.3. DESARROLLO DEL SUELO.

El resultado final de la formación del suelo depende de la interrelación de los cinco factores edafogénicos siguientes:

Material madre.- Generalmente, los minerales del suelo proceden directamente o indirectamente de la roca madre. El influjo de las rocas en los constituyentes y propiedades de los suelos es muy marcado para los suelos más jóvenes, pero esta relación se va volviendo cada vez menos patente conforme va transcurriendo el tiempo. De acuerdo con el material original donde se desarrolla el suelo, éste puede adquirir sus características de rapidez en su desarrollo, textura y nivel de fertilidad. Por ejemplo, las rocas ígneas, las cuarzosas y las areniscas producen suelos ligeros, las rocas básicas y sedimentarias de grano fino producen suelos arcillosos y las calizas pueden dar origen a suelos de diferentes texturas.

Clima.- La lluvia, la temperatura y el viento son los tres componentes climáticos que afectan en la formación del suelo principalmente en contenido de materia orgánica, reacción del suelo, lixiviación y contenido de arcilla.

Topografía.- Desde el punto de vista edáfico los elementos del relieve más importantes son la inclinación y longitud de las laderas, la posición fisiográfica y la orientación., el grado de erosión y como consecuencia la clase de tierras para diversos usos.

Seres vivos.- Constituyen las fuente de material original para la fracción orgánica del suelo. Restos vegetales y animales que al morir se incorporan al suelo y sufren profundas transformaciones de ella depende la acumulación de materia orgánica y humus.

Tiempo.- Como hemos visto el suelo, se origina por una serie de procesos y cada uno de ellos se desarrolla con muy diferente velocidad. Como consecuencia las propiedades del suelo, que son el resultado de la actuación de los procesos, se manifestaran también de un modo desigual incluye las etapas siguientes:

- ✓ Material madre: roca original que produce el material original del suelo.
- ✓ Suelo joven o inmaduro: acumulación de materia orgánica en la capa superficial, escasa intemperización y escaso lavado y movimiento de coloides.
- ✓ Suelo maduro: presencia del horizonte B (además del A y el C), poco desarrollado y con algunas semejanzas con el A, las principales diferencias entre A y B son el contenido de materia orgánica y el color del suelo.
- ✓ Suelo senil: horizonte B completamente diferenciado del horizonte A. Acumulación en B de materiales coloidales provenientes de A, los cuales forman una capa impermeable que puede ser de arcilla, humus, hierro o diversas mezclas. En esta etapa los suelos son poco fértiles.

1.8.4. MORFOLOGÍA DEL SUELO.

Para el estudio de los suelos se hace a través de calicatas a cielo abierto donde se describe una de sus caras con todas sus capas, es decir la variación vertical en cantidad de arcilla, textura, color, cantidad de materia orgánica, cantidad y tipos de sales, existentes en ese suelo, a éste estudio se le conoce como Morfología de Suelos.

Uno de los científicos que iniciaron este estudio fue Dokuchaiev, quien es considerado como el padre de la ciencia del suelo, posteriormente, se han dado normatividades para el estudio de los suelos, una de ellas es la de Soil Survey Staff (1975), donde se define el perfil con sus horizontes a través de una nomenclatura establecida, en la cual se incluyen letras mayúsculas (O, A, B, C y R), números (O1, O2, A1, A2, B1, B2, etc.), subíndices (A_p , $B2_h$, C_m , etc.) y números romanos (IIA1, IIIC_m, etc.). Las letras mayúsculas dividen dos grupos de horizontes, los orgánicos con la letra O de los minerales con A, B, C y R. Los números denotan diferencias de transición, color, lavado, etc. El uso de subíndices en la nomenclatura se utiliza para especificar con mayor detalle un proceso o característica de un horizonte. A continuación se describe un perfil de un suelo ideal donde se muestran todos los horizontes posibles de acuerdo a la descripción anterior. (Ing. Camacho, 2009)

Tabla 4-1 perfil de suelo

			Horizontes organicos			
					O1	M.O. DE NATURALEZA VISIBLE
					O2	M.O. DE ORIGEN NO IDENTIFICABLE
					A1	HORIZONTE MINERAL RICO EN M.O.
			A (procesos de eluviacion o lavado)		A2	ZONA DE LAVADO
					A3	HORIZONTE DE TRANSICION
Solum					B1	HORIZONTE DE TRANSICION
					B2	HORIZONTE DE ACUMULACION
			B (procesos de eluviacion o lavado)		B3	HORIZONTE DE TRANSICION
					C	MATERIAL INTEMPERIZADO
					R o D	LECHO ROCOSO

1.9. EL AGUA Y LA ATMOSFERA DEL SUELO.

Para el crecimiento vegetal el contenido de agua en el suelo tiene un efecto principal. Las cuatro funciones fundamentales del agua en las plantas, el mayor elemento del protoplasma (85 a 95%), interviene en la fotosíntesis y la conversión de almidones en azúcar, es el solvente en el cual los nutrientes se mueven en y a través de las partes de la planta y provee de turgidez a la planta para mantenerla en la forma y posición apropiada.

El agua es absorbida por las planta a través de la raíces, también puede hacerlo a través de los estomas en mínima proporción. Para el uso optimo del agua es necesario conocer como se encuentra en y a través del suelo, cómo el suelo almacena agua, cómo la planta lo absorbe, cómo se pierden los nutrientes del suelo por percolación y cómo medir el contenido de humedad y pérdidas de agua, esto se lograra con el estudio del suelo en las diferentes épocas del año.

También se menciona, que el agua y la atmósfera forman respectivamente a la fase líquida y la fase gaseosa. La fase líquida está constituida por agua y la solución del suelo.

1.9.1. FUERZAS DE RETENCIÓN DEL AGUA.

El agua del suelo bajo el punto de vista agrícola, es muy importante ya que está estrechamente relacionada con la nutrición vegetal. Es por tanto necesario conocer como se encuentra retenida en el suelo y como se mueve a través del mismo.

Existen fuerzas de atracción entre los átomos de hidrógeno del agua y los átomos de oxígeno de las superficies minerales del suelo o de otras moléculas de agua, mantienen agua en el suelo en contra de la fuerza de gravedad. Esta atracción de los átomos de hidrógeno del agua por los átomos de oxígeno de minerales se conoce como adhesión; la fuerza de atracción de los átomos de hidrógeno del agua por los átomos de oxígeno de otras moléculas de agua se le llama cohesión. Estas fuerzas combinadas se presentan en gran cantidad, provocando que películas de agua de considerable espesor sean mantenidas en la superficie de las partículas del suelo.

Como las fuerzas que retienen el agua en el suelo son fuerzas de atracción superficial, entre más superficie (más arcilla y materia orgánica) tenga un suelo, mayor es la cantidad retenida de agua.

La fuerza con la que el agua es retenida en el suelo se mide como la fuerza requerida para empujar el agua fuera del suelo. Esta fuerza se le llama tensión o succión del suelo o potencial húmedo. Las fuerzas de retención son comúnmente medidas en bares o en

atmósferas.

1.9.2. CLASIFICACIÓN DE HUMEDAD EN EL SUELO.

Los intersticios entre las partículas del suelo dan lugar a una red de huecos conectados entre sí, de una variedad infinita de formas y dimensiones. Al filtrarse el agua en el suelo seco, sea por lluvia o por riego, ésta se distribuye alrededor de las partículas y es retenida por las fuerzas de adhesión y de cohesión; desplaza el aire de las cavidades y finalmente, llena los poros.

Cuando los poros quedan llenos de agua se dice que el terreno está saturado y a su máxima capacidad de retención, debido a esto la película de agua alrededor de las partículas aumenta de espesor hasta que, las fuerzas de cohesión, que sostienen las películas de agua son menores que la fuerza de gravedad, provocando así su filtración. Esta agua que se filtra por acción de la gravedad y que drena libremente se conoce como agua gravitacional o libre.

Si se suspende el suministro de agua en la superficie, ésta continúa colocándose entre dichos poros durante varios días hasta que el agua libre logra filtrarse. Los poros se vuelven a llenar de aire y el agua contenida en los pequeños poros sigue moviéndose por capilaridad, a este tipo de agua se le conoce como agua capilar.

La evaporación en la superficie y la absorción de humedad por las plantas en crecimiento, reducen la cantidad de agua en el suelo hasta el punto que no se observa movimiento de capilaridad. El agua queda aprisionada herméticamente en forma de capas muy delgadas

alrededor de las partículas del suelo; no puede ser aprovechada por la planta y empieza a marchitarse. Finalmente, el suelo queda tan seco que causa la muerte de la planta si se demora el suministro de agua al terreno. La parte restante del agua queda retenida entre las partículas superficiales, especialmente en los coloides del suelo, en forma tal que pierde su estado líquido y se desplaza en forma de vapor. A esta agua se le denomina agua higroscópica.

En realidad no existe una línea divisoria bien definida entre estos tipos de agua en el suelo. La forma y proporción en que se encuentran los tipos de agua depende de la textura, estructura, porosidad, materia orgánica, temperatura, profundidad del suelo, etc. El agua en el suelo se halla alojada en los macro y micro poros y adsorbida en las partículas de suelo. Para un determinado momento, la cantidad de agua contenida por un suelo podrá definirse según las siguientes condiciones:

AGUA GRAVITACIONAL

Agua que drena por acción de la gravedad; este drenaje es más rápido en suelos arenosos que en los arcillosos. Esta agua sólo está disponible en mínima proporción en la zona de raíces cuando se mantiene una aireación adecuada y/o cuando deja de ser gravitacional para pasar a ser aprovechable.

PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (P.M.P.)

También conocido como límite mínimo, es el contenido de agua de un suelo retenida tan firmemente que las plantas no pueden extraerla causándoles una marchitez irreversible. En este estado se admite, en general, que el agua está retenida con potenciales menores a -15

bares.

Para la estimación de la cantidad de agua que un suelo posee en el PMP se emplean metodologías más complejas (biológicas u ollas de placas o membranas de Richards). En general se puede asumir que el valor de PMP de un suelo es aproximadamente el 50 % de la CC del mismo.

CAPACIDAD DE CAMPO (C.C.)

Es el porcentaje de humedad que es retenida a una tensión de $1/3$ de atm aproximadamente y es la medida de mayor cantidad de agua que un suelo retendrá o almacenará bajo condiciones de completa humedad, después de haber drenado libremente. Aunque depende del tipo de suelo, después de la saturación, el drenado libre dura aproximadamente entre uno a tres días.

AGUA DISPONIBLE O HUMEDAD APROVECHABLE (H.A.)

Es el agua que puede ser aprovechada por la planta y se define como la diferencia entre la humedad a capacidad de campo (retenida a una fuerza de $1/3$ de atm) y el punto de marchitamiento permanente (humedad retenida a una fuerza de 15 atm aproximadamente).

1.10. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE HUMEDAD.

Los parámetros de humedad del suelo como también se les conoce a la capacidad de campo y al punto de marchitez permanente, pueden medirse en forma directa en el campo y/o en el laboratorio, mencionaremos los métodos más comunes para cada uno de ellos:

- ✓ Método de campo o gravimétrico.
- ✓ Método de la olla de presión.
- ✓ Método de la humedad equivalente.
- ✓ Método de las columnas de suelo (de Colman).
- ✓ Método de la textura. Si nosotros conocemos la textura en su proporción de arena, limo y arcilla, podemos determinar la Capacidad de Campo en forma empírica utilizando una fórmula. Esta fórmula se estima con coeficientes para cada región, esto es:

$$\text{C.C.} = (\% \text{ arcilla}) a + (\% \text{ de limo}) b + (\% \text{ de arena}) c$$

Donde:

a, b, c: son coeficientes que se determinan para cada región y tipo de suelo.

En realidad se ha extendido tanto el uso de la fórmula, que en la práctica los coeficientes ahora parecen ser constantes para todo tipo de región, aún cuando esto no sea lo correcto.

La fórmula que se utiliza en Ecuador es la siguiente:

$$\text{C.C.} = (\% \text{ arcilla}) (0.555) + (\% \text{ de limo}) (0.187) + (\% \text{ de arena}) (0.027)$$

Con esta ecuación se pueden marcar límites de valores dentro de un gráfico del triángulo de las texturas y encontrar gráficamente los valores aproximados de capacidad de campo partiendo de los datos de textura. La siguiente figura muestra lo anterior (Agua, 2009):

$$\text{C.C.} = 0.027 (\% \text{ DE ARENA}) + 0.187 (\% \text{ DE LIMO}) + 0.555 (\% \text{ DE ARCILLA})$$

1.10.1. DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE.

- ✓ Método de la membrana de presión.
- ✓ Determinación por fórmula. El PMP se puede determinar mediante el uso de una fórmula empírica muy sencilla, la cual se deriva de conocer el valor de la capacidad de campo (C.C):

$$\text{PMP} = \frac{CC}{1.84} \text{ o bien } \text{PMP} = \frac{CC}{4.0}$$

1.10.2. HUMEDAD APROVECHABLE O DISPONIBLE.

Cabe señalar que la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente es lo que se define como humedad aprovechable por las plantas. Si se considera que a capacidad de campo la humedad aprovechable es de 100% a punto de marchitez permanente será de 0%, entonces la lámina máxima que se puede aplicar a un suelo a una profundidad Pr , sin desperdiciar agua será:

$$Lr = \frac{(P_{scc} - P_{spmp}) \times Da \times Pr}{100}$$

Donde:

Lr = lámina de retención máxima (cm)

P_{scc} = porcentaje de humedad a capacidad de campo (%)

P_{spmp} = porcentaje de humedad a punto de marchitez permanente (%)

Da = densidad aparente (adimensional)

Pr = profundidad de enraizamiento (cm)

1.10.3. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO.

Como ya se ha mencionado, los diferentes suelos tienen distintas capacidades para la retención del agua. Cuando en un suelo existe abundante agua y no se drena, las raíces de las plantas pueden morir por la carencia del oxígeno. Por otra parte, si poca agua está presente, el crecimiento de las plantas se detiene y finalmente sobreviene el marchitamiento.

Entre un suelo seco y uno saturado, existe una variación considerable de humedad; este contenido se puede expresar en porcentaje respecto del suelo seco. En la siguiente figura se pueden observar los diferentes tipos de humedad disponible o no disponible para las plantas, así como el espacio poroso ocupado por agua según el contenido de humedad:

El contenido de humedad está muy ligado al tipo de textura del suelo y al contenido de materia orgánica: en suelos con alto contenido de arcilla y de materia orgánica aumenta la retención total de agua, aunque también origina grandes cantidades de agua estrechamente retenidas por adhesión, en suelos de textura media tales como los francos pueden retener grandes cantidades de agua disponible, en estos el agua es retenida más suavemente, en suelos arenosos se retiene muy poca agua total y menos la cantidad de agua disponible.

Tabla 5-1 Parámetros de humedad según tipo de suelo.

Textura del suelo	Punto de marchitez permanente (%)	Capacidad de campo (%)	Humedad aprovechable (%)
Arena media	1.7	6.8	5.1
Arena fina	2.3	8.5	6.2
Migajón arenoso	3.4	11.3	7.9
Migajón arenoso fino	4.5	14.7	10.2
Franco	6.8	18.1	11.3
Migajón limoso	7.9	19.8	11.9
Migajón arcilloso	10.2	21.5	11.3
Arcilla	14.7	22.6	7

1.10.4. MEDIDA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

La principal razón por la que interesa medir el contenido de humedad en un suelo es por la de saber cuándo se requiere regar. El contenido de humedad de un suelo puede ser medido por varios métodos entre los que destacan los:

Métodos directos:

Son métodos de campo y/o laboratorio con muestreo y/o secado. Su exactitud depende de

la experiencia y habilidad por parte de quien los realiza. Ellos son:

- ✓ Método al tacto
- ✓ Método gravimétrico

Métodos indirectos:

Son métodos basados en dispositivos utilizados en campo que se han ido perfeccionando e innovando tratando con ello de ser más precisos y de fácil operación. Estos son:

- ✓ Tensiómetro.
- ✓ Bloques de yeso.
- ✓ Aspersor de neutrones.
- ✓ Medidor rápido de humedad “Speedy”.
- ✓ Medidor Watermark™.
- ✓ Medidor Aquater™.

1.11. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Entre las propiedades más importantes están:

1.11.1. TEXTURA DEL SUELO

La textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo; arenas gruesas, media y fina, limo y arcilla.

Para clasificar a los constituyentes del suelo según su tamaño de partícula se han establecido muchas clasificaciones granulométricas. Básicamente todas aceptan los términos de grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase. De todas estas escalas granulométricas, son la de Atterberg o Internacional (llamada así por haber sido aceptada por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo) y la americana del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) las más ampliamente utilizadas. Ambas clasificaciones se reproducen en la tabla siguiente.

Tabla 6-1

INTERNACIONAL						
piedra	grava	arena gruesa	arena fina	limo	arcilla	
20	2	0,2	0,02	0,002	mm	

USDA								
		arenas						
piedra	grava	muy gruesas	gruesas	media	fina	muy fina	limo	arcilla
20		2	0.5	0.25	0,1	0,05		0,002 mm

Dado que no existen suelos con un solo tipo de estas partículas, sino siempre en combinación de ellas, podemos clasificarlos según la distinta proporción de las mismas, se pueden hablar entonces de suelos arenosos, arcillosos y francos, mas toda una variedad intermedia generada por sus combinaciones.

✓ **Suelos Arenosos (Ligeros)**

Estos suelos presentan una textura gruesa, con predominio de arenas, lo cual les permite una gran aireación, y si bien absorben bien el agua, no tienen capacidad para retenerla, por tanto tampoco conservan los nutrientes, los cuales por lixiviación son arrastrados hacia el subsuelo.

✓ **Suelos Arcillosos (Pesados)**

Los suelos arcillosos tienen una elevada retención de agua y nutrientes. No obstante posee una baja porosidad y por lo tanto, la consecuencia lógica es que son suelos que carecen de buenas posibilidades de aireación. Por este motivo se dice que son terrenos difíciles de trabajar ya que poseen una elevada viscosidad que ofrece una gran resistencia a la penetración de raíces.

✓ **Suelos Francos**

Se denomina Suelo Franco, aquel que presenta una proporción parecida de: arena, limo y arcilla. Estos suelos presentan las mejores condiciones tanto físicas como químicas para el cultivo. El color puede dar, pautas sobre la composición mineralógica del suelo: en líneas generales, cuanto más oscura sea la tierra, mayor cantidad de materia orgánicas y mayor fertilidad.

Para determinar el tipo de suelo de acuerdo al porcentaje de sus componentes minerales, es decir, para hacer la clasificación de las texturas se utiliza el denominado triángulo de textura de suelos, una vez que se ha determinado experimentalmente la proporción de las partículas constitutivas de un suelo.

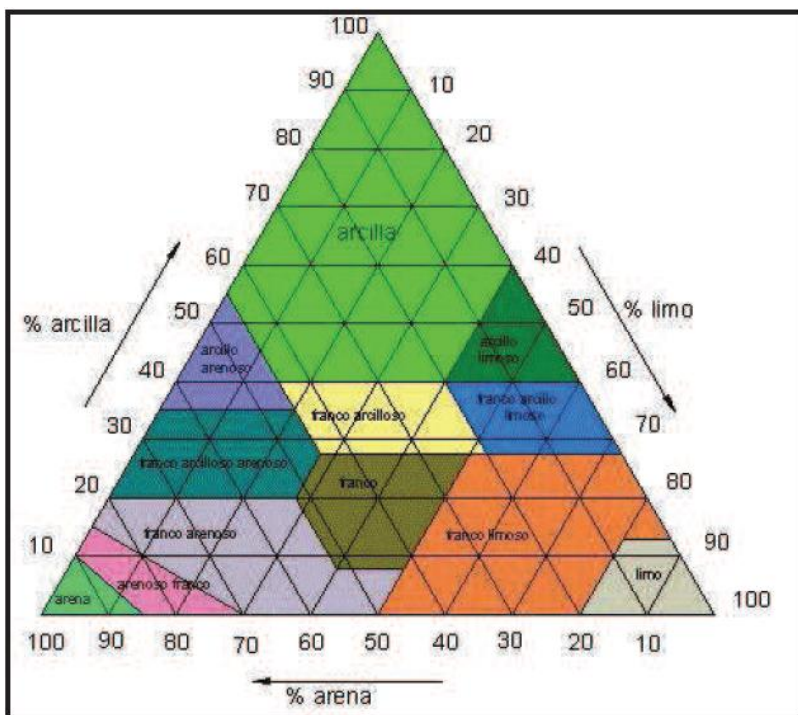


Grafico 2-1 triángulo de textura de suelos.

1.11.2. ESTRUCTURA DEL SUELO

La estructura hace referencia al tamaño, forma y disposición de las partículas solidas en el suelo y su continuidad en profundidad. Esta influye en el movimiento del agua y la retención hídrica, sobre el ciclo de nutrientes, la penetración de las raíces y en el rendimiento de los cultivos. La estructura es una función dinámica, varía en función de las condiciones naturales, contenido de humedad, actividad biológica y prácticas de manejo del suelo.

No existe un método directo para medir la estructura, indirectamente se determina las características que son afectadas por esta, como el movimiento del agua, la aireación, la porosidad y la densidad aparente.

La clasificación de la macroestructura según Soil Surver Manual del U.S.D.A (Unites States Department of Agriculture, 1951) se presenta a continuación:

✓ **Estructura Laminar**

Cuando los agregados se desarrollan en dos direcciones horizontales más que en la tercera vertical. Como se aprecia en la siguiente figura.



Grafico 3-1 Estructura Laminar

✓ **Estructura Prismática**

Son partículas del suelo que han formado columnas o pilares separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas. Como se puede apreciar en la siguiente figura.



Grafico 4-1 Estructura Prismática

✓ **Estructura Migajosa**

Presenta unidades esféricas o casi esféricas, con bordes y caras más o menos redondeados, con poca cantidad de puntos de contacto y con gran cantidad de espacios entre ellos, como es el caso de la arena. Como se puede apreciar en la siguiente figura.



Grafico 5-1 Estructura Migajosa

✓ **Estructura Granular**

Aparece cuando los agregados son poco o nada porosos por el predominio de la arcilla sobre la materia orgánica en el proceso de floculación. Como se puede apreciar en la siguiente figura.

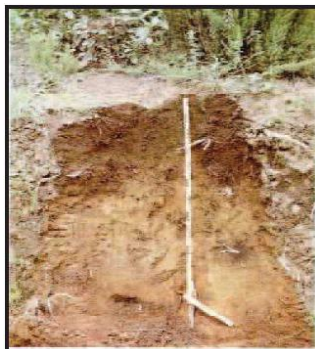


Grafico 6-1 Estructura Granular

✓ **Estructura Angular**

Su forma recuerda a la de un poliedro equidimensional con aristas y vértices afilados y punzantes. Los agregados encajan perfectamente unos en otros y dejan un sistema de grietas inclinadas. Como se puede apreciar en la figura.



Grafico 7-1 Estructura Angular

✓ **Estructura Subangular**

Agregados de forma poliédrica con superficies no muy planas, de aristas redondas y sin formación de vértices. Las caras del agregado se ajustan moderadamente a las de los agregados vecinos. Como se puede apreciar en la figura.

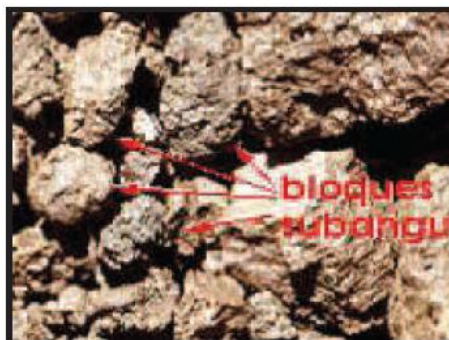


Grafico 8-1 Estructura Subangular

✓ **Estructura Columnar**

Se produce cuando hay una dispersión fuerte de la arcilla provocada por una alta concentración de sodio. Las arcillas al secarse forman una masa muy compacta que se resquebraja en grandes prismas muy duros e impenetrables por el agua. Como se puede apreciar en la siguiente figura.



Grafico 9-1 Estructura Columnar

1.11.3. CONSISTENCIA DEL SUELO

La consistencia del suelo es usualmente definida como las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad.

Esta definición implica que el concepto de consistencia del suelo incluye algunas propiedades, como resistencia a la compresión, friabilidad, plasticidad y viscosidad. Observaciones de campo e investigaciones experimentales indican que la consistencia del suelo varía con textura, materia orgánica, estructura y contenido de humedad.

La estimación de la consistencia se hace a tres niveles de humedad: seco (al aire), húmedo (capacidad de campo), mojado (saturación).

1.11.4. COLOR DEL SUELO

El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos más oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad.

Los suelos rojos o castaños-rojizos suelen contener una gran proporción de óxidos de hierro que no han sido sometidos a humedad excesiva. Por tanto, el color rojo es, en

general, un indicio de que el suelo está bien drenado, no es húmedo en exceso y es fértil. En muchos lugares del mundo, un color rojizo puede ser debido a minerales formados en épocas recientes, no disponibles químicamente para las plantas. Casi todos los suelos amarillentos tienen escasa fertilidad. Deben su color a óxidos de hierro que han reaccionado con agua y son de este modo señal de un terreno mal drenado. Los suelos grisáceos pueden tener deficiencias de hierro u oxígeno, o un exceso de sales alcalinas, como carbonato de calcio. Para establecer un sistema internacional la I.S.S.S. (Indian Society of Soil Science), decidió adoptar el sistema Munsell.

Se basa en tres parámetros:

- ✓ Matiz o tinta: la mayor proporción de longitud de onda que refleja el cuerpo.
- ✓ Valor: claridad de color (0=negro, 10=blanco).
- ✓ Grado de saturación o croma: pureza del color y que indica si se reflejan muchas, pocas o una única longitud de onda.

Con los tres parámetros se construye el nombre del color, comparándolo con una serie de muestras de color, en las que se especifican los parámetros.

1.11.5. DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente se define como el cociente entre la masa de suelo seco (M_s) y el volumen total o aparente de suelo (V_t), que incluye tanto la parte sólida como los poros. La

densidad aparente varía entre 0.7 g/cm^3 en suelos volcánicos muy porosos y ligeros y 1.8 g/cm^3 en suelos arenosos y para un mismo suelo varia con la compactación.

$$da = \frac{Ms}{Vt}$$

1.11.6. DENSIDAD REAL

Es el cociente entre la masa de suelo seco (M_s) y el volumen ocupado por las partículas solidas (V_s), es decir el volumen del suelo descontando los poros. La densidad real de los suelos es casi constante e igual a 2.6 g/cm^3 pudiendo disminuir cuando abunda la materia orgánica.

$$dr = \frac{Ms}{Vs}$$

1.12. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Corresponde fundamentalmente a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macro nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, S) y micro nutrientes (Fe, Mn, Co, Zn, B, Mo, Cl) para las plantas o por dotar al suelo de diferentes características (Carbono orgánico, carbono cálcico, Fe en diferentes estados).

Las propiedades químicas de los suelos son aquellas que nos permiten reconocer ciertas cualidades del suelo cuando se provocan cambios químicos o reacciones que alteran la composición y acción de los mismos. Las principales son:

1.12.1. MATERIA ORGÁNICA

Son los residuos de plantas y animales descompuestos, da al suelo algunos alimentos que las plantas necesitan para su crecimiento y producción, mejora las condiciones del suelo para un buen desarrollo de los cultivos.

De la materia orgánica depende la buena constitución de los suelos un suelo de consistencia demasiada suelta (Suelo arenoso) se puede mejorar haciendo aplicaciones de materia orgánica (composto), así mismo un suelo demasiado pesado (suelo arcilloso) se mejora haciéndolo más suave y liviano mediante aplicación de materia orgánica. (Porta & Lopez, Agenda de campo de suelos, 2005).

1.12.2. FERTILIDAD

Es una propiedad que se refiere a la cantidad de alimentos que posean es decir, a la cantidad de nutrientes.

Un suelo fértil es aquel que contiene los elementos nutritivos que las plantas necesitan para su alimentación, estos alimentos los adquiere el suelo enriqueciéndolos con materia orgánica. Un suelo pobre o carente de materia orgánica es un suelo estéril y por lo tanto es improductivo.

1.13. LAS PLANTAS

Para su nutrición, las plantas toman, a través de sus raíces, los minerales disueltos en el agua del suelo, y a través de sus hojas obtienen dióxido de carbono (CO_2) de la atmosfera. Estos componentes son transformados en alimentos para la planta, gracias al proceso de fotosíntesis, en el que intervienen la clorofila presente en las hojas.

1.13.1. HIDROLOGÍA DE LA PLANTA

El requerimiento de la planta durante un día es variable. Al amanecer la absorción de agua por las raíces es casi nula por lo tanto no hay movimiento de agua en la planta. Ante la presencia de los rayos del sol aumentan la intensidad de la luz y la temperatura provocando un incremento gradual de la evaporación por lo tanto existe movimiento de agua en la planta lo que obliga a la absorción de agua por parte de la raíz. A medida que llega el atardecer la absorción disminuye hasta la saturación.

1.13.2. LAS PLANTAS Y EL AGUA

El agua enriquecida constituye el líquido capilar que rodea a los pelos absorbentes de las raíces de las plantas. Por osmosis, los pelos absorbentes toman el agua con los sales minerales disueltas, gracias a la luz solar, al CO_2 atmosférico y a la clorofila, la savia bruta o no elaborada se transforma en savia elaborada, la cual es transportada a todas las partes de la planta, para ser almacenada y así formar frutos, raíces y tallos. Estos procesos son más rápidos debido a la transpiración de la planta, que aporta humedad al ambiente.

Las raíces de las plantas absorben el agua del suelo porque son capaces de ejercer una tensión mayor que la que el suelo está realizando. Cuando la raíz extrae agua de un sector del suelo, la tensión en el mismo se incrementa, lo cual provoca movimientos hídricos por capilaridad, desde las regiones adyacentes hacia la zona que ha sido parcialmente desecada. Los movimientos de agua hacia las raíces de las plantas son importantes sobre distancias de unos pocos milímetros. Pueden, sin duda, cubrir distancias mucho mayores, pero no la velocidad suficiente para abastecer las necesidades de una planta en crecimiento.

El contenido hídrico a lo largo del perfil del suelo afecta directamente a la distribución de raíces como también su morfología y su comportamiento funcional. A mayores potenciales de agua en el suelo se produce un mayor crecimiento radical, ya sea por provocar una menor resistencia a la penetración como así también generar un gradiente de potencial agua para un flujo rápido hacia las células radicales. Es decir, las raíces no crecen buscando el líquido vital sino que crecen porque hay agua.

1.13.3. FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DEL AGUA

Los factores atmosféricos determinan la velocidad de evaporación a través de las hojas. Entre los principales están: la energía solar, al incrementar la temperatura acelera la velocidad de transpiración; la humedad, la pérdida de agua es mucho más lenta cuando el aire circundante está saturado de vapor agua; el viento, el gradiente de concentración de

vapor de agua entre el interior de la hoja y el aire circundante aumenta cuando las corrientes de aire arrastran el vapor de agua de la superficie foliar.

Es necesario tener en cuenta la influencia del contenido de agua en el suelo sobre la actividad de los microorganismos, ya que de ella depende la disponibilidad de algunos nutrientes, como el fósforo.

El pH es otra propiedad importante del suelo que afecta la disponibilidad y absorción de nutrientes. Un pH relativamente bajo aumenta la solubilidad de sales lo que facilita la absorción por las raíces.

1.13.4. EFECTO DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE LA RAÍZ

La textura del suelo es uno de los factores, junto con la permeabilidad, que mayor influencia puede tener en el desarrollo radicular. En los suelos francos, de textura media, el crecimiento de la raíz suele ser mayor que en los arcillosos, de textura fina, y que en los de textura gruesa (arenosos). Mientras que en los suelos francos la permeabilidad es buena, de no existir ningún obstáculo, en los arcillosos la permeabilidad puede llegar a ser tan reducida que existan problemas para la adecuada aireación del sistema radicular. Por el contrario, en los suelos arenosos la permeabilidad puede llegar a ser excesiva, de modo que el agua se pierda pronto y con ella los nutrientes. La existencia de capas endurecidas, un nivel freático alto y la deficiente de nutrientes en el subsuelo limitan la penetración de las raíces.

1.13.5. EFECTOS DEL CLIMA EN EL DESARROLLO DE LA RAÍZ

Los terrenos de textura arenosa o franco arenosa en zonas áridas presentan mejor estructura por lo tanto mejor permeabilidad y comparativamente pueden ser considerados como mas fértiles que suelos en zonas húmedas.

En suelos arenosos a mayor profundidad hay mayor disponibilidad de nutrientes, lo que facilita al sistema de enraizamiento por lo tanto a la búsqueda de humedad en estratos más profundos que no están sujetos a evaporación.

Elevadas temperaturas durante el periodo de crecimiento de la planta afectan al desarrollo radicular.

1.14. MARCO LEGAL. LEY DE GESTION AMBIENTAL

LIBRO VI ANEXO 1

INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- ✓ Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de

aguas o sistemas de alcantarillado;

- ✓ Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- ✓ Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

OBJETO

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

Agua costera

Es el agua adyacente a la tierra firme, cuyas propiedades físicas están directamente influenciadas por las condiciones continentales.

Agua marina

Es el agua de los mares y se distingue por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores y las de lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente.

Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

Agua dulce

Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

Agua salobre

Es aquella que posee una salinidad entre 0.5 y 30 UPS.

Agua salina

Es aquella que posee una salinidad igual o superior a 30 UPS.

Aguas de estuarios

Son las correspondientes a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde la concentración de cloruros es de 250 mg/l o mayor durante los caudales de estiaje.

Agua subterránea

Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación (se sitúa debajo del nivel freático donde todos los espacios abiertos están llenos con agua, con una presión igual o mayor que la atmosférica).

Aguas superficiales

Toda aquella agua que fluye o almacena en la superficie del terreno.

Agua para uso público urbano

Es el agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

Bioacumulación

Proceso mediante el cual circulan y se van acumulando a lo largo de la cadena trófica una serie de sustancias tóxicas, las cuales pueden alcanzar concentraciones muy elevadas en un determinado nivel.

Bioensayo acuático

Es el ensayo por el cual se usan las respuestas de organismos acuáticos, para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

Capacidad de asimilación

Propiedad que tiene un cuerpo de agua para recibir y depurar contaminantes sin alterar sus patrones de calidad, referido a los usos para los que se destine.

Caracterización de un agua residual

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

Carga promedio

Es el producto de la concentración promedio por el caudal promedio, determinados en el mismo sitio.

Carga máxima permisible

Es el límite de carga que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.

Carga contaminante

Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.

Contaminación de aguas subterráneas

Cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

Cuerpo receptor o cuerpo de agua

Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

Depuración

Es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

Descargar

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

Descarga no puntual

Es aquella en la cual no se puede precisar el punto exacto de vertimiento al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

Efluente

Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

Línea base

Denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.

Línea de fondo

Denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.

Metales pesados

Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

Oxígeno disuelto

Es el oxígeno libre que se encuentra en el agua, vital para las formas de vida acuática y para la prevención de olores.

Pesticida o plaguicida

Los pesticidas son sustancias usadas para evitar, destruir, repeler o ejercer cualquier otro tipo de control de insectos, roedores, plantas, malezas indeseables u otras formas de vida inconvenientes. Los pesticidas se clasifican en: Organoclorados, organofosforados, organomercuriales, carbamatos, piretroides, bupiridilos, y warfarineos, sin ser esta clasificación limitativa.

Polución o contaminación del agua

Es la presencia en el agua de contaminante en concentraciones y permanencias superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente capaz de deteriorar la calidad del agua.

Polución térmica

Descargas de agua a mayor o menor temperatura que aquella que se registra en el cuerpo receptor al momento del vertido, provenientes de sistemas industriales o actividades humanas.

Pozo u obra de captación

Cualquier obra, sistema, proceso, artefacto o combinación, construidos por el hombre con el fin principal o incidental de extraer agua subterránea.

Pozo artesiano

Pozo perforado en un acuífero, cuyo nivel de agua se eleva sobre la superficie del suelo.

Pozo tubular

Pozo de diámetro reducido, perforado con un equipo especializado.

Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, embalses naturales o artificiales, lagos, lagunas o al mar.

Toxicidad

Se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles. Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada. Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

Toxicidad en agua

Es la propiedad de una sustancia, elemento o compuesto, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en 4 días a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

Toxicidad crónica

Es la habilidad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos en un período extenso, usualmente después de exposiciones continuas o repetidas.

Tratamiento convencional para potabilizar el agua

Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado.- Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario

Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario

Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario. Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado.- Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

UPS

Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

CLASIFICACION

- ✓ Criterios de calidad por usos
- ✓ Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
- ✓ Criterios de calidad para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
- ✓ Criterios de calidad para aguas subterráneas.

- ✓ Criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego.
- ✓ Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
- ✓ Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
- ✓ Criterios de calidad para aguas de uso estético.
- ✓ Criterios de calidad para aguas utilizadas para transporte.
- ✓ Criterios de calidad para aguas de uso industrial.

(Ley de Gestion Ambiental , 2007).

CAPITULO II

2. CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA POR LOS CULTIVOS

El requerimiento hídrico del cultivo corresponde a la diferencia entre las pérdidas del conjunto suelo-planta, es decir la evapotranspiración, y el agua que se aporta de forma natural.

La cantidad de agua requerida por la planta depende de varios aspectos, los que representan las necesidades básicas, porque establecen entre si las relaciones fundamentales en lo que respecta al uso propiamente dicho del agua por las plantas, algunos de estos se analizan a continuación:

Cada cultivo tiene sus características particulares. La demanda de agua es variable con el ciclo vegetativo de la planta, el tiempo y el espacio que ocupa la planta. La agricultura depende, principalmente, del clima, ya que el calor, la luz y el agua son los factores que más afectan a las necesidades de las plantas para su crecimiento.

El suelo de acuerdo a sus características físicas y químicas, retendrá el agua con mayor o menor cantidad y rapidez. En días ventosos, la planta se siente exigida a transpirar mas, en consecuencia se da el marchitamiento transitorio, periodo en el cual la planta no crece. A veces se protege del viento a los cultivos con cortinas de arboles.

A las necesidades básicas se le agregan las pérdidas que significa llevar el agua para riego de las plantas, y estas pérdidas están asociadas al sistema o método de riego, la competencia del regante y el sistema o método de conducción y/o distribución.

Estos últimos son conceptos que incrementan las necesidades básicas. Son elementos que hacen perder agua por deficiencia en el uso. En el siguiente cuadro se resume las eficiencias de riego por método de aplicación.

Tabla 7-2 Eficiencias de riego

METODO DE RIEGO	EFICIENCIA (%)
Inundación	40 – 60%
Surcos	55 – 75%
Bordes	60 – 70 %
Aspersión	85 – 90%
Goteo	90 – 95 %

(Gurovich, 1985)

Un riego adecuado aplica la cantidad justa para cubrir las necesidades del cultivo y evita las pérdidas. Cuando el riego es excesivo se producen pérdidas por percolación. Por otro lado una aplicación inferior a la evapotranspiración constituye un riego inadecuado pues el cultivo no está suficientemente abastecido y se afectará la producción.

2.1.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN

Para poder determinar el riego es necesario conocer la cantidad de agua que necesita el cultivo. Una forma de conocerla es a través de la evapotranspiración, que es la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.

2.1.2. EVAPORACIÓN

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante. Para cambiar el estado de las moléculas del agua de líquido a vapor se requiere energía. La radiación solar directa y, en menor grado, la temperatura ambiente del aire, proporcionan esta energía. La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua de una superficie evaporante y la presión de vapor de agua de la atmósfera circundante. A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente y el proceso se vuelve cada vez más lento hasta detenerse completamente si el aire mojado circundante no se transfiere a la atmósfera o en otras palabras no se retira de alrededor de la hoja. El reemplazo del aire saturado por un aire más seco depende grandemente de la velocidad del viento. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento son parámetros climatológicos a considerar al evaluar el proceso de la evaporación.

Cuando la superficie evaporante es la superficie del suelo, el grado de cobertura del suelo por parte del cultivo y la cantidad de agua disponibles en la superficie evaporante son otros factores que afectan el proceso de la evaporación. Lluvias frecuentes, el riego y el ascenso

capilar en un suelo con manto freático poco profundo, mantienen mojada la superficie del suelo.

2.1.3. TRANSPIRACIÓN

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. El agua, junto con algunos nutrientes, es absorbida por las raíces y transportada a través de la planta. Casi toda el agua absorbida del suelo se pierde por transpiración y solamente una pequeña fracción se convierte en parte de los tejidos vegetales.

La transpiración, igual que la evaporación directa, depende del aporte de energía, del gradiente de presión del vapor y de la velocidad del viento. Por lo tanto, la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y el viento también deben ser considerados en su determinación. El contenido de agua del suelo y la capacidad del suelo de conducir el agua a las raíces también determinan la tasa de transpiración, así como la salinidad del suelo y del agua de riego. La tasa de transpiración también es influenciada por las características del cultivo, el medio donde se produce y las prácticas del cultivo.

2.1.4. EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL Y POTENCIAL

Thornthwaite en 1948 definió el concepto de evapotranspiración potencial como el máximo de evapotranspiración que depende únicamente del clima. Según Thornthwaite no hay ninguna restricción de agua en el suelo y su magnitud depende exclusivamente del

clima. Penman (1956) define la evapotranspiración potencial como la cantidad de agua transpirada por un cultivo corto de césped que cubre el suelo en su totalidad y sin ninguna falta de agua. Papadakis (1980) define la evapotranspiración potencial como la cantidad de agua que se necesita para obtener una vegetación o un rendimiento cercano al óptimo.

La evapotranspiración potencial solo se lleva a cabo cuando el suelo dispone de bastante agua para suplirla, de modo que en los periodos sin humedad en el suelo el valor de la pérdida de humedad puede ser menor que el calculado, es lo que se conoce como evapotranspiración real.

Solo cuando el valor anterior supera a la evaporación potencial, puede satisfacerse esta y, en este caso, coincide con la real, el exceso de agua permanece como reserva del suelo. En los periodos más húmedos, dicho exceso, puede superar a la capacidad de reserva y existirá una evacuación del sobrante por drenaje o escorrentía superficial si la permeabilidad del suelo es inferior a la intensidad de la precipitación.

Desde el punto de vista de la programación del riego, la evapotranspiración real es fundamental, tanto en lo que se refiere a la frecuencia de la aplicación, como a la cantidad de agua a aplicar. Por otro lado, estimaciones adecuadas de la evapotranspiración real de un cultivo permiten cuantificar la disponibilidad del recurso y determinar el dimensionamiento de las obras hidráulicas.

2.1.5. MÉTODOS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

2.1.5.1. MÉTODOS DIRECTOS

Para determinarla directamente se requiere datos exactos de diferentes características físicas utilizando aparatos específicos para alcanzar esa meta. Los métodos directos deben realizarse por personal que contenga el suficiente conocimiento para tomar los datos sin tener grandes márgenes de error y que puedan analizarlos. La importancia de este método es obtener datos cercanos a la realidad para corregir los datos obtenidos teóricamente. Los principales métodos para medir la evapotranspiración son:

✓ LISÍMETRO

Consiste en un recipiente enterrado y cerrado lateralmente, de modo que el agua drenada por la gravedad es recogida por una tubería como se observa en el figura. En su construcción hay que ser muy cuidadoso de restituir el suelo que se excavo en unas condiciones lo más similares posibles a las que se encontraba. Próximo a el debe existir un pluviómetro.

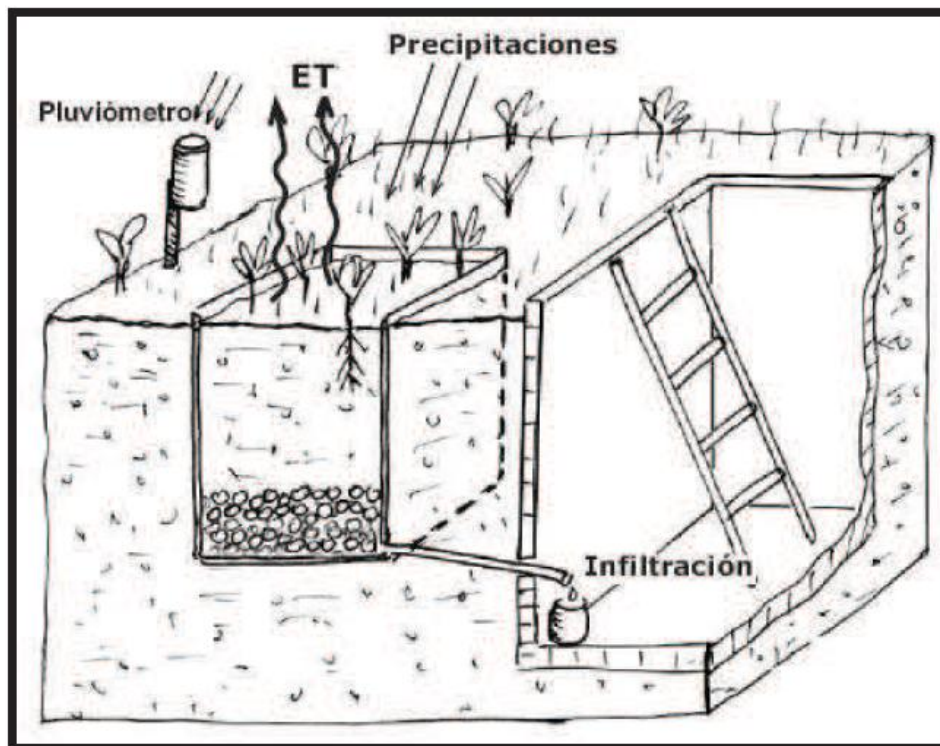


Grafico 10-2 Lisímetro
(Gurovich, 1985)

Se despeja la evapotranspiración de la siguiente ecuación que expresa el balance hídrico del lisímetro.

$$\text{Precipitación} = \text{Evapotranspiración} + \text{Infiltración} \pm \Delta \text{almacenamiento}$$

El Δ almacenamiento normalmente se determina a partir de la humedad del suelo, la misma que se expresa en una lámina de agua equivalente.

✓ EVAPOTRANSPIRACIÓN DE THORNTHWAITE

Con este instrumento se determina en forma directa la evapotranspiración potencial de los cultivos. El evapotranspirometro consiste en un tanque de aproximadamente 0.90 m de

profundidad, por 3.0 m de largo y 1.30 m de ancho, conectado a otro tanque regulador que permite mantener en el primero, un nivel de humedad constante; este último a su vez es alimentado por un tercer tanque en el que se mide el consumo de agua. El tanque grande se llama evapotranspirador, es donde se coloca la tierra para sembrar las plantas y en el fondo tiene un lecho de grava que ayuda a eliminar el exceso de agua, como se indica en la figura.

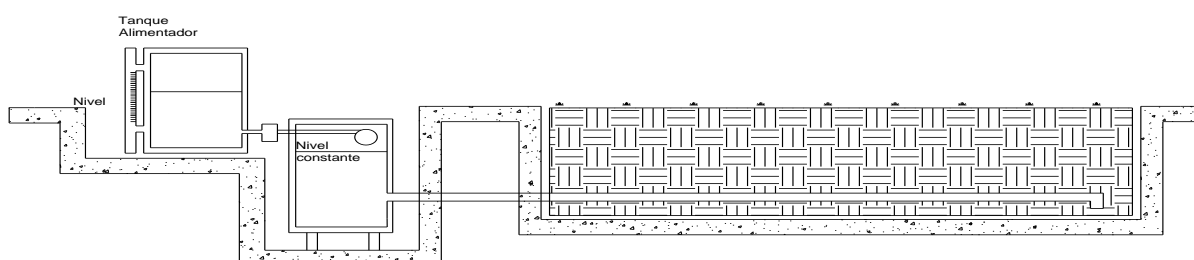


Grafico 11-2 evapotranspirador
(Gurovich, 1985)

✓ ATMÓMETRO DE LIVINGSTONE

El atmómetro de Livingstone está formado por una esfera de cerámica porosa, que tiene un vástago barnizado del mismo material que se introduce dentro de un recipiente graduado que contiene agua. La esfera se encuentra pintada de blanco o de negro. Al recibir la energía de la atmosfera, se produce una evaporación en la superficie de la esfera que se traduce en una succión en el depósito graduado, el cual mide la cantidad de agua vaporada, como se indica en la figura.

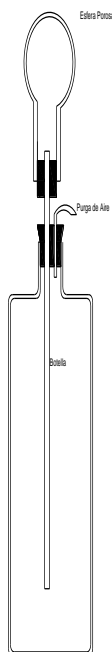


Grafico 12-2 Atmómetro
(Gurovich, 1985)

Se ha comprobado que existe una mayor correlación entre la evapotranspiración y las lecturas de los atmómetros, si se utilizan dos, uno negro y otro blanco. El valor de la evapotranspiración se obtiene con la diferencia de lecturas.

✓ EVAPORÍMETRO DE PICHÉ

Consiste en un tubo de vidrio de cilíndrico cerrado en el extremo superior y abierto en el inferior donde lleva colocado un elemento de evaporación que consiste en un disco de papel de filtro sujeto por una arandela. El tubo debe llenarse de agua y lleva grabada una escala en milímetros creciente de arriba y hacia abajo. Debe ir colgado dentro del abrigo meteorológico de la estación en forma vertical, evitando el contacto con las paredes. Debe llenarse de agua antes que se quede seco, no menos de la tercera parte de su capacidad de agua. El disco de vapor debe cambiarse semanalmente, como se indica en la figura.

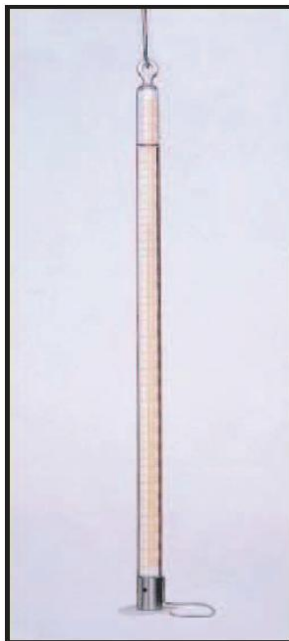


Grafico 13-2 evaporímetro de piché
(Gurovich, 1985)

✓ **MÉTODO GRAVIMÉTRICO**

Se basa en la determinación de diferentes valores de humedad registrados a través del ciclo vegetativo, en muestras de suelo, obtenidas a una profundidad igual a la que tienen las raíces de las plantas del cultivo considerado. En función de estas diferencias y de las características del suelo se obtienen las láminas de agua consumidas por evaporación, en un periodo de tiempo determinado. La suma total de las láminas consumidas en los intervalos entre riegos, es igual a la lámina total consumida por cultivo estudiado.

✓ **TANQUE CLASE “A” DE EVAPORACIÓN**

El tanque de evaporación permite estimar los efectos combinados de radiación solar, viento, temperatura y humedad sobre la evaporación de una superficie de agua libre. De un

modo análogo, la planta responde a las mismas variables climáticas. El método del tanque de evaporación permite relacionar la evaporación del agua del tanque con la evapotranspiración del cultivo de referencia.

Existe una íntima relación entre los procesos de evapotranspiración del cultivo y la evaporación del Tanque Clase “A” por lo que este método es de gran utilidad para establecer un programa de riego en una zona determinada. El tanque clase “A”, de 121 cm de diámetro y una profundidad de 25.5 cm. Es de hierro galvanizado. Se encuentra sobre una plataforma de madera y a 15cm sobre el nivel del suelo. El nivel de agua del tanque debe mantenerse entre 5 y 7.5 cm del borde, como se indica en la figura.



Grafico 14-2 Tanque Clase “A”
(Romero, 2008)

2.1.5.2. MÉTODOS INDIRECTOS

Durante los últimos años se han desarrollado nuevos métodos, con el fin de estimar la evapotranspiración a partir de diferentes variables climáticas. La desventaja de varios de estos métodos fue que a nivel local debían sujetarse a rigurosas modificaciones ya que globalmente demostraron ser ineficientes. Por otra parte, probar la exactitud de los métodos bajo nuevas condiciones es laborioso y necesita mucho tiempo y dinero. A pesar de ello, los datos de evapotranspiración son necesarios con antelación al planeamiento de proyectos o para programar calendarios de riego. Para cubrir esta necesidad y tomando en cuenta la disponibilidad de datos se presenta cinco métodos para determinar su valor.

✓ MÉTODO THORNTHWAITE (1944)

Los cálculos Thornthwaite se basan en procedimientos empíricos realizados en las regiones húmedas del Este de Estados Unidos, para la determinación de la evapotranspiración potencial en función de la temperatura media, con una corrección de función de la duración astronómica del día y el número de días del mes.

$$Etp = 16 * Rt * \frac{10T^a}{I}$$

Donde:

Etp: Evapotranspiración Potencial en *mm/mes*

T: Temperatura media mensual en °C

I: Índice calórico anual, que se calcula a partir de la suma de los doce índices de calor mensuales:

$$i_j = \frac{T_j^{1.514}}{5}$$

a : Parámetro que se calcula a partir de I , según la siguiente expresión:

$$a = 0.000000675 * I^3 - 0.0000771 * I^2 + 0.01792 * I + 0.49239$$

Rt : Índice de iluminación, que se define como el coeficiente que toma en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud.

La principal ventaja de este método es que utiliza variables climatológicas accesibles.

La fórmula de Thornthwaite no es aplicable a pesar de que se tienen resultados aceptables en zonas húmedas con vegetación abundante, aumentando los errores en zonas áridas y semiáridas. Esto se debe a varios factores como: no tomar en cuenta el tipo de cultivo, ni uso de tierra. Además la temperatura no es un buen indicador de la energía disponible, ya que esta puede ser diferente a la temperatura de radiación. Igualmente la expresión indica que la evapotranspiración puede cesar si la temperatura promedio desciende de 0°C lo cual es falso.

✓ MÉTODO DE BLANEY Y CRIDDLE (1946)

El fundamento de su expresión, experimentada en zonas áridas y semiáridas del Oeste de Estados Unidos, radica en considerar que el consumo de agua de un cultivo, bajo el supuesto de no faltar agua en el suelo, es función de la temperatura media mensual, la iluminación y la cubierta vegetal. El introducir un factor de consumo k permite la estimación de los consumos de agua para diferentes cultivos. La fórmula es:

$$Et = kc * F$$

Donde:

Et : Evapotranspiración real en mm para todo el período.

k: Coeficiente empírico de consumo característico de la cubierta vegetal y periodo vegetativo.

F: Suma de factores mensuales de uso consuntivo

$$F = \sum_{i=1}^n f_i$$

n: Numero de meses del ciclo vegetativo

f: Factor de uso consuntivo mensual, el mismo que se determina aplicando la siguiente ecuación.

$$f = p(0.457t + 8.128)$$

p: Porcentaje de horas luz del día respecto al total anual.

t: Temperatura medida en °C

Posteriormente Phelan propuso una modificación a este método, utilizando factores de corrección *k_c* y *k_t* para calcular el factor de la respectiva fórmula, cuya caracterización es la siguiente:

$$U_{cc} = U_{cm} * F_c$$

Donde:

U_{cc}: Uso consuntivo corregido

U_{cm}: Uso consuntivo mensual, determinado por la siguiente fórmula:

$$U_{cm} = f_i * k_t * k_c$$

Donde:

k_t: Coeficiente de corrección en función de la temperatura, determinado por la siguiente fórmula:

$$kt = 0.03114t + 0.2396$$

kc: Coeficiente de desarrollo del cultivo.

Fc: Factor de corrección, determinado por la siguiente fórmula:

$$Fc = \frac{k * F}{UCM}$$

Donde:

UCM: Suma de los usos consuntivos mensuales.

✓ MÉTODO HARGREAVES(1956)

Hargreaves calculó el uso consuntivo mensual en función de la temperatura media, humedad relativa media al medio día, y la duración del día en función de la latitud.

En 1966 se introdujeron factores de corrección y una tabla que incluye coeficientes que toman en cuenta el efecto del cultivo.

$$Et = 17.37 * k * d * T^{1 - 0.01Hn}$$

Donde:

Et: Evapotranspiración real en mm.

k: Coeficiente empírico del cultivo.

d: Coeficiente mensual de duración del día, determinado por la siguiente fórmula:

$$d = 0.12p$$

Donde:

p: Porcentaje de horas luz del día respecto al total anual.

H_n : Humedad relativa media al mediodía, se determina aplicando siguiente fórmula:

$$H_n = 1 + 0.4h + 0.004h^2$$

Donde:

h : Humedad relativa media mensual.

Por haber sido desarrollada para condiciones meteorológicas medias Hargreaves propone las siguientes correcciones:

- ✓ Efecto de la velocidad del viento ($2m$): los resultados deben aumentarse o disminuirse 9% por cada 50 km/día de aumento o disminución, con respecto a 100 km/día que corresponde a las condiciones de obtención de la fórmula.
- ✓ Duración del resplandor solar: la fórmula se obtuvo con una insolación del 90%. La corrección se hará:

Tabla 8-2 insolación

Insolación %	30	40	50	60	70	80	90
Corrección %	-34	-28	-24	-20	-16	-9	0

(Gurovich, 1985)

- ✓ Altitud: los resultados deben corregirse en 1% por cada 100 metros de elevación a partir de los 150 metros .

✓ MÉTODO CHRISTIANSEN Y YÉPEZ

El ex INERHI, a través del Ing. José Yépez realizó un ajuste a la ecuación de Christiansen para el Ecuador, ya que los métodos directos e indirectos para cuantificar la evapotranspiración no toman en cuenta las condiciones climáticas de vegetación, de suelos, etc., de nuestro país.

Para la estimación de la evapotranspiración potencial se tiene la siguiente ecuación.

$$ETHC = 0.36 * RT * CT * CH * CW * CE$$

Donde:

ETHC: Evapotranspiración potencial diaria

RT: Radiación extraterrestre en función de la latitud, expresada como evaporación equivalente en *mes/día* a temperatura media de 20°C.

CT: Coeficiente que es función de la temperatura. Dado por la siguiente ecuación.

$$CT = 0.23 + 0.77 * \frac{T_m}{25}$$

T_m: Temperatura media en°C.

CH: Coeficiente que es función de la humedad relativa. Dado por la siguiente ecuación.

$$CH = \frac{1 - HM}{0.3}$$

HM: Humedad relativa en decimos.

CW: Coeficiente en función de la velocidad del viento, con el anemómetro ubicado a 10m de la superficie.

$$CW = 1 + 0.07 * \frac{EL}{1000}$$

EL: Elevación de la estación en m.s.n.m.

(Agua, 2009)

✓ MÉTODO DE PENMAN

En 1948, Penman derivó una ecuación para calcular la evaporación de una superficie abierta de agua a partir de datos climáticos estándar de horas sol, temperatura, humedad atmosférica y velocidad del viento.

$$E_0 = \frac{\Delta * Rn + \gamma * Ea}{\Delta + \gamma}$$

Donde:

E_0 : Evaporación desde la superficie libre de agua (mm).

Δ : Pendiente de la curva de tensión de vapor vs. Temperatura.

Rn : Radiación neta en mm/día.

$$Rn = Rr - Re$$

Re : Radiación emitida.

$$Re = \sigma * Ta^4 * (0.56 - 0.092 \bar{e}_d * (0.1 + 0.9 * \frac{n}{N}))$$

Donde:

α : Constante de Stefan – Boltzman= $8.26 * 10^{-11} \text{ cal. cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{ } ^\circ\text{K}^{-4}$

Ta : Temperatura absoluta en $^\circ\text{K}$.

e_d : Presión de vapor a la temperatura del punto de rocío (mm Hg).

$$e_d = e_a * h$$

e_a : Presión de vapor a la temperatura media del aire en mm Hg.

h : Humedad relativa en décimos.

Rr : Radiación recibida.

$$Rr = Ra * (1 - r * (0.18 + 0.55 * \frac{n}{N}))$$

Ra: Media mensual de la radiación solar en ausencia de la atmosfera en mm/día.

R: Coeficiente de reflexión.

n/N: Heliofanía.

$$E_a = 0.35 * 1 + 0.0061 * U_2 * (e_a - e_d)$$

Ea: poder evaporante de la atmósfera (mm/día).

U: Velocidad media del viento a 2m de altura (km/día).

CAPITULO III

3. INTRODUCCIÓN

El método de riego por melgas (denominado también por platabandas o por bordes) consiste en establecer franjas delimitadas por camellones o bordes a ambos lados, con pendiente longitudinal y un canal de cabecera que provee el agua de riego. Se caracteriza por su alta exigencia en nivelación del terreno. Su mayor uso corresponde a pastos y frutales.

Debe utilizarse en terrenos llanos ya que requiere una pendiente transversal nula y longitudinal baja (no mayor de 2%). De ahí que sea necesario preparar cuidadosamente el terreno a fin de que el agua no se encharque y corra uniformemente por la melga. La longitud varía entre 50 y 200 m en el sentido de la pendiente y el ancho de 5 a 20 m. Los bordes son no menores de 20 cm de altura y el ancho debe permitir el paso de la maquinaria. El costo de instalación es alto (por el trabajo de nivelación) y se compensa con la economía de mano de obra y tiempo, una vez instalado (costo de operación bajo). En general, el riego por melgas ha sido utilizado en cultivos de alta densidad de siembra, como es el caso de los pastos. Se presta principalmente para cultivos de alfalfa, trébol y cereales; en los suelos de buena infiltración y con un caudal grande (de 50 l/s). Sin embargo, ha comenzado a utilizarse con éxito en el riego de frutales. Si la topografía es irregular y la pendiente es hasta de 2% se practica el riego en melgas en contorno, los bordos siguen las curvas de nivel (cultivos: forrajeros y cereales). En este caso es necesario disponer de gran caudal, la eficiencia a obtener es baja y los costos de medios a bajos.

El riego por melgas en contorno, se diferencia del riego por melgas en la forma de aplicar el agua. En el riego por melgas el agua avanza en forma de un manto de agua a lo largo de la faja, en cambio en el de melgas en contorno el agua es aplicada por medio de un gran caudal, quedando las áreas de cada sección inundadas por un largo periodo de tiempo.

Otra forma, es por palanganas o tazas, empleado para frutales. El terreno queda dividido en una serie de terrazas y a cada una corresponde un número determinado de plantas según la pendiente.

Se requiere un terreno llano (hasta 0,2%) y disponer de un gran caudal. En consecuencia el costo de instalación (por la nivelación y la eficiencia son altos). El costo de operación es bajo a medio.

La cantidad de agua a aplicar en cada melga se determina relacionando convenientemente el ancho y el largo y la pendiente, con la infiltración, agua a aplicar y el tiempo de riego. Si bien lo mejor es obtener tales medidas mediante ensayos de campo, como orientación puede consultarse tablas existentes, como la del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos. (Educativos, 2011)

Existen 3 tipos de melgas:

- ✓ Melgas derechas, cuando el terreno es plano.
- ✓ Melgas en compartimientos o bancales, cuando el terreno tiene una pendiente excesiva.
- ✓ Melgas a curvas a nivel o en contorno, cuando el terreno es accidentado.

3.1. VENTAJAS

- ✓ Bajos costos de mantenimiento.
- ✓ Se puede diseñar melgas con dimensiones adecuadas para uso eficiente de la maquinaria agrícola.
- ✓ Se puede utilizar caudales grandes, permitiendo un menor tiempo de riego.
- ✓ Asegura un buen lavado de sales.
- ✓ Se adapta a todos los tipos de suelo.
- ✓ Uso eficiente de la mano de obra durante el riego.
- ✓ Energía requerida baja a nada.
- ✓ Puede regarse en horas con fuertes vientos.
- ✓ No tiene influencia en la aplicación de pesticidas.
- ✓ No crea ambientes para la propagación de enfermedades fungosas.

3.2. DESVENTAJA

- ✓ Costo de inversión alto.
- ✓ Requiere nivelación muy precisa, tanto en sentido longitudinal como transversal, siendo importante que la pendiente tienda a cero para lograr una distribución uniforme en todo el ancho de la melga. La pendiente longitudinal debe ser mayor al 0,2% para evitar empozamientos prolongados, aunque no debiera superar el 2%, para evitar problemas de erosión, y tampoco causar salinización.
- ✓ Dificulta labores de cultivo y cosecha.
- ✓ En promedio la eficiencia es del 50 al 60%, dependiendo de la tecnificación del sistema.
- ✓ Cultivos sensibles al déficit de aireación pueden ser afectados.

- ✓ Se requieren caudales relativamente grandes. La cantidad de agua que se aplique debe permitir que sobre la melga se forme una lámina de agua de 5 a 8 cm de altura, lo que se logra con caudales relativamente grandes (2 a 6 l/s por metro de ancho).
- ✓ Del 5 al 10% de la superficie el suelo es ocupada por canales de riego y drenaje.

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS

3.3.1. PENDIENTE DE TRAZO

A fin de mantener una lámina uniforme en altura en todo el ancho de la melga, ésta debe estar completamente a nivel en el sentido transversal. En el sentido longitudinal, en la dirección del riego se presentan tres casos:

- ✓ 0% de pendiente, sin desagües al pie y sin efecto de recesión de la lámina.
- ✓ Leve pendiente, entre 0.1 y 0.5%, con desagües al pie e importante efecto de recesión de la lámina.
- ✓ Pendiente fuerte, entre 0.5 y 1% con desagües al pie y limitado efecto de recesión de la lámina.
- ✓ Dado que el efecto erosivo es función de la pendiente, los valores óptimos en riego por melgas no superan 0.1 a 0.2 %. La melga no debe tener pendiente transversal, ello implica que el agua baje frontalmente. Como esto es difícil a veces se trabaja en forma escalonada.

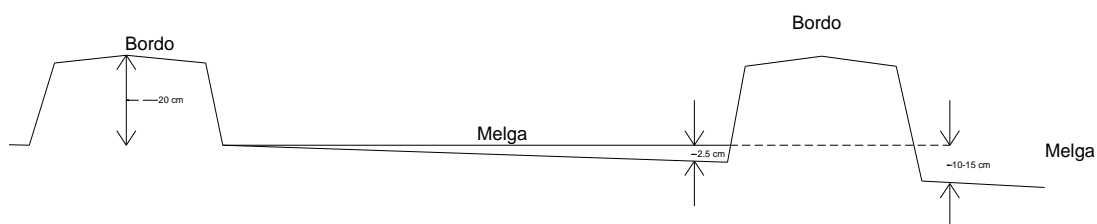


Grafico 15-3 Pendientes

Se toma como máximo un desnivel de 2,5 cm. Los bordos normalmente tienen una altura de 20 cm y un ancho variable (50 cm a 2 m), dependiendo del cultivo que se siembre, pues si pasan equipos por encima debe ser anchos. En suelos arcillosos se puede aumentar la pendiente pero presenta graves riesgos de erosión. En suelos ligeros con velocidades de infiltración elevadas, se puede nivelar con pendiente cero.

3.3.2. ANCHO DE MELGAS

En cuanto al ancho de la melga, está condicionado por la topografía, el caudal disponible y el ancho de maquinaria a emplear; en el caso de pastizales puede variar entre 5 y 20 m. En cuanto al caudal disponible; pendiente transversal del terreno (que limita también el ancho de las melgas dado que la diferencia de nivel que debe existir entre un lado y otro de las melgas no debe superar 4 cm), y el ancho de la maquinaria (lo ideal es que el ancho de la melga sea múltiplo del ancho de trabajo de la maquinaria que se utilice).

La sección transversal de la melga debe ser horizontal para poder asegurar una distribución uniforme en todo el ancho, esto se logra con una pendiente igual a cero, sin embargo se

acepta un desnivel de 2,5 cm entre dos caballones. Valores recomendados en función de la textura y la pendiente de la melga

Tabla 9-3 textura y pendiente

Textura	Pendiente %	Ancho (m)
Arenoso	0.2-0.4	9-24
	0.4-0.6	6-12
	0.6-1.0	6
Limo Arenoso	0.2-0.4	9-24
	0.4-0.6	6-12
	0.6-1.0	6
Limo Arcilloso	0.2-0.4	9-24
	0.4-0.6	6-12
	0.6-1.0	6
Arcilloso	0.2-0.4	9-24

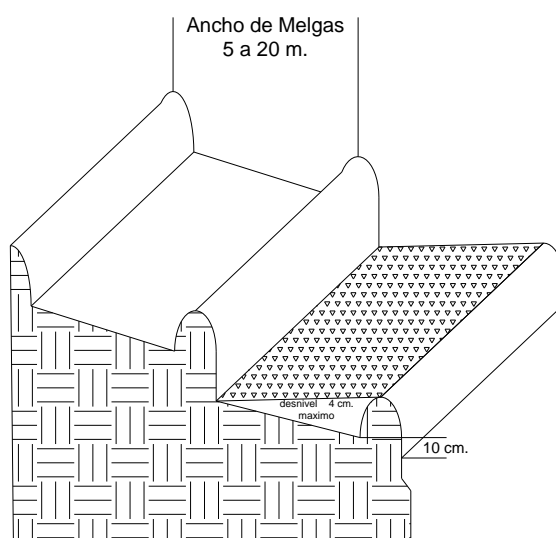


Grafico 16-3 Ancho de melgas

3.3.3. LONGITUD DE MELGAS

Depende del tipo de suelo y de la velocidad de infiltración; en suelos con baja velocidad de infiltración se puede lograr melgas con longitudes de hasta 800 metros, en suelos arenosos la longitud será reducida aproximadamente a 100 metros.

El volumen de agua tiene una relación directamente proporcional a mayor volumen de agua la longitud puede ser aumentada. Al igual que la relación con el cultivo ya que si este tiene mayor resistencia que se opone a la circulación del agua la longitud disminuye. Si se piensa en la economía la norma general para reducir costos es reducir el ancho y no la longitud de la melga. Diversas determinaciones experimentales han sido volcadas en tablas que permiten seleccionar la longitud de la melga en función de la textura del terreno, pendiente y caudal:

Tabla 10-3 textura, pendiente y caudal

Textura	I (%)	D (mm)	L (m)	A (m)	Q (l/s)
Gruesa	0.25	50	150	15	225
		100	245	15	200
		150	400	15	170
	1	50	90	12	35
		100	150	12	70
		150	275	12	70
	2	50	60	9	35
		100	90	9	30
		150	165	9	30
Media	0.28	50	245	15	200
		100	400	15	170
		150	400	15	100
	1	50	150	12	70
		100	350	12	70
		150	400	12	70
	2	50	90	9	30
		100	150	9	30
		150	300	9	30

3.4. LÁMINA DE RIEGO

El caudal máximo no erosivo se determina experimentalmente, ensayando diferentes caudales, o aplicando ecuaciones empíricas como la de Criddle, que expresa:

$$Q = 5,57 * S^{-0,75}$$

Con S como pendiente en %, y Q en l/s que representa el caudal máximo que puede ser aplicado por cada metro de ancho de melga.

Tabla 11-3 Caudales máximos

Pendiente (%)	Textura	Caudal (l/s/m de ancho)		
		Franco Arenoso	Franco	Franco Arcilloso
0.2 – 0.4		10 – 15	5 – 7	3 – 4
0.4 – 0.6		8 – 10	4 – 6	2 – 3
0.6 – 1.0		5 – 8	2 – 4	1 – 2

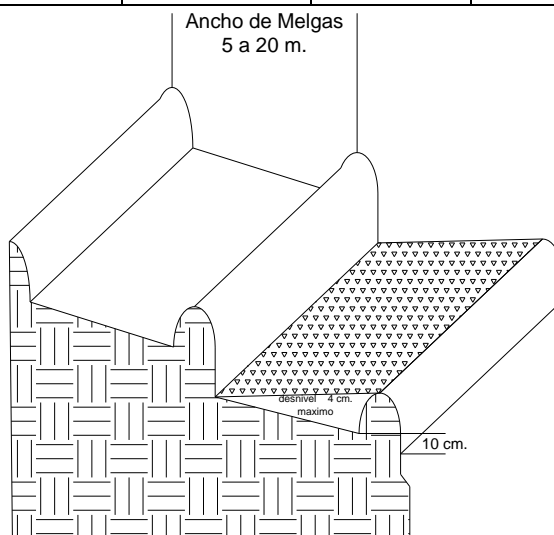


Grafico 17-3 Ancho

Tabla 12-3 Largo de melgas

Pendiente (%)	Textura	Largo de la Melga (m)		
		Franco Arenoso	Franco	Franco Arcilloso
0.2 – 0.4		60 – 90	90 – 250	180 – 300
0.4 – 0.6		60 – 90	90 – 180	90 – 180
0.6 – 1.0		75	90	90

3.5. CONSTRUCCIÓN DE LOS BORDES O DIQUES.

Los bordes se construyen perpendicularmente a las curvas de nivel esto reduce la pendiente transversal al mínimo.

La altura debe ser suficiente para mantener el agua confinada dentro de la melga, pero no tan alta para que no intervenga con el paso de la maquinaria.

Por lo general es de 20cm., su base depende de la estructura del suelo.

3.6. CONSIDERACIONES DEL RIEGO POR MELGAS.

En general se hace necesaria una cuidadosa preparación de suelos, con el objetivo de no dañar la nivelación del suelo. La siembra debe realizarse en el sentido transversal al largo de las melgas, de modo que también se siembre sobre los camellones. De esta forma, se evita la pérdida de terreno.

En frutales, las melgas se pueden mantener con pastos para evitar la erosión. Las mezclas de pastos que pueden usarse son varias según la especie frutal. La aplicación de agua puede

hacerse directamente desde una acequia o bien, al igual que en el riego por surcos, se pueden utilizar tuberías de baja presión, en PVC de 200 ó 250 mm.

CAPITULO IV

4. IMPACTO AMBIENTAL

4.1. IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS

El agua superficial, se ha usado desde tiempos antiguos con el objetivo de proporcionar riego, con la finalidad de que sea promovida la producción agrícola y mejorada la calidad de vida. Los impactos que pueden tener los proyectos en el medio ambiente, han tomado un papel protagónico durante las últimas décadas debido a que impacto ambiental es toda alteración positiva o negativa del medio ambiente causada por la intervención del ser humano.

El mal manejo del sistema puede generarse debido a diversos factores como son:

- ✓ El drenaje
- ✓ Los sistemas de transporte
- ✓ El almacenamiento
- ✓ Los sistemas de distribución
- ✓ La información sobre los productos
- ✓ Los métodos de aplicación en el campo

Trayendo así consecuencias negativas sobre lo que se pretende mejorar. Los resultados de estas malas prácticas pueden ser:

- ✓ Erosión por lavado de suelo
- ✓ Desaprovechamiento del caudal
- ✓ Contaminación en tanques de reserva
- ✓ Salinización del suelo
- ✓ Promover crecimiento de hongos
- ✓ Socavación del terreno

4.1.1. PROPÓSITO Y NECESIDAD DEL PROYECTO

Este proyecto es de gran importancia para mejorar el uso del agua, y poder tener productos de mejor calidad controlando la humedad del suelo, debido a que este es un sistema por inundación debemos controlarlo de la mejor manera para que su función se maximice, es muy importante debido a su costo ya que la extensión de la zona de estudio es muy amplia, y los productos que se siembran en la misma para obtener una mayor remuneración necesitan mantenerse en condiciones óptimas.

4.1.2. LÍNEA BASE AMBIENTAL

La línea de base ambiental es una descripción general a cerca de las distintas condiciones y situaciones en las que se encuentra el área donde se procederá a diseñar y construir el proyecto planteado, debido a que por sus condiciones actuales no brinda la producción

óptima que se podría alcanzar con un mejor sistema de riego, disminuyendo la remuneración que las personas dependientes de esta esperan.

Las condiciones que se mantiene en la zona destinada a la agricultura por parte de los encargados ha sido un cambio en toda la vegetación nativa, el terreno puede presentar una excesiva vegetación si se lo deja de deshierbar, debido a su humedad y las características químicas del suelo. En los reservorios se ha dejado una vegetación natural para mejorar la permeabilidad del mismo, la manera en la que se estaba utilizando esta agua ha sido muy precaria muchas veces usando baldes para con estos regar los cultivos, creando una pérdida de tiempo e ineficacia hacia las metas requeridas.

4.1.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Se llama evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA) al análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su anulación. El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento

en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

El Plan de Manejo Ambiental del Sistema de Riego se ve enmarcado dentro de la estrategia de conservación del medio ambiente, basándose en un trabajo conjunto para el desarrollo socioeconómico de la zona dentro del área de influencia, el mismo que será aplicado a lo largo de la ejecución y operación del proyecto.

La propuesta de nuestro sistema incluye pequeñas obras de captación en lugares estratégicos del terreno, uso de tanques para la reserva del agua y la red de distribución o melgas las cuales serán cuidadosamente manejadas con el objeto de evitar impactos ambientales negativos al suelo, a los cultivos y al agua misma. La obra no implicara ningún tipo de daño a la vegetación nativa debido a que el ecosistema de la extensión geográfica de estudio, han sido totalmente alterados por lograr áreas cultivables, esto ha conllevado a destruir la vegetación nativa.

4.1.3.1. FICHA AMBIENTAL

Identificación Del Proyecto

Nombre del Proyecto:	Diseño de un sistema de riego a gravedad	Código:
		Fecha:

Localización del Proyecto:	Provincia: Cotopaxi
	Cantón: Pujilí
	Zona: Tingo Grande

Auspiciado por:	<input type="checkbox"/>	Ministerio de:	
	<input type="checkbox"/>	Gobierno Provincial:	
	<input type="checkbox"/>	Gobierno Municipal:	
	<input type="checkbox"/>	Org. de inversión/desarrollo	(especificar)
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro:	Propietarios del terreno y empresa privada.

Tipo del Proyecto:	<input type="checkbox"/>	Abastecimiento de agua
	<input checked="" type="checkbox"/>	Agricultura y ganadería
	<input type="checkbox"/>	Amparo y bienestar social
	<input type="checkbox"/>	Protección áreas naturales
	<input type="checkbox"/>	Educación
	<input type="checkbox"/>	Electrificación
	<input type="checkbox"/>	Hidrocarburos
	<input type="checkbox"/>	Industria y comercio
	<input type="checkbox"/>	Minería
	<input type="checkbox"/>	Pesca
	<input type="checkbox"/>	Salud
	<input type="checkbox"/>	Saneamiento ambiental
	<input type="checkbox"/>	Turismo
	<input type="checkbox"/>	Vialidad y transporte
	<input type="checkbox"/>	Otros: (especificar)

Descripción resumida del proyecto:		
El sistema de riego para la zona de Tingo Grande, consistirá en la utilización del agua de riego administrada por el cantón de Pujilí perteneciente a la provincia de Cotopaxi.		
La propuesta del diseño de un sistema de riego por melgas son:		
Distribución del agua para riego con el caudal específico dependiendo del tipo de cultivo con la utilización del programa CROPWAT.		
Mantener la humedad óptima utilizando datos meteorológicos obtenidos del INAMHI.		
Nivel de los estudios	<input checked="" type="checkbox"/>	Idea o prefactibilidad
Técnicos del proyecto:	<input type="checkbox"/>	Factibilidad
	<input type="checkbox"/>	Definitivo
Categoría del Proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción
	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación
	<input type="checkbox"/>	Ampliación o mejoramiento
	<input type="checkbox"/>	Mantenimiento
	<input type="checkbox"/>	Equipamiento
	<input checked="" type="checkbox"/>	Capacitación
	<input checked="" type="checkbox"/>	Apoyo
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):

Datos del Promotor/Auspiciente Tingo Grande		
Nombre o Razón Social:		
Representante legal: -----		
Dirección:		
Barrio/Sector: Tingo Grande	Ciudad: Pujilí	Provincia Cotopaxi
Teléfono -----	Fax -----	E-mail -----

Caracterización del Medio Físico

Localización

Región geográfica:	<input type="checkbox"/> Costa	<input checked="" type="checkbox"/> Sierra	<input type="checkbox"/> Oriente	<input type="checkbox"/> Insular
Coordenadas:	<input type="checkbox"/> Geográficas	<input checked="" type="checkbox"/> UTM	Superficie del área de influencia directa: 30 ha	
	Inicio	Longitud	Latitud	
	Fin	Longitud	Latitud	
Altitud:	<input type="checkbox"/> A nivel del mar	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 500 msnm	<input type="checkbox"/> Entre 501 y 2.300 msnm	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 2.301 y 3.000 msnm
	<input type="checkbox"/> Entre 3.001 y 4.000 msnm	<input type="checkbox"/> Más de 4000 msnm		

Clima

Temperatura	<input type="checkbox"/> Cálido-seco	Cálido-seco (0-500 msnm)
	<input type="checkbox"/> Cálido-húmedo	Cálido-húmedo (0-500 msnm)
	<input type="checkbox"/> Subtropical	Subtropical (500-2.300 msnm)
	<input checked="" type="checkbox"/> Templado	Templado (2.300-3.000 msnm)
	<input type="checkbox"/> Frío	Frío (3.000-4.500 msnm)
	<input type="checkbox"/> Glacial	Menor a 0 °C en altitud (>4.500 msnm)

Geología, geomorfología y suelos

Ocupación actual del	<input checked="" type="checkbox"/> Asentamientos humanos
Área de influencia:	<input checked="" type="checkbox"/> Áreas agrícolas o ganaderas
	<input type="checkbox"/> Áreas ecológicas protegidas
	<input type="checkbox"/> Bosques naturales o artificiales
	<input type="checkbox"/> Fuentes hidrológicas y cauces naturales
	<input type="checkbox"/> Manglares
	<input type="checkbox"/> Zonas arqueológicas
	<input type="checkbox"/> Zonas con riqueza hidrocarburífera
	<input type="checkbox"/> Zonas con riquezas minerales
	<input type="checkbox"/> Zonas de potencial turístico
	<input type="checkbox"/> Zonas de valor histórico, cultural o religioso
	<input type="checkbox"/> Zonas escénicas únicas
	<input type="checkbox"/> Zonas inestables con riesgo sísmico
	<input type="checkbox"/> Zonas reservadas por seguridad nacional
	<input type="checkbox"/> Otra: (especificar)

Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Llano	El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ondulado	El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).
	<input type="checkbox"/>	Montañoso	El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.
Tipo de suelo	<input type="checkbox"/>	Arcilloso	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	
	<input type="checkbox"/>	Semi-duro	
	<input type="checkbox"/>	Rocoso	
	<input type="checkbox"/>	Saturado	
Calidad del suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Fértil	
	<input type="checkbox"/>	Semi-fértil	
	<input type="checkbox"/>	Erosionado	
	<input type="checkbox"/>	Otro (especifique)	
	<input type="checkbox"/>	Saturado	
Permeabilidad del suelo	<input type="checkbox"/>	Altas	El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Medias	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.
	<input type="checkbox"/>	Bajas	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.
Condiciones de drenaje	<input type="checkbox"/>	Muy buenas	No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buenas	Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones
	<input type="checkbox"/>	Malas	Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve

Hidrología

Fuentes	<input checked="" type="checkbox"/>	Agua superficial	
	<input type="checkbox"/>	Agua subterránea	
	<input type="checkbox"/>	Agua de mar	
	<input type="checkbox"/>	Ninguna	
Nivel freático	<input checked="" type="checkbox"/>	Alto	
	<input type="checkbox"/>	Profundo	
Precipitaciones	<input type="checkbox"/>	Altas	Lluvias fuertes y constantes
	<input checked="" type="checkbox"/>	Medias	Lluvias en época invernal o esporádicas
	<input type="checkbox"/>	Bajas	Casi no llueve en la zona

Aire

Calidad del aire	<input type="checkbox"/>	Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren
	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	El aire es respirable, presenta malos olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.
	<input type="checkbox"/>	Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.
Recirculación de aire:	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Buena	Brisas ligeras y constantes Existen frecuentes vientos que renuevan la capa de aire
	<input type="checkbox"/>	Buena	Los vientos se presentan sólo en ciertas épocas y por lo general son escasos.
	<input type="checkbox"/>	Mala	
Ruido	<input type="checkbox"/>	Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.
	<input type="checkbox"/>	Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.

Caracterización del Medio Biótico**Ecosistema**

<input type="checkbox"/>	Páramo
<input type="checkbox"/>	Bosque pluvial
<input type="checkbox"/>	Bosque nublado
<input type="checkbox"/>	Bosque seco tropical
<input type="checkbox"/>	Ecosistemas marinos
<input type="checkbox"/>	Ecosistemas lacustres

Flora

Tipo de cobertura Vegetal:	<input type="checkbox"/> Bosques
	<input checked="" type="checkbox"/> Arbustos
	<input checked="" type="checkbox"/> Pastos
	<input checked="" type="checkbox"/> Cultivos
	<input checked="" type="checkbox"/> Matorrales
	<input type="checkbox"/> Sin vegetación
Importancia de la Cobertura vegetal:	<input type="checkbox"/> Común del sector
	<input checked="" type="checkbox"/> Rara o endémica
	<input type="checkbox"/> En peligro de extinción
	<input type="checkbox"/> Protegida
	<input checked="" type="checkbox"/> Intervenida
Usos de la vegetación:	<input checked="" type="checkbox"/> Alimenticio
	<input checked="" type="checkbox"/> Comercial
	<input type="checkbox"/> Medicinal
	<input type="checkbox"/> Ornamental
	<input type="checkbox"/> Construcción
	<input type="checkbox"/> Fuente de semilla
	<input type="checkbox"/> Mitológico
	<input type="checkbox"/> Otro (especifique):

Fauna silvestre

Tipología	<input type="checkbox"/> Microfauna
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos
	<input type="checkbox"/> Anfibios
	<input type="checkbox"/> Peces
	<input type="checkbox"/> Reptiles
	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos
Importancia	<input checked="" type="checkbox"/> Común
	<input type="checkbox"/> Rara o única especie
	<input type="checkbox"/> Frágil
	<input type="checkbox"/> En peligro de extinción

Caracterización del Medio Socio-Cultural**Demografía**

Nivel de consolidación Del área de influencia:	<input type="checkbox"/> Urbana
	<input type="checkbox"/> Periférica
	<input checked="" type="checkbox"/> Rural

Tamaño de la población	<input checked="" type="checkbox"/>	Entre 0 y 1.000 habitantes
	<input type="checkbox"/>	Entre 1.001 y 10.000 habitantes
	<input type="checkbox"/>	Entre 10.001 y 100.000 habitantes
	<input type="checkbox"/>	Más de 100.00 habitantes
Características étnicas de la Población	<input checked="" type="checkbox"/>	Mestizos
	<input type="checkbox"/>	Indígena
	<input type="checkbox"/>	Negros
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):

Infraestructura social

Abastecimiento de agua	<input type="checkbox"/>	Agua potable
	<input checked="" type="checkbox"/>	Conex. domiciliaria
	<input type="checkbox"/>	Agua de lluvia
	<input type="checkbox"/>	Grifo público
	<input type="checkbox"/>	Servicio permanente
	<input checked="" type="checkbox"/>	Racionado
	<input type="checkbox"/>	Tanquero
	<input type="checkbox"/>	Acarreo manual
<input type="checkbox"/>	Ninguno	
Evacuación de aguas Servidas	<input type="checkbox"/>	Alcantari. sanitario
	<input type="checkbox"/>	Alcantari. Pluvial
	<input checked="" type="checkbox"/>	Fosas sépticas
	<input type="checkbox"/>	Letrinas
	<input type="checkbox"/>	Ninguno
Evacuación de aguas Lluvias	<input type="checkbox"/>	Alcantarilla. Pluvial
	<input type="checkbox"/>	Drenaje superficial
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguno
Desechos sólidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Barrido y recolección
	<input type="checkbox"/>	Botadero a cielo abierto
	<input type="checkbox"/>	Relleno sanitario
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):
Electrificación	<input checked="" type="checkbox"/>	Red energía eléctrica
	<input type="checkbox"/>	Plantas eléctricas
	<input type="checkbox"/>	Ninguno
Transporte público	<input type="checkbox"/>	Servicio Urbano
	<input checked="" type="checkbox"/>	Servicio intercantonal
	<input type="checkbox"/>	Rancheras
	<input type="checkbox"/>	Canoa

	<input type="checkbox"/>	Otro (especifique):
Vialidad y accesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Vías principales
	<input type="checkbox"/>	Vías secundarias
	<input checked="" type="checkbox"/>	Caminos vecinales
	<input type="checkbox"/>	Vías urbanas
	<input type="checkbox"/>	Otro (especifique):
Telefonía	<input type="checkbox"/>	Red domiciliaria
	<input checked="" type="checkbox"/>	Cabina pública
	<input type="checkbox"/>	Ninguno

Actividades socio-económicas

Aprovechamiento y uso de la tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	Residencial
	<input checked="" type="checkbox"/>	Comercial
	<input type="checkbox"/>	Recreacional
	<input checked="" type="checkbox"/>	Productivo
	<input type="checkbox"/>	Baldío
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):
Tenencia de la tierra:	<input checked="" type="checkbox"/>	Terrenos privados
	<input checked="" type="checkbox"/>	Terrenos comunales
	<input type="checkbox"/>	Terrenos municipales
	<input type="checkbox"/>	Terrenos estatales

Organización social

	<input checked="" type="checkbox"/>	Primer grado	Comunal, barrial
	<input type="checkbox"/>	Segundo grado	Pre-cooperativas, cooperativas
	<input type="checkbox"/>	Tercer grado	Asociaciones, federaciones, unión de organizaciones
	<input type="checkbox"/>	Otra	

Aspectos culturales

Lengua	<input checked="" type="checkbox"/>	Castellano
	<input type="checkbox"/>	Nativa
	<input type="checkbox"/>	Otro (especificar):
Religión	<input checked="" type="checkbox"/>	Católicos
	<input type="checkbox"/>	Evangélicos
	<input type="checkbox"/>	Otra (especifique):
Tradiciones	<input type="checkbox"/>	Ancestrales
	<input type="checkbox"/>	Religiosas
	<input checked="" type="checkbox"/>	Populares
	<input type="checkbox"/>	Otras (especifique):

Medio Perceptual

Paisaje y turismo	<input type="checkbox"/>	Zonas con valor paisajístico
	<input type="checkbox"/>	Atractivo turístico
	<input type="checkbox"/>	Recreacional
	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro (especificar): No presenta

Riesgos Naturales e inducidos

Peligro de Deslizamientos	<input type="checkbox"/>	Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia
	<input checked="" type="checkbox"/>	Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	<input type="checkbox"/>	Nulo	La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.
Peligro de Inundaciones	<input type="checkbox"/>	Inminente	La zona se inunda con frecuencia
	<input type="checkbox"/>	Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.
Peligro de Terremotos	<input type="checkbox"/>	Inminente	La tierra tiembla frecuentemente
	<input checked="" type="checkbox"/>	Latente	La tierra tiembla ocasionalmente (está cerca de o se ubica en fallas geológicas).
	<input type="checkbox"/>	Nulo	La tierra, prácticamente, no tiembla.

4.1.3.2. CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Para el presente proyecto se realizara la evaluación del impacto ambiental calificando el proyecto mediante una lista de chequeo y la matriz de Leopold; las dos son una manera rápida y fácil de evaluar el impacto ambiental siendo la primera un método general que analiza el proyecto de una forma integral mientras la segunda nos permitirá evaluar el I.A determinando el orden de importancia de cada acción del proyecto.

4.1.3.2.1. LISTA DE CHEQUEO PARA EVALUAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO.

ALTO		MODERADO	x	BAJO	x
Área protegida		Área de amortiguamiento de área protegida		Áreas intervenidas previamente, no localizadas en áreas protegidas ni de amortiguamiento.	x
Alto índice de biodiversidad (según metodología Holdridge 1978)		Moderado índice de biodiversidad (según metodología L. Holdridge 1978)		Bajo-moderado índice de biodiversidad. (según metodología L. Holdridge 1978)	x
Alto grado de endemismo		Moderado-alto grado de endemismo		Bajo-moderado grado de endemismo	x
Alto riesgo de degradación ambiental, por ejemplo por deforestación.		Moderado riesgo de degradación, por ejemplo por deforestación		Bajo riesgo de degradación ambiental	x
Terreno con pendiente mayor a 35º	x	Terreno con pendiente entre 15º y 35º		Terrenos planos, con pendiente menor a 15º	
Alto riesgo sísmico		Moderado riesgo sísmico	x		
Alta vulnerabilidad a inundaciones.		Zonas rara vez inundadas		Área no inundable	x
Alta vulnerabilidad a deslaves		Zonas que rara vez han sufrido deslaves	x		
				Vegetación intervenida	x
Elevado potencial de erosión	x	Moderado potencial de erosión			
Humedales			x		
Vertientes de agua			x		
Presencia de bosque primario					x
Hábitat con especies en peligro de extinción					x
Zona de alto interés arqueológico		Zona con moderado interés arqueológico		Ningún interés histórico	x
Zona de alto interés antropológico.		Zona de moderado interés antropológico			x
Alto nivel de conflicto social		Moderado nivel de conflicto social	x	Bajo nivel de conflicto social	
				Zona con usos alternativos	x
				Zona con usos relacionados o conformes con los fines del proyecto.	x

Tabla 13-4 Lista de chequeo para la calificación del impacto ambiental

4.1.3.3. MATRIZ DE LEOPOLD.

La matriz de Leopold (ML) fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EE.UU. de 1969. La ML establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

Esta matriz tiene en el eje horizontal las acciones que causan impacto ambiental; y en el eje vertical las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas por esas acciones. Este formato provee un examen amplio de las interacciones entre acciones propuestas y factores ambientales.

El número de acciones que figuran en el eje horizontal es de 100 (Cuadro 1). El número de los factores ambientales que figuran en el eje vertical es de 88 (Cuadro 2). Esto resulta en un total de 8,800 interacciones. En la práctica, sólo algunas de las interacciones involucran impactos de tal magnitud e importancia para justificar un tratamiento detallado.

En cada celda en la que se ha identificado interrelación se dan dos calificaciones la una de magnitud en una escala de 1-10 con signo la segunda calificación es importancia en una escala entre 1-10 sin signo.

Tabla 14-4 importancia y magnitudes

<i>Magnitud</i> 1-10 con signo	<i>Importancia</i> 1-10 sin signo
--------------------------------------	---

Rango	Importancias y Magnitudes
1 a 3	Efectos negativos o positivos bajos.
4 a 7	Efectos negativos o positivos moderados.
8 a 10	Efectos negativos o positivos altos.

La calificación de importancia denota de la importancia relativa del impacto respecto a otro. Los resultados de la matriz de Leopold se dan al realizar las sumas horizontales y verticales de los productos magnitud e importancia.

En base de las sumas horizontales y verticales se determina cual es la acción más perjudicial, más beneficiosa, el factor ambiental más afectado o el factor ambiental menos afectado.

A continuación se presentan en el cuadro 1 y 2 las acciones y factores ambientales listados en la matriz de Leopold.

Tabla 15-4 Matriz de Leopold		
Cuadro 1. Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold.		
ACCIONES • [Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental] •	A. Modificación del régimen	a. Introducción de flora o fauna exóticas
		b. Controles biológicos
		c. Modificación de hábitat
		d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo
		e. Alteración del flujo de agua subterránea
		f. Alteración de patrones de drenaje
		g. Control de ríos y modificación de flujo
		h. Canalización
		i. Irrigación

		j. Modificación del clima
		k. Quema de bosques
		l. Pavimentación
		m. Ruido y vibraciones
	B. Transformación del terreno y construcción	a. Urbanización
		b. Sitios y edificios industriales
		c. Aeropuertos
		d. Carreteras y puentes
		e. Caminos y senderos
		f. Ferrocarriles
		g. Cables y ascensores
		h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores
		i. Barreras, incluyendo cercas
		j. Dragado y enderezamiento de canales
		k. Revestimiento de canales
		l. Canales
		m. Presas y embalses
		n. Muelles, malecones, marinas, y terminales marítimos
		o. Estructuras de altamar
		p. Estructuras de recreación
		q. Perforación y voladura
		r. Corte y relleno
		s. Túneles y estructuras subterráneas
	C. Explotación de recursos	a. Perforación y voladura
		b. Excavación de superficie
		c. Excavación del subsuelo
		d. Perforación de pozos
e. Dragado		

		f. Tala de bosques
		g. Pesca comercial y caza
	D. Procesamiento	a. Agricultura
		b. Ganadería y pastoreo
		c. Plantas de engorde de ganado
		d. Plantas de producción de leche
		e. Generación de energía
		f. Procesamiento de minerales
		g. Industria metalúrgica
		h. Industria química
		i. Industria textil
		j. Automóviles y aeronaves
		k. Refinación de petróleo
		l. Alimentos
		m. Madera
		n. Pulpa y papel
		o. Almacenamiento de productos
	E. Modificación del terreno	a. Control de erosión y terrazas
		b. Sellado de minas y control de desechos
		c. Rehabilitación de minas a tajo abierto
		d. Paisajismo
		e. Dragado de puertos
		f. Drenaje de humedales y pantanos
	F. Renovación de recursos	a. Reforestación
		b. Gestión de vida silvestre
		c. Recarga de agua subterránea
		d. Aplicación de fertilizantes
		e. Reciclaje de residuos
G. Cambios en	a. Red ferroviaria	

	el tráfico	b. Automóviles
		c. Camiones
		d. Transporte de carga
		e. Aviones
		f. Ríos y canales
		g. Botes de placer
		h. Senderos
		i. Cables y ascensores
		j. Comunicación
		k. Tuberías y conductos forzados
		H. Emplazamiento y tratamiento de residuos
	b. Rellenos sanitarios	
	c. Colocación de residuos mineros	
	d. Almacenamiento debajo del terreno	
	e. Eliminación de basura	
	f. Inundación de pozos de petróleo	
	g. Colocación de pozos de petróleo	
	h. Agua de enfriamiento industrial	
	i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación	
	j. Descarga de efluentes municipales	
	k. Lagunas de estabilización y oxidación	
	l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos	
	m. Emisiones de chimeneas al aire libre	
	n. Lubricantes usados	
	I. Tratamientos químicos	a. Fertilización
		b. Deshielo de carreteras
		c. Estabilización de suelos
		d. Control de malezas
		e. Control de insectos con pesticidas

	J. Accidentes	a. Explosiones
		b. Vertidos y filtraciones
		c. Falla operacional
	K. Otros	a. A ser determinado
		b. A ser determinado

Cuadro 2. Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold.			
FACTORES • [Características y condiciones existentes en el medio ambiente] •	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	a. Recursos minerales
			b. Materiales de construcción
			c. Suelos
			d. Forma del terreno
			e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo
			f. Condiciones físicas únicas
		2. Agua	a. Superficial
			b. Océano
			c. Subterránea
			d. Calidad del agua
			e. Temperatura
			f. Recarga
			g. Nieve, hielo y hielo perenne
		3. Atmósfera	a. Calidad del aire (gases, partículas)
			b. Clima (micro, macro)
			c. Temperatura
		4. Procesos	a. Avenidas
			b. Erosión
			c. Deposición (sedimentación, precipitación)
			d. Solución

			e. Adsorción (intercambio iónico)
			f. Compactación y asentamiento
			g. Estabilidad de taludes (deslizamientos)
			h. Esfuerzo-deformación (terremotos)
			i. Movimientos de masas de aire
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	a. Árboles
			b. Arbustos
			c. Pastos
			d. Productos agrícolas
			e. Microflora
			f. Plantas acuáticas
			h. Especies en peligro
			h. Barreras
			i. Corredores
			2. Fauna
		b. Animales terrestres, incluyendo reptiles	
		c. Peces y moluscos	
		d. Organismos bénticos	
		e. Insectos	
			f. Microfauna
g. Especies en peligro			
h. Barreras			
i. Corredores			
C. Factores culturales	1. Uso de la tierra		a. Vida silvestre y espacios abiertos
		b. Humedales	
		c. Bosques	
		d. Pastoreo	

			e. Agricultura
			f. Residencial
			g. Comercial
			h. Industrial
			i. Minería y extracción de materiales
		2. Recreación	a. Caza
			b. Pesca
			c. Navegación por placer
			d. Natación
			e. Camping y caminatas
			f. Salidas al campo
			g. Centros de vacaciones y placer
		3. Interés estético y humano	a. Vistas escénicas
			b. Calidad de vida silvestre
			c. Calidad de espacio abierto
			d. Diseño del paisaje
			e. Condiciones físicas únicas
			f. Parques y reservas forestales
			g. Monumentos
h. Especies o ecosistemas raros y únicos			
i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos			
j. Presencia de elementos raros			
4. Aspectos culturales	a. Patrones culturales (estilo de vida)		
	b. Salud y seguridad		
	c. Empleo		
	d. Densidad de población		

		5. Facilidades y actividades humanas	a. Estructuras	
			b. Red de transporte	
			c. Redes de servicios	
			d. Manejo de residuos	
			e. Barreras	
			f. Corredores	
	D. Relaciones ecológicas			a. Salinización de recursos hídricos
				b. Eutroficación
				c. Insectos vectores de enfermedades
				d. Cadenas tróficas
				e. Salinización del terreno
				f. Aumento del área arbustiva
				g. Otros
	E. Otros			a. A ser determinado
				b. A ser determinado

Tabla 16-4 Matriz de Leopold.

FACTORES AMBIENTALES			C1		C2		C3		C4		C5		O1		O2		M1		
			M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	SUELOS	-3	2	-2	2	-2	1	-2	2	-1	1	-2	1	-2	2	-1	2	-15
		FORMA DEL TERRENO	-1	1	-3	3	-2	2	-2	1	-1	1			-2	2			-11
	AGUA	SUPERFICIAL	-3	3	-1	2			-2	2	-2	1	-3	3	-1	1	-1	2	-13
		CALIDAD DE AGUA	-3	3	-1	2			-2	2	-2	2	-1	3	1	2	-2	2	-10
	ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	-1	1	-3	2	-2	3	-1	1	-2	2							-9
	PROCESOS	EROSIÓN	-2	2	-3	4					-1	2	-3	3	-3	3			-12
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA		-1	2	-1	2	-1	2	-1	1	-1	1			2	2			-3
	FAUNA		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1			2	2			-3
FACTORES CULTURALES	USO DE LA TIERRA	AGRICULTURA						-1	1	-1	1	3	3	2	3	-2	2	1	
	ASPECTOS CULTURALES	PATRONES CULTURALES (Estilo de Vida)					-2	2	-1	1	-1	1			2	1	2	2	0
		SALUD Y SEGURIDAD	-1	1	-2	2	-2	2	-1	2	-1	2	2	2	2	2	2	2	-1
		EMPLEO	4	4	4	4	2	3	3	3	2	2			2	2	3	2	20
	FACILIDADES Y ACTIVIDADES HUMANAS	REDES DE SERVICIO										2	2	2	2	2	1	6	
RELACIONES ECOLÓGICAS	SALINIZACIÓN DEL TERRENO											-2	2	-3	3	-1	1	-6	
			20	24	16	17	17	19	27	16	-156								

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**

C1: Limpieza y desbroce
 C2: Movimiento de Tierras
 C3: Transporte, acarreo y acumulación de materiales
 C4: Ejecución de Estructuras
 C5: Desalojo de Escombros

ETAPA DE OPERACIÓN:

O1: Captación
 O2: Distribución de Caudales

ETAPA DE MANTENIMIENTO:

M1: Limpieza tubería y Reservoirio

Una vez analizadas la lista de chequeo y la matriz de Leopold se puede observar que el proyecto en si presenta pequeñas alteraciones al medio ambiente excepto en el caso del suelo que hay que tener mucho cuidado por ser un terreno con una pendiente inclinada y de

fácil erosión, estos se hacen presentes en su mayoría en la etapa de construcción, y así se pueden generar impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento afectando la calidad del suelo y por ende su producción de cultivos, dando así paso a una disminución en las fuentes de empleo, esto se puede evitar mediante la adecuada capacitación de los usuarios y trabajadores en cada fase del proyecto. De esta manera se lograra dar adecuadas medidas de mitigación adecuadas para los impactos positivos y negativos generados a lo largo de todas las etapas del proyecto.

4.1.4. IMPACTOS AMBIENTALES

Se conoce que cualquier obra de infraestructura origina grandes o pequeños cambios en beneficio de los usuarios, como son los sistemas de riego, que originan tanto impactos negativos como positivos dentro de un ecosistema.

4.1.4.1. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE DISEÑO

Los impactos ambientales negativos que se tienen durante la fase de diseño son las molestias que se ocasionan a los propietarios de los terrenos en los cuales se ingresa para tomar los respectivos datos topográficos, encuestas sobre capacidad económica, tendencia de cultivos, calidad de vida y estudio de las distintas fases y formas de manejo de la obra cuando esta se encuentre en ejecución.

Así mismo tenemos varios impactos que son positivos para el sector donde se va a trabajar, uno de ellos es que podrán tener datos científicos sobre los productos que van a sembrar,

logrando saber cuáles son sus características y que medidas debemos tomar para la maximización de la producción. De tal manera que se preste mayor interés en mejorar el cuidado que se les da a los productos.

4.1.4.2. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Los impactos negativos en el medio ambiente que se sufrirán en esta fase son por causa de la limpieza y dimensionamiento de las melgas que se van a colocar en la zona. Debido a que se deben ingresar los materiales que se emplearan en el sistema como tanques, bombas de agua y demás accesorios, además de la creación de un camino en el cual intervendría el uso de maquinaria pesada, la cual genera ruido, contaminación por gases del motor y el polvo que levanta al trabajar, también otro impacto es la molestia que se causa el momento de realizar una zanja para canalizar el agua empleada en el riego, esto genera una molestia para los usuarios de los caminos ya que impide que lleguen a sus propiedades con la comodidad que tenían.

4.1.4.3. IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA FASE DE OPERACIÓN

En esta fase los impactos positivos serán, mejoramiento de la calidad de los productos agropecuarios al no usar agua contaminada, al mantener la humedad requerida por los productos de esa zona, al mejorar los drenajes de esta manera no se permitirá que se salinice el terreno. Los impactos negativos que se tendrían en esta fase de operación serán

por el descuido del estado de las melgas generando un desperdicio de agua; creando una excesiva saturación de los suelos debido a sobrepasar la necesidad de agua de cada cultivo presente en los terrenos destinados al proyecto, salinización de los suelos debido al exceso de agua en ellos y un lavado de los nutrientes por el escurrimiento de las aguas en los mismos.

4.1.5. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS

El Plan de Manejo Ambiental del Sistema de riego se enmarca dentro de la estrategia de conservación del ambiente, en armonía con el desarrollo socioeconómico de la zona dentro del área de influencia del riego, el mismo que será aplicado durante y después de la ejecución de las obras físicas. Con los conceptos básicos podemos realizar un mejor análisis de Impacto Ambiental que el proyecto puede ocasionar.

La propuesta para el sistema incluye la construcción de reservorios para el almacenamiento en distintos sitios para mejorar el tiempo de distribución, el entubamiento de la conducción y la red de distribución del canal de riego a los diferentes reservorios, los cuales serán cuidadosamente manejados con el objeto de evitar impactos ambientales negativos.

La obra no implicara ningún tipo de daño a la vegetación nativa debido a que las obras que se vayan a realizar se las construirá en sitios donde la intervención del hombre ya ha cambiado la vegetación nativa por productos para su consumo. Con el propósito de

contrarrestar los aspectos que dan origen a la presencia de impactos negativos en el sistema, en fase de construcción, operación y mantenimiento se plantean las siguientes medidas de mitigación.

4.1.5.1. ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:

- ✓ Visitar constantemente a los usuarios para poder brindarles de información relacionada al mantenimiento de las melgas para poder conocer sus inquietudes antes que entren en funcionamiento.
- ✓ Concienciar a los usuarios sobre la importancia de un sistema de riego bien cuidado y abastecido con el agua requerida en el suelo que generan la saturación y la salinización del mismo.
- ✓ Concienciar a los usuarios que la contaminación del agua debido a los químicos que se usan para la fumigación puede generar daños a los terrenos aledaños si no se tiene un adecuado tratamiento.

4.1.5.2. EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN:

- ✓ Las medidas preventivas y de control que se observan a continuación se deben ejecutar y satisfacer para mitigar los impactos ambientales negativos causados por la construcción del sistema de riego, tomando en cuenta aspectos relacionados con la salud pública, pérdida y/o deterioro de recursos naturales renovables.
- ✓ Antes de ejecutar cualquier obra, el contratista someterá para su aprobación un plan en donde indique el proceso que utilizará para controlar la erosión y para deshacerse de los desperdicios.

- ✓ El área de suelo sin cobertura de construcción será restringido a los trabajadores al mínimo para evitar daños en el suelo.
- ✓ Conservación de la flora y vegetación existente, evitando la degradación y la conservación del mismo.
- ✓ Se darán las protecciones debidas a las instalaciones del sistema de riego proveyendo cerramientos y seguridades para evitar que personas ajenas a la operación manipulen la red dañándola o alterando el caudal de la red que está destinado para las melgas dependiendo del cultivo.
- ✓ Para evitar el deterioro del aire durante la construcción del proyecto se recomienda que la tierra que es removida permanezca con adecuada humedad, para evitar la formación de polvo.
- ✓ Para evitar que las actividades económicas del lugar se vean afectadas se deberá llevar un estricto cumplimiento de los cronogramas establecidos, para que las molestias e interrupciones no duren más de lo necesario.
- ✓ Organización de programas de capacitación periódicos, tanto en la etapa de construcción como de operación, para concienciar a los usuarios del uso adecuado del sistema para evitar excesos, mejorando de esta manera sus condiciones de vida.

4.1.5.3. EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO.

- ✓ Mediante el sistema de riego por melgas se deberán diseñar estas con un estricto seguimiento de los datos obtenidos por el INAMHI reducir el peligro de erosión y salinización del terreno para de esta manera asegurar que los productos se encuentren en un estado optimo.

- ✓ Regular la aplicación del agua para evitar el riego excesivo y la saturación de los suelos, incluyendo un control para poder suspender el suministro de agua desde los reservorios o desde la bomba de agua.
- ✓ Para evitar la lixiviación de los nutrientes de los suelos se debe evitar el riego excesivo rigiéndose al los datos obtenidos del programa CROPWAT de necesidades de agua de los cultivos, incorporar materia orgánica al suelo, reemplazando así los nutrientes del suelo con abonos, fertilizantes o la rotación de los cultivos.
- ✓ Se debe realizar un análisis periódico de la calidad del agua, para evitar el deterioro y la contaminación de las mismas que se pueden generar aguas arriba de la captación debido al uso inadecuado de insumos (especialmente pesticidas y fertilizantes químicos.) afectando los cultivos y a una futura salud de los usuarios. De ser así controlar las fuentes de contaminación y un tratamiento periódico de aguas en las zonas de sospecha de contaminación.

4.1.6. CONCLUSIONES

Terminada la evaluación y la calificación del impacto ambiental se ha detectado los siguientes aspectos:

- ✓ Los impactos negativos encontrados no presentan un problema de alto riesgo. Pueden ser superados en su totalidad si se cumplen las medidas de mitigación descritas.
- ✓ Los impactos positivos prevalecen sobre los impactos negativos al ser permanentes puesto que al dotar a de un sistema de riego constante y eficaz mejora la producción y con esto la calidad de vida de los involucrados.
- ✓ La mayor parte de las acciones propuestas en el estudio para mitigar los impactos negativos están encaminados a preservar y proteger el medio ambiente de la zona.

CAPITULO V

5. ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

5.1.1. REPLANTEO Y NIVELACIÓNÓN.

ALCANCE

Esta sección cubre todo lo relacionado con el replanteo de las diferentes obras que constituirán el diseño del sistema de riego.

DEFINICIÓN

Replanteo es la localización de un proyecto en el terreno en base a las indicaciones de los planos y libretas topográficas de los estudios realizados, como paso previo a la construcción.

ESPECIFICACIONES

Este trabajo consistirá en efectuar alguna o todas las operaciones siguientes: ubicación y localización del trazado de las obras manteniendo los datos de los diseños, con las alineaciones y cotas indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción.

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como estación total, nivel, cinta métrica, etc. y por personal técnico capacitado y experimentado en las zonas indicadas en los planos o señaladas por el Fiscalizador.

El Contratista o Director de Obra procederá al replanteo de los ejes de la construcción, utilizando cualquiera de los métodos conocidos y elaborará un cuadro de replanteo que será aprobado por el Fiscalizador.

Considerando que el diseño del sistema de riego para los terrenos, requiere la ejecución de las siguientes obras:

- ✓ Construcción del desarenador.
- ✓ Construcción de las obras de arte e instalación de tubería de 250 mm, 160 mm 110 mm, 90 mm y 50 mm en PVC.
- ✓ Construcción de las obras del tanque reservorio

Los trabajos de replanteo necesarios efectuar serán los siguientes:

CAPTACION

Para el replanteo de las obras de captación se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

Confrontación de las cotas del proyecto, debiendo respetar las cotas indicadas en los planos.

CONDUCCION

Para el replanteo de la línea de conducción, se considerará lo siguiente:

Se deben chequear las cotas en el tramo inicial y final de la línea, así como en cualquier punto indicado como crítico, esto es: puntos altos, puntos bajos y aquellos que requieran de un tratamiento especial (pasos de quebradas, vías, anclajes especiales, muros de sostenimiento, etc.), en la línea de conducción.

Se chequeará conjuntamente con el Fiscalizador, la estabilidad del terreno por donde será instalada la línea de conducción tratando de llevarla por sitios que opongan el menor obstáculo posible. Antes de iniciar la construcción de cualquier tramo el Contratista o Director de Obra con el visto bueno del Fiscalizador definirá el trazado observando los planos del proyecto y recorriendo el terreno.

En la ubicación de tanques rompe presión, válvulas de aire o de desagüe, pasos elevados las cotas serán revisadas cuidadosamente.

En la red de distribución, se tomará en cuenta todos los cruces con obras existentes, tanto superficiales como subterráneas

RESERVORIO

En la ubicación de las estructuras de los tanques reservorios, se verificará las cotas de implantación y se colocará mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número será de 2 por estructura.

GENERALES

El Contratista replanteará las obras a construirse, partiendo de los hitos dejados durante la ejecución de los estudios. Antes de iniciar estos trabajos, el Contratista verificará conjuntamente con Fiscalización la localización de dichos hitos, comprobando las coordenadas y cotas, quedando el cuidado y conservación de los mismos bajo su exclusiva responsabilidad. De no localizarse los hitos el Fiscalizador procederá a la restitución de estos, en base a las libretas topográficas preparadas durante la ejecución de los estudios. El Contratista o Director de Obra mantendrá estacas de niveles fijos y puntos de referencia con sus respectivos croquis, los cuales serán comprobados cualquier momento por el Supervisor y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropriamente ubicada.

Si por efectos de construcción, pueden alterarse las estacas de replanteo, se utilizarán puntos de reposición inmediata que se colocarán lo suficientemente separados del área de construcción.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no se afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.

MEDICION Y PAGO

Los trabajos de replanteo y control topográfico incluida la construcción, colocación y mantenimiento de hitos, estacas, u otras referencias serán pagadas de acuerdo con el siguiente detalle:

- ✓ El replanteo y nivelación de áreas menores a 3000 m², se medirá tomando como unidad el metro cuadrado m² con aproximación de dos decimales.
- ✓ El replanteo y nivelación de áreas mayores a 3000 m², se medirá tomando como unidad la hectárea con aproximación de dos decimales.
- ✓ El replanteo y nivelación de ejes de líneas de conducción y redes de distribución, se medirá tomando como unidad el metro, con aproximación de dos decimales.

5.1.2. DESBROCE Y LIMPIEZA

ALCANCE

Esta sección cubre todo lo relacionado con el desmonte, tala, desbroce, la limpieza, eliminación y disposición final de toda la vegetación, desechos y todos los materiales producto del desbroce y/o limpieza dentro de los límites señalados de todas las áreas en donde se realizarán las obras, excepto de los objetos que se haya especificado que queden

en sus lugares. Este trabajo también incluirá la conservación debida, evitando todo daño o deformación, a toda la vegetación y objetos destinados a conservarse.

DEFINICIÓN

Este trabajo consistirá en efectuar alguna o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, retirar de los sitios de construcción los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de construcción y los bancos de préstamos indicados en los planos o que ordene desbrozar el Ingeniero Supervisor de la Obra.

ESPECIFICACIONES

Todos los objetos en la superficie y todos los árboles, arbustos, tocones, raíces y otras obstrucciones sobresalientes, que no estén destinadas a permanecer en la obra, deberán ser quitados y/o desbrozados. El Fiscalizador establecerá los límites de la obra y especificará todos los árboles, arbustos, plantas y otros elementos que deben conservarse, igualmente señalará los sitios fuera de las zonas destinadas a la construcción, donde se debe colocar toda la materia vegetal proveniente del desbroce.

Las acciones de estas especificaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mecánicamente y se efectuarán invariablemente en forma previa a los trabajos de construcción con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de estos.

En las zonas indicadas en los planos o señaladas por el Fiscalizador se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación, que deba ser eliminada, hasta una profundidad de 30 cm; también se incluye la remoción de las capas de tierra vegetal hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador, así como la disposición en forma satisfactoria al Fiscalizador de todo el material proveniente de la operación de desbroce y limpieza, evitando todo daño o destrucción de la vegetación, plantaciones, fuentes de agua y otros, destinados a conservarse de acuerdo al criterio de la Fiscalización.

La disposición final de los materiales que no son aprovechables, de acuerdo con lo señalado por la Fiscalización, deben ser transportados por el Contratista o Director de Obra a los sitios de depósito señalados por el Fiscalizador, para ser enterrados. No se permitirá el depósito de residuos y escombros en áreas donde sean visibles desde la obra terminada, excepto que se los entierre o esconda de tal manera que no se altere el paisaje.

5.1.2.1. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE DESBROCE Y LIMPIEZA

✓ **Áreas de los trabajos.**

Las áreas de los trabajos, previamente aprobados por la Fiscalización y delimitadas en el replanteo, serán desbrozadas y limpiadas antes de iniciar los trabajos de excavación.

✓ **Áreas adyacentes a las obras y taludes**

En las áreas adyacentes a las obras y hasta los límites que determine la Fiscalización, se efectuarán la limpieza y remoción de los árboles y rocas sueltas que pueden poner en peligro vidas humanas.

En los taludes se procederá a la limpieza, dejando troncos cortados a ras de suelo.

✓ **Áreas sin vegetación**

Donde no exista vegetación o exista roca expuesta, no se efectuará ninguna operación de desbroce y limpieza.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no se afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes.

Medición y pago

El desbroce se medirá tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de dos decimales.

No se estimará para fines de pago el desbroce que efectúe el constructor fuera de las áreas de desbroce que se indique en el proyecto, salvo las que por escrito ordene el Ingeniero supervisor de Obra.

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN.

5.2. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO Y TRABAJOS DE RELLENO.

5.2.1. EXCAVACIÓN.

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a ejecutarse en esta sección comprende el suministro de: mano de obra, equipos, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las excavaciones, los principales trabajos cubiertos en esta sección son los siguientes:

- ✓ Excavación para la cimentación de todo tipo de estructuras como: obra de toma, estructuras del reservorio, cerramientos, tanques rompe-presión y unidades estructurales en general.
- ✓ Excavación para el trazo de melgas.
- ✓ Cualquier otra excavación, a cielo abierto, necesaria para construir las obras objeto del contrato y que lo solicite la Fiscalización.
- ✓ El suministro, transporte y colocación de: entubados, soportes, tablestacados y apuntalamientos temporales que sean necesarios para proteger las superficies de las excavaciones y evitar deslizamientos de materiales que pudieren causar daños a personas u obras existentes o en ejecución.
- ✓ Acarreo y transporte de los materiales excavados hasta 500 m de transporte libre.
- ✓ Protección de las excavaciones.

- ✓ La provisión y construcción de todos los medios necesarios para eliminar el agua de las excavaciones
- ✓ Construcción de drenes.

DEFINICIÓN

Se entiende por excavaciones, en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mampostería, hormigones y otras obras.

En este rubro se trata de toda clase de excavaciones que no sean las de zanjas para alojar tuberías, tales como: excavaciones para drenes, estructuras diversas y cimentación en general.

Además se considerará todo aquello que fuese necesario para desaguar o achicar el agua, entubar o apuntalar.

CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Las excavaciones se clasifican según el tipo de materiales a excavar y tomando en consideración los métodos que se apliquen para ser excavados son las siguientes:

- ✓ Excavación sin clasificar

Incluye todo material que pueda ser excavado y removido a mano o por medios mecánicos, sin uso de explosivos.

- ✓ Excavación en roca

Incluye todo material duro y compacto que puede removerse únicamente con el uso de explosivos, cuñas y otros métodos y todo bloque de roca o canto rodado de un volumen superior a 0,25 m³. El uso y tipo de explosivos para remover la roca o cualquier otro método será aprobado previamente por la Fiscalización.

ESPECIFICACIONES

Antes de iniciar los trabajos de excavación el Contratista o Director de obra realizará el desbroce y limpieza y de ser necesario construirá los drenes necesarios del área de construcción.

El Contratista o Director de Obra deberá notificar con suficiente anticipación el inicio de una excavación, a fin de que se puedan tomar datos del terreno original, para determinar la cantidad de obra realizada.

Los trabajos de excavación dado el volumen de obra y la ubicación del proyecto, deben ser realizados con equipos manuales.

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a los datos del proyecto, esto es dentro de las dimensiones y límites mostrados en los planos o como lo indique la Fiscalización.

Los alineamientos, gradientes y demás dimensiones indicados en los planos serán considerados como requisitos mínimos.

Durante el avance del trabajo y cuando se encuentren inconvenientes imprevistos que tienen que ser superados de conformidad con el criterio de la Fiscalización, se podrán variar las cotas, alineaciones, gradientes o dimensiones de la excavación, indicadas en los planos u ordenar excavaciones adicionales, si los materiales encontrados dentro de los límites de excavación fijados en los planos o en las áreas adyacentes, no son satisfactorios y pueden comprometer el desarrollo normal de los trabajos y la seguridad del personal.

Después de terminar cada excavación, el Contratista debe informar al Fiscalizador, a fin de que apruebe la profundidad de la excavación y la clase del material encontrado.

En ningún caso se excavará tan profundo que la tierra del plano de asiento sea aflojada o removida. El último material a excavar será removido a pico y pala en una profundidad de 0.50 m. dando la forma definitiva del diseño.

Cuando a juicio de la Fiscalización el terreno en el fondo o plano de fundación tenga poca resistencia o sea inestable, se realizará sobre-excavaciones hasta hallar suelo resistente o se buscará una solución adecuada.

Cuando se realice sobre-excavación, se rellenará hasta el nivel requerido utilizando tierra, material granular u otro material aprobado por la Fiscalización; la compactación se realizará con un adecuado contenido de agua, en capas que no excedan de 15 centímetros de espesor y con el empleo de un compactador mecánico.

Los materiales, producto de la excavación, se colocarán temporalmente a los lados de las excavaciones, pero en tal forma que no dificulten la realización de los trabajos.

En general todo el material excavado, en la medida que sea adecuado, deberá ser utilizado como relleno. El excedente se deberá eliminar en forma tal que no perjudique la eficiencia o el aspecto de la construcción.

En las excavaciones con presencia de agua, cualquiera que sea su procedencia, el Constructor tomará las debidas precauciones y protecciones para asegurar la realización de los trabajos.

En lo posible, se evitará la ejecución de excavaciones en tiempos lluviosos, caso contrario los trabajos deben ejecutarse en condiciones que permitan tener permanentemente un drenaje natural de las aguas lluvias.

Para la colocación de los morteros de mamposterías o estructuras de hormigón no habrá agua en las excavaciones hasta después que hayan fraguado los morteros y los hormigones, para lo cual se usará cualquier método de desalojo como canales laterales, drenes, bombeo, etc.

Todas las excavaciones para estructuras de hormigón deben realizarse en seco, a menos que se presenten otras condiciones.

El desalojo de agua de las áreas de cimentación, durante el hormigonado se realizará en forma continua de manera que se tenga la cimentación sin agua, por el tiempo requerido para la colocación del hormigón.

El material, al nivel aprobado para la base de una cimentación directa, se lo limpiará y labrará hasta obtener una superficie firme y que sea horizontal o escalonada de acuerdo a los planos. Cualquier grieta en un lecho de cimentación será limpiada y llenada con lechada de cemento, conforme ordene el Fiscalizador y a costo del Contratista.

MEDICION Y PAGO

Las excavaciones se medirán en m³ con aproximación de un decimal, determinándose los volúmenes en obra según el proyecto.

Las excavaciones a cielo abierto se medirán en el sitio de excavación, conjuntamente entre el Fiscalizador y el Constructor, antes y después de efectuar la excavación, mediante procedimientos topográficos.

Conceptos del trabajo: los rubros que se dan a continuación se medirán en la unidad indicada para su pago

- ✓ Excavación en tierra (en seco) en m³
- ✓ Excavación en tierra (con agua) en m³
- ✓ Excavación en conglomerado (en seco) en m³

5.2.2. RELLENO.

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos a ejecutarse en esta sección comprende el suministro de: equipos, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de los rellenos de las obras contempladas en el proyecto, de acuerdo a lo indicado en los planos, a lo aquí especificado y lo que ordene la Fiscalización, los principales trabajos cubiertos en esta sección son los siguientes:

Rellenos requeridos, para rellenos adyacentes a las estructuras y otros rellenos que indique la Fiscalización.

DEFINICIÓN

El relleno es el conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar, las secciones que fije el proyecto, los vacíos existentes entre las estructuras y las secciones de las excavaciones hechas para alojarlas, o bien entre las estructuras y el terreno natural.

ESPECIFICACIONES

Los rellenos serán realizados, de acuerdo con las líneas, cotas y gradientes, así como con las dimensiones y límites mostrados en los planos, según el proyecto con tierra, grava, arena y cascajo o enrocamiento respectivamente. El material podrá ser producto de las excavaciones efectuadas para alojar la estructura, de otra parte de las obras, o bien de bancos de préstamos, procurándose que el material excavado en la propia estructura, sea utilizado para el relleno.

El material utilizado para la conformación de rellenos, estará libre de troncos, ramas, etc., y de toda materia orgánica. La Fiscalización aprobará el material que se empleará en el relleno.

La formación de rellenos de tierra u otro material se sujetará, según el tipo de relleno, a estas especificaciones.

Los rellenos permanentes a ejecutar sobre terrenos inundados, serán realizados después de drenar y secar estos terrenos, mediante bombas, sub drenes u otros sistemas.

5.2.2.1. RELLENO SIN COMPACTAR

Es el depósito del material con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la que produce su propio peso.

Esta operación podrá ser ejecutada indistintamente a mano o con el uso de equipo mecánico, cuando el empleo de éste no dañe la estructura.

5.2.2.2. RELLENO COMPACTADO

Es el que se forma colocando capas horizontales uniformes y continuas, no mayores de 20 cm con la humedad óptima que requiera el material.

Cada capa será compactada uniformemente mediante el empleo de pisones de mano o neumáticos hasta obtener la máxima compactación.

Se debe suspender la ejecución del relleno, ante la presencia o amenaza de lluvias, para lo cual el Contratista debe conformar la superficie del relleno para facilitar el drenaje.

5.2.2.3. RELLENO DE ESTRUCTURAS

Una vez terminada la estructura, el relleno que se deba colocar adyacente y/o atrás de las estructuras, se lo deberá compactar hasta que llegue a tener la máxima densidad seca. Esta densidad se deberá conseguir, utilizando una apisonadora manual o de acción mecánica controlada manualmente.

El relleno se efectuará por capas con material de relleno seleccionado y, de no señalarse en los planos, con material de relleno permeable.

La compactación del relleno adyacente a las estructuras, no se deberá comenzar antes de que hayan transcurrido 14 días después del vaciado del hormigón o de haberse levantado la mampostería.

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, en capas horizontales uniformes de un espesor no mayor a 20 cm., el espesor mínimo del relleno será de 60 cm. Después se continuará el relleno empleando el producto de la propia excavación colocándolo en capas de 20 cm. Como máximo, la última capa no debe tener en ningún caso rocas o piedras.

El material de relleno se colocará a ambos lados y a lo largo de las estructuras en capas horizontales de espesor no mayor a 20 cm. Cada capa será humedecida y oreada para alcanzar el contenido óptimo de humedad y luego compactada con apisonadores mecánicos aprobados por el Fiscalizador, hasta que se logre la densidad requerida.

Cuando por la naturaleza del trabajo no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándola ligeramente en capas sucesivas de 20 cm. colmándolo y dejando sobre ella un montículo de 15 cm. sobre el nivel natural del terreno o de la altura que ordene el proyecto y/o las órdenes del Fiscalizador.

5.2.2.4. RELLENO PARA FORMACIÓN DE FILTROS O DRENES

Bajo las estructuras que indiquen los planos se ejecutarán rellenos con grava para drenes, siguiendo las líneas, pendientes y espesores indicados en los planos o como lo ordene la Fiscalización, al igual que la granulometría.

Los rellenos con grava, arena o piedra triturada para la formación de drenes o filtros, tendrá la granulometría indicada en los planos.

Estos materiales serán cribados y lavados si fuera necesario. Para la formación de filtros o drenes los materiales serán de origen pétreo, duro, durable y sano, libre de materiales vegetales, grumos y otros materiales indeseables, los cuales serán colocados de tal forma que las partículas de mayor diámetro se coloquen en contacto con la estructura y las de menor diámetro en contacto con el terreno natural, salvo indicaciones en contrario del proyecto.

MEDICION Y PAGO

La medición de los rellenos se efectuará en el sitio de colocación del mismo y una vez que se hayan comprobado los niveles, alineaciones y cuando los rellenos hayan sido previamente aprobados por la Fiscalización.

La formación de relleno se medirá tomando como unidad el m³ con la aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura el volumen de los diversos materiales colocados, de acuerdo con las especificaciones respectivas y las secciones del proyecto.

La medición y pago de los rellenos hechos por el Constructor con el material producto de las excavaciones de estructuras se hará de la siguiente forma:

- ✓ Cuando el material producto de la excavación se utilice simultáneamente a ella para la formación de rellenos compactados dentro de la zona de construcción, dicho trabajo se estimará y pagará al Constructor de acuerdo con el concepto de trabajo Relleno de estructuras, compactado con pisón de mano o neumático, formado con materiales producto de la excavación de estructuras.
- ✓ Adicionalmente a todos los conceptos enunciados anteriormente, se estimará y pagará al Constructor el sobre acarreo del material de excavación utilizado en la formación de rellenos fuera de la zona de construcción, cuando esto sea necesario por condiciones de proyecto, de acuerdo con las estipulaciones del Contrato.

5.3. MAMPOSTERÍA

DEFINICIÓN

Mampostería, es la unión de mampuestos por medio de morteros. Los mampuestos son bloques de forma y tamaños regulares y pueden ser piedras, ladrillos y bloques.

ESPECIFICACIONES

Mampostería de ladrillo (38 x 18 x 7 cm): aplicable a muros de plantas arquitectónicas acotadas a 20 cm.

Se asentarán los ladrillos con su dimensión longitudinal perpendicular al eje del muro.

Las piezas se colocarán humedecidas, en hiladas continuas, con sus juntas verticales alternadas.

Los ladrillos se asentarán sobre un tendal de mortero con una mezcla de una parte de cemento portland y seis partes de arena (1:6), generalmente es de mayor espesor que el que se desee usar en las demás juntas horizontales, normalmente entre 10 y 15 mm.

No se aceptará la obra si hay desviaciones superiores a 20 mm respecto al total del muro, en cuanto a su alineamiento controlado por replanteo, en cada muro.

No se aceptarán variaciones superiores a 2 mm por metro en la horizontalidad de las hiladas.

La mampostería será construida a las líneas y niveles mostrados en los planos.

MEDICIÓN Y PAGO

Las mamposterías de ladrillo serán medidos en metros cuadrados con aproximación de un decimal determinándose la cantidad directamente en obra y en base a lo determinado en el proyecto y las ordenes del ingeniero Supervisor, efectuándose el pago de acuerdo a los precios unitarios del Contrato.

5.4. ENLUCIDOS.

DEFINICIÓN

Es la colocación de una capa de mortero de arena-cemento, en paredes, tumbados, columnas, vigas, etc. con el objeto de obtener una superficie regular, uniforme y limpia.

ESPECIFICACIONES

El enlucido se compone de dos capas de mortero grueso de 1 cm de espesor, 1 capa de mortero fino y una lechada de cemento.

- ✓ Para el mortero grueso se empleará arena de granulación 0-3 mm, en una relación cemento-arena de 1:2.
- ✓ El enlucido fino deberá componerse de arena de granulación 0-1 mm y se aplicará con un espesor de 0,5 cm. La relación cemento-arena será de 1:1.

- ✓ Sobre el enlucido fino se aplicará una lechada de cemento (una parte de cemento y una parte de agua), que se alisará cuidadosamente.

Las superficies de ladrillo y hormigón en paredes, columnas, tumbados, serán enlucidas, según se indique en los planos respectivos.

Las superficies se limpiarán y se humedecerán antes de aplicar el enlucido; serán ásperas y con un tratamiento que produzca la adherencia debida.

Los enlucidos se realizarán en una primera capa con mortero de cemento-arena, cuya dosificación dependerá de la superficie que se vaya a cubrir. La Fiscalización determinará la dosificación del mortero.

La primera capa tendrá un espesor promedio de 1,5 cm de mortero y no excederá 2 cm ni será menor de 1 cm.

Luego se colocará una segunda capa de enlucido y después una pasta de agua y cal apagada o de sementina, o de agua y cemento.

Las superficies obtenidas serán regulares, uniformes, sin fallas, grietas o fisuras y despegamientos que se detecten al golpear con un pedazo de madera la superficie.

Las intersecciones de dos superficies serán en líneas rectas o en tipo "medias cañas", perfectamente definidos; para lo cual se utilizará guías, o reglas niveladas y aplomadas.

En voladizos se trabajará un canal para botar aguas, de 1 cm de profundidad de tipo "media caña" en el borde exterior de la cara interior.

La Fiscalización indicará el uso de aditivos en el enlucido para impermeabilización.

Clases de enlucidos:

- ✓ Liso: la superficie es uniforme, lisa y libre de marcas; las esquinas y ángulos bien redondeados. Se trabaja con lianas o paletas de metal o de madera.
- ✓ Champeado: la superficie es áspera, pero uniforme; puede realizarse con grano grueso, mediano o fino. Se trabaja a mano, con malla o a máquina.
- ✓ Paleteado: La superficie es rugosa, entre lisa y áspera, pero uniforme. Se trabaja con liana o paleta y esponja, escobilla u otros. Puede realizarse con acabado grueso, mediano o fino.
- ✓ Listado o terrajado: La superficie es en relieve o tipo liso; puede realizarse con moldes de madera de latón, con ranura de acuerdo al diseño.
- ✓ Revocado: Las superficies son enlucidas en sus uniones. Antes del revoque se regularizarán los mampuestos y sus uniones. las superficies enlucidas serán secadas al aire y quedarán aptas para recibir la pintura.

Se deberá cuidar que el enlucido permanezca húmedo, durante el tiempo necesario, a fin de evitar grietas de construcción.

MEDICION Y PAGO

Los enlucidos serán medidos en metros cuadrados con aproximación de un decimal. Determinándose la cantidad directamente en obra y en base a lo determinado en el proyecto y las órdenes del Ingeniero Supervisor, efectuándose el pago de acuerdo a los precios unitarios del Contrato

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN

5.5. EXCAVACIÓN DE ZANJAS

DEFINICIÓN

Se entenderá como excavación de zanjas las que se realicen según el proyecto para alojar las tuberías de la línea de conducción, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el re plantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, colocación adecuada y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluyendo igualmente las operaciones que deberá efectuar el constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación, cuando se requiera.

ESPECIFICACIÓN

Trabajo que debe realizarse: El Contratista o Director de Obra adquirirá todos los materiales y mano de obra, herramientas, plantas y equipos requeridos para la excavación y relleno de las zanjas, para las tuberías de la conducción, interconexiones, así como las piezas especiales, válvulas de compuerta, cajas metálicas para válvulas y para la limpieza y evacuación de los materiales excavados sobrantes; todo esto de acuerdo con los planos confeccionados para el objeto, de manera que el trabajo quede completo y listo para la operación.

Planos: La localización y detalles de las tuberías de conducción, interconexiones, están indicados en los planos respectivos.

Zanjas: Se excavarán las zanjas de acuerdo con las alineaciones y gradientes necesarias. La profundidad se ceñirá a lo indicado en los perfiles longitudinales.

Antes de excavar la zanja en un determinado tramo, deberán considerarse los diámetros de las tuberías que vayan en cada una de las interconexiones, para determinar la profundidad de dicha excavación. La profundidad de la zanja será de 1,20 m, para tuberías de diámetro 90 mm y 50 mm.

Para las uniones deberán efectuarse excavaciones adicionales en las cuales quepan las mismas; se procederá igual en caso de anclajes, válvulas, etc.

El lecho de la zanja será uniforme cuando el lecho pase por terreno rocoso, la roca se excavará 10 cm más de la rasante final del canal y este espacio deberá rellenarse con material seleccionado, aprobado por el fiscalizador, de modo de hacer una cama en la cual apoyará el tubo.

Las zanjas para tuberías que lleven agua a baja presión deberán ser excavadas a una profundidad suficiente para asegurar, después de la consolidación del relleno, una profundidad mínima normal de cubierta de 1 m, medido desde la superficie del terreno a la llave de la tubería; donde se requiera que la tubería sea colocada a una profundidad que no permita que esta condición sea satisfecha, la tubería será protegida como se indica en los planos o como proponga el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador.

El material resultante de la excavación será colocado en tal forma que no interfiera al trabajo y el libre movimiento de los peatones.

Cuando aparezcan rocas o molones en la zanja, los lados de ésta deberán ser recortados de tal forma que cuando el tubo sea colocado al nivel y alineamiento correcto, ninguna proyección de roca sobresalga 100 mm fuera de la pared de la tubería en ningún punto.

La base para cimentación de tubería será de material granular de acuerdo al tamaño de la tubería.

Ancho de las zanjas: El ancho de la zanja será lo suficientemente amplio de forma que permita el libre trabajo de los obreros colocadores de tubería.

El ancho mínimo de las zanjas para tuberías, debe ser 0,60 m más el diámetro exterior del tubo sin entibados.

Fondo de la zanja: El fondo de la zanja deberá hallarse limpio y libre de piedras y terrones, de modo que los tubos se apoyen uniformemente sobre el suelo en toda su longitud.

Cuando el fondo de la zanja sea rocoso, se excavará hasta una profundidad mínima de 8 cm por debajo del nivel requerido y luego se la rellenará con tierra o arena perfectamente apisonada, hasta el nivel fijado.

Al hacer la excavación de los cimientos para rompe presiones o cajones medidores de caudal, si el material del suelo es inconveniente o no reúne las condiciones de seguridad, se excavará más de lo proyectado hasta encontrar terreno apropiado y luego se rellenará con material de sub-base hasta la cota prevista en el diseño.

Para cortes superiores a 2 m y de ser necesario, el Fiscalizador puede disponer la conformación de taludes de pendientes adecuada para garantizar la estabilidad de los mismos. Este trabajo se pagará con el mismo costo de la excavación.

Tubos flotantes: Se tomarán todas las precauciones para evitar que la tubería quede flotando, debido al ingreso de agua al interior de la zanja. Y si eso ocurriera, se extraerá la tubería para arreglar y secar la zanja y volver a colocar la tubería en el sitio, una vez reparados los desperfectos.

Material sobrante: Solamente el material excavado necesario para relleno inmediato podrá ser almacenado.

Extracción del agua de las zanjas: Durante todo el período de trabajo, se mantendrán las zanjas secas, excepto durante lluvias excepcionalmente fuertes.

MEDICIÓN Y PAGO

La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el constructor según el proyecto y/o las ordenes del ingeniero supervisor de la obra.

La excavación de zanjas será pagada al constructor a los precios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que señalan en las especificaciones siguientes:

CONCEPTOS DE TRABAJO

La excavación de zanjas le será estimada y liquidada al Constructor de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos de trabajo siguientes:

Excavación de zanjas a mano en tierra en seco, de 0 a 2 metros de profundidad.

5.5.1. RELLENO DE LAS EXCAVACIONES DE ZANJAS.

DEFINICIÓN

El relleno es el conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar, las secciones que fije el proyecto, los vacíos existentes entre las Tuberías y las secciones de las excavaciones hechas para alojarlas.

ESPECIFICACIONES

En general todo relleno se hará lo más rápido posible y se lo continuará hasta llegar al nivel original del terreno, o a la rasante o nivel que indique el Fiscalizador.

El material que se use para relleno estará libre de raíces, cenizas, hojas y todo material inadecuado; tampoco contendrá piedras mayores de 0,20 cm de largo, en el resto del relleno dichas piedras serán distribuidas en tal forma que todos los intersticios queden llenos por material fino.

El material que se use junto a las tuberías será proveniente del subsuelo, será uniforme y libre de piedras y terrones.

Los tubos deberán ser recubiertos con una primera capa de tierra escogida o arena, de 10 cm encima de la clave; el espacio entre el tubo y el talud de la zanja indicados anteriormente; luego irán capas sucesivas de 20 cm de espesor, aproximadamente, debidamente apisonadas, hasta llegar a la parte superior de la zanja. El material para el relleno desde los 10 cm encima de la clave será de tierra fina seleccionada, exenta de piedra u otros materiales duros.

Espesor de las capas: En capas paralelas al nivel final se depositará y distribuirá el material y cubrirá todo el ancho de la zanja. La altura de las capas de material suelto será tal que al apisonarlo, las capas no excedan en 0,20 m. de espesor.

Apisonado: Cada capa será apisonada con las herramientas adecuadas, de manera de evitar asentamientos una vez que se ha terminado el relleno; la superficie de relleno deberá quedar lisa, uniforme y al nivel adecuado.

Limpieza: Tan pronto como el relleno sea terminado, el Contratista o el encargado de la obra quitará todos los materiales sobrantes, las herramientas y las estructuras provisionales serán retiradas de inmediato, y toda la tierra, las ramas, etc., provenientes de excavación y que hayan sobrado, serán desalojadas a un lugar adecuado; el sitio de la obra deberá quedar limpio a satisfacción del Fiscalizador.

MEDICIÓN Y PAGO

La formación de relleno se medirá tomando como unidad el m³ con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará directamente en la estructura el volumen de los diversos materiales colocados, de acuerdo con las especificaciones respectivas y las secciones del proyecto.

5.5.2. BASES Y ANCLAJES DE HORMIGÓN PARA TUBERÍA Y ACCESORIOS.

DEFINICIÓN

Se entenderá por bases y anclajes de hormigón para tuberías y accesorios unas estructuras especiales, tipo cimentación, que sirvan en primer término como apoyos intermedios en tramos largos de tubería o en instalaciones de equipos donde existan accesorios diversos por su peso no puedan quedar suspendidos en dos tramos de tubería y necesiten un apoyo rígido que los sustente; en segundo término servirán para anclar tuberías y accesorios en cambios de dirección de la línea de conducción, las mismas que podrán estar sujetas a velocidades altas del líquido o a grandes presiones hidrostáticas, estos producirán fuerzas capaces de destruir a tuberías y accesorios y por lo tanto necesitarán de estos apoyos que generalmente por su peso y su rigidez les ayudarán a absorber estos esfuerzos.

ESPECIFICACIONES

Las bases y anclajes serán de hormigón simple. En la línea de conducción, todo cambio de dirección que sufra la tubería deberá tener un anclaje adecuado que pueda absorber todos los esfuerzos que allí se produzcan por la presión hidrostática y golpes de ariete cuando estos se desarrollen. Estos anclajes tendrán forma, dimensiones y calidad que señale el Ingeniero Supervisor.

MEDICIÓN Y PAGO

Las bases y anclajes se medirán para fines de pagos en metros cúbicos, con aproximación de un decimal, determinándose la cantidad directamente en obra y en base a lo

determinado en el proyecto y a las órdenes del Ingeniero Supervisor, efectuándose el pago de acuerdo a los precios unitarios del Contrato.

CONCEPTOS DE TRABAJO

Las bases y anclajes de hormigón se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos.

- ✓ Bases o apoyos de hormigón simple 1:3:6
- ✓ Bases o apoyos de hormigón simple 1:2:4
- ✓ Anclajes de hormigón simple 1:3:6
- ✓ Anclajes de hormigón simple 1:2:4

5.5.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PLÁSTICO.

Entiéndase por tuberías de plástico todas aquellas tuberías fabricadas con un material que contiene como ingrediente principal una sustancia orgánica de gran peso molecular. La tubería plástica de uso generalizado se fabrica de materiales termoplásticos.

Dada la poca resistencia relativa de la tubería plástica contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje.

Dado el poco peso y gran manejabilidad de las tuberías plásticas, su instalación es un proceso rápido, a fin de lograr el acoplamiento correcto de los tubos para los diferentes tipos de uniones, se tomará en cuenta lo siguiente:

Uniones soldadas con solventes: las tuberías de plástico de extremos lisos se unirán por medio de la aplicación de una capa delgada de pegante suministrada por el fabricante, previa la formación de una campana en uno de los extremos, se calienta uno de los extremos hasta que se ablande y se introduce luego el extremo frío del otro tubo, dándole a

la vez vueltas en ambas direcciones hasta la formación completa de la campana. Una vez enfriada se limpia primero las superficies de contacto con un trapo impregnado con solvente, luego se aplica una capa delgada de pegante, mediante una brocha o espátula. Dicho pegante deberá ser uniformemente distribuido eliminando todo exceso, si es necesario se aplicarán dos o tres capas. A fin de evitar que el borde liso del tubo remueva el pegante en el interior de la campana formada, es conveniente preparar el extremo liso en la campana dándole una media vuelta aproximadamente, para distribuir mejor el pegante.

MEDICIÓN Y PAGO

Los trabajos que ejecute el constructor para el suministro, colocación e instalación de tuberías para redes de distribución y líneas de conducción de agua serán medidos, para fines de pago, en metros lineales con aproximación de un decimal; al efecto se medirá directamente en las obras las longitudes de tuberías colocadas de cada diámetro y tipo, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del Ingeniero Supervisor.

En la instalación de tuberías quedarán incluidas todas las operaciones que deba ejecutar el constructor para la preparación, presentación de la tubería, bajado a las zanjas que debe realizar para su correcta instalación.

Los trabajos de instalación de las uniones soldadas o de cualquier otra clase, y que formen parte de las líneas de tubería de conducción formarán parte de la instalación de ésta. Los trabajos de acarreo, manipuleo y demás formarán parte de la instalación de las tuberías.

El constructor suministrará todos los materiales necesarios que de acuerdo al proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor deban ser empleados para la instalación, de las redes de distribución y líneas de conducción.

El suministro, colocación e instalación de tubería le será pagada al constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato, de acuerdo a los conceptos de trabajo indicados en la especificación siguiente:

CONCEPTOS DE TRABAJO

La instalación de tuberías de agua hacia los reservorios le será estimada y liquidada al constructor de acuerdo con la tabla de cantidades y precios que consta en el contrato.

5.5.4. LIMPIEZA Y PRUEBAS.

DEFINICIÓN

Se entenderá el conjunto de procesos tendientes a remover partículas que durante la instalación han quedado dentro de los ductos y que mediante lavado deben ser removidos, para posteriormente proceder a probarlos a las presiones indicadas en estas especificaciones.

ESPECIFICACIONES

Limpieza: esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase del lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.

Prueba: estas normas cubren la instalación de la línea de conducción todos sus accesorios como: válvulas y otras instalaciones.

Los tramos a probarse serán determinados por la existencia de válvulas para cerrar los circuitos o por la facilidad de instalar tapones provisionales. Se deberá preferir no incluir

longitudes a probarse mayores de 500 m. Se procurará llenar las tuberías a probarse en forma rápida mediante conexiones y sistemas adecuados.

En las partes más altas de la conducción en los tapones, al lado de las válvulas se instalarán una toma corporación para drenar el aire que se halla en la tubería. Se recomienda dejar salir bastante agua para así poder eliminar posibles bolsas de aire. Es importante el que se saque todo el aire que se halle en la tubería, pues su compresibilidad hace que los resultados sean incorrectos.

La presión correspondiente será mantenida valiéndose de la bomba de prueba por un tiempo no menor de dos horas.

Cada sector será probado a una presión igual al 150% de la máxima presión hidrostática que vaya a resistir el sector. En ningún caso la presión de prueba no deberá ser menor que la presión de trabajo especificada por los fabricantes de la tubería. La presión será tomada en el sitio más bajo del sector a probarse.

Para mantener la presión especificada durante dos horas, será necesario introducir con la bomba de prueba una cantidad de agua, que corresponde a la cantidad que por concepto de fugas escapará del circuito.

La cantidad de agua que trata la norma anterior deberá ser detenidamente medida y no podrá ser mayor que la que consta a continuación:

Fugas máximas permisibles en litros por 24 horas por junta y por cada 25 mm de diámetro del tubo.

Tabla 17-5 Máximos escapes permitidos en cada tramo

PROBADO A PRESION HIDROSTATICA	
Presión de Prueba	Escape en litros por cada 2.5 cm de diámetro por 24 horas y por unión
Atm (kg/cm ²)	
15	0.80 litros
12.5	0.70 litros
10	0.60 litros
7	0.49 litros
3.5	0.35 litros

MEDICIÓN Y PAGO

Toda la serie de trabajos y procesos ejecutados en la prueba de limpieza de sistemas de conducciones y otras, se considerará que están incluidos en el proceso de instalación por tanto no tendrán derecho a pago alguno.

CONCEPTOS DE TRABAJO

Para fines de liquidación y pago los conceptos de trabajo de este rubro, se comprenderá que están incluidos en la instalación.

5.6. OBRAS DE ARTE VARIAS

DEFINICIÓN

Las obras de arte están constituidas por estructuras menores como las que constituyen los: cunetas de coronación, cajones para válvulas utilizados en los diversos trabajos de construcción del sistema de riego.

ESPECIFICACIONES

CUNETAS DE CORONACION

Se entenderá por cuneta de coronación las estructuras destinadas a evacuar las aguas pluviales en defensa de las estructuras y/o tuberías, evitando que los materiales de arrastre, especialmente los que se produzcan a las crecientes, destruyan o deterioren la tubería los mismos.

Se construirán en donde lo señalen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor.

La forma y dimensiones de las cunetas de coronación estarán de acuerdo a lo que se indique en los planos y/o el Ingeniero Supervisor.

Las excavaciones se limitarán a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor en lo referente a cotas y dimensiones.

Los encofrados se sujetarán a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor y la utilización de los mismos en obra estará supeditada a la aprobación por parte del Ingeniero Supervisor.

Los hormigones se dosificarán o diseñarán para alcanzar las resistencias propuestas en los planos y una vez vertidos en los encofrados alcanzarán las formas indicadas en los planos.

Las bases para el asiento de la cuneta alcanzarán la altura propuesta en los planos debiendo conservarse las pendientes previstas para el desagüe según el diseño propuesto.

Los rellenos se localizarán en las partes que indiquen el proyecto y/o el Ingeniero Supervisor.

CAJONES PARA VALVULAS

Se entenderá por cajón de válvulas aquellas estructuras destinadas a alojar y defender a estos dispositivos de posibles agentes externos, sean mecánicos o ambientales, que tiendan a su destrucción.

Las excavaciones se sujetarán tanto en cotas como en dimensiones a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor.

Los encofrados se sujetarán en dimensiones a lo que se indique en los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor. Previamente a la utilización en obra, estos serán aprobados por el Ingeniero Supervisor.

Los hormigones se diseñarán o dosificarán de acuerdo a las necesidades del proyecto y una vez vertidos en los encofrados alcanzarán la dimensión propuesta en el proyecto.

La mampostería se ejecutará acorde con dimensiones que se indiquen a los planos del proyecto y/o Ingeniero Supervisor.

Los rellenos se ejecutarán hasta alcanzar los niveles indicados en los planos.

CAJONES ROMPE PRESION

Se entenderá por cajón rompe presión la estructura en la que una conducción forzada descarga el líquido que lleva, para ponerlo en contacto con la presión atmosférica.

La localización se realizará en los sitios donde lo señalen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor, respetándose estrictamente estas indicaciones, especialmente en lo referente a cotas.

Las excavaciones se realizarán de acuerdo a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor en lo referente a dimensiones y cotas.

Los encofrados serán de las dimensiones que consten en los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor. Previamente a su utilización en obra, deberán ser aprobados por el Supervisor.

Los hormigones se dosificarán o diseñarán de acuerdo a los requerimientos del proyecto. Una vez vertido este en los encofrados, estos deberán alcanzar las formas requeridas.

La mampostería se ejecutará de acuerdo a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor, en lo referente a cotas y dimensiones.

El suministro y colocación de las tapas sanitarias, se sujetarán a lo que se indique en las especificaciones.

Los rellenos alcanzarán las dimensiones y cotas que se indiquen en los planos del proyecto y/o el Ingeniero Supervisor.

MEDICIÓN Y PAGO

Para excavaciones la unidad de medida será metros cúbicos y la cantidad de obra ejecutada será estimada con un decimal de aproximación. El pago se hará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato y a la cantidad estimada de obra.

Para encofrados la unidad de medida será el metro cuadrado. La cantidad de obra realizada se estimará con un decimal de aproximación. El pago estará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato y la cantidad de obra realizada.

Para hormigones la unidad de medida de este rubro será el metro cúbico y la cantidad de obra realizada será estimada con un decimal de aproximación. El pago se hará de acuerdo a la cantidad de obra realizada y al precio unitario estipulado en el contrato.

Para mampostería la unidad de medida será el metro cuadrado y la cantidad de obra estimada y al precio unitario estipulado en el contrato.

Para enlucidos la unidad de medida será el metro cuadrado y la cantidad de obra realizada será estimada con un decimal de aproximación. El pago se hará de acuerdo al precio unitario estipulado en el contrato y a la cantidad de obra realizada.

Para rellenos la unidad de medida será el metro cúbico y la estimación de la cantidad ejecutada será estimada con un decimal de aproximación. Para fines de pago se considerará el precio unitario estipulado en el contrato y la cantidad de obra ejecutada.

CONCEPTOS DE TRABAJO

Excavaciones realizadas por el constructor y que para fines de liquidación serán tomadas en cuenta alguno o algunos de los conceptos de trabajo.

Encofrados ejecutados por el Constructor y que para fines de liquidación estarán sujetos a alguno o algunos de los conceptos de trabajo.

Obras de hormigón ejecutadas en uno o más de sus clases y que para fines de pago estarán sujetas a los conceptos de trabajo desarrollados.

Obras de mampostería ejecutadas en una o más de sus clases. Para fines de pago se tomará en cuenta los conceptos de trabajo desarrollados.

Ejecución de enlucidos en sus diversas formas y calidades y para su pago se referirá a los conceptos de trabajo desarrollados.

Suministro y ejecución de la instalación de tuberías y accesorios. Para fines de pago se referirá a los conceptos de trabajo desarrollados.

Los rellenos para su ejecución y para fines de pago se referirán al los conceptos de trabajo desarrollados.

5.7. INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS.

DEFINICIÓN.

Se entenderá por instalación de válvulas y accesorios para tubería el conjunto de operaciones que deberá realizar el constructor para colocar según el proyecto, las válvulas y accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

ESPECIFICACIONES.

El constructor proporcionará las válvulas, piezas especiales y accesorios para las tuberías del sistema de conducción hacia los reservorios que se requieran según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor, así como suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas y accesorios.

Las uniones, válvulas, tramos cortos y demás accesorios serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación el Ingeniero Supervisor inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación.

Antes de su instalación las uniones, válvulas y accesorios deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura. Aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente el tendido de un tramo de tubería se instalarán los nudos de dicho tramo. Colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres de esos nudos.

Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

Las válvulas deberán anclarse en hormigón, de acuerdo con los diámetros y presión en los casos que se especifique en el diseño.

Las cajas de válvulas se instalarán colocando las bases de ellas centradas sobre la válvula, descansando sobre mampostería de ladrillo y relleno compactado o en la forma que específicamente señale el proyecto, debiendo su parte superior colocarse de tal manera que el extremo superior, incluyendo el marco y la tapa quede al nivel del pavimento o el que señale el proyecto.

Previamente a su instalación y prueba a que se sujetarán junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales y accesorios se sujetarán a pruebas hidrostáticas individuales con una presión igual al doble de la presión de trabajo de la tubería a que se conectarán, la cual en todo caso no deberá ser menor de 10 kg/cm².

5.7.1. VÁLVULAS.

Las válvulas se instalarán de acuerdo a la forma de la unión de que vengan provistas, y a los requerimientos del diseño. Las válvulas de compuerta podrán instalarse en cualquier posición, dependiendo de lo especificado en el proyecto y/o las órdenes del Ing. Supervisor. Sin embargo si las condiciones de diseño y espacio lo permiten es preferible instalarlas en posición vertical.

5.7.2. TRAMOS CORTOS.

Para la instalación de tramos cortos se procederá de manera igual que para la instalación de tuberías de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones pertinentes.

Se deberá tener especial cuidado en el ajuste de las uniones y en los empaques de estas a fin de asegurar una correcta impermeabilidad.

Los tramos cortos se instalarán precisamente en los puntos y de manera indicada específicamente en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor.

Los tramos cortos que sirvan de pasa muros se instalarán adecuadamente antes de la construcción de los muros

5.7.3. TEES, CODOS, TAPONES.

Para la instalación de estos elementos considerados genéricamente bajo el nombre de accesorios se usan por lo general aquellos fabricados de hierro fundido, galvanizado o del material de que están fabricadas las tuberías.

Los accesorios para la instalación de líneas de conducción se instalarán de acuerdo a las uniones de que vienen provistas. Se deberá profundizar y ampliar adecuadamente la zanja para la instalación de los accesorios.

Se deberá apoyar independientemente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará éstos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor.

5.7.4. BOCAS DE CAMPANA, CERNIDEROS Y REDUCCIONES.

La instalación de estos elementos se hará precisamente con los niveles y lineamientos señalados en el proyecto.

Se deberá tener especial cuidado con la instalación de las reducciones excéntricas, comprobándose que queden exactamente colocadas de acuerdo a lo señalado en el proyecto.

MEDICIÓN Y PAGO.

La colocación de válvulas y cajas válvulas se medirá en piezas al efecto se contará directamente en la obra, el número de válvulas de cada diámetro y cajas de válvulas completas instaladas por el Constructor, según lo indica en el proyecto.

La colocación de tramos se medirá en metros lineales con aproximación de un decimal.

La colocación de piezas especiales y accesorios de PVC se medirán en piezas y al efecto se contará directamente en la obra, el número de piezas de cada tipo y diámetro instaladas por el Constructor, según el proyecto.

No se estimará para fines de pago la instalación de válvulas, accesorios, piezas especiales que no se hayan hecho según los planos del proyecto y/o las órdenes del Ingeniero Supervisor.

En la instalación de válvulas, accesorios y más piezas especiales se entenderá el suministro, la colocación, la instalación y las pruebas a que tengan que someterse todos estos elementos.

El suministro de los materiales que se requieran para la formación de las bases de las cajas-válvulas, de los apoyos para los accesorios y la mano de obra para construirlos, quedarán incluidos en los precios unitarios correspondientes a los conceptos de trabajo respectivos.

El suministro, colocación e instalación de válvulas, piezas especiales y accesorios le será estimado y liquidado al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato para los conceptos de trabajo siguientes:

- ✓ Instalación de accesorios en general: Tees, codos, reductores, tapones, de PVC.
- ✓ Instalación de accesorios en general: válvulas, Tees, codos, reductores, tapones, de HG.

5.8. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.

ALCANCE

Esta sección cubre todo lo relacionado con la construcción de los tanques de reserva que constituirá el sistema riego.

DEFINICIÓN.

Se entenderá por tanque de reserva para almacenamiento aquella estructura destinada a almacenar un determinado volumen de agua cuyos fines principales serán: compensar variaciones de consumo y ciertas contingencias, incluirá la cámara de válvulas y la instalación de accesorios.

ESPECIFICACIONES.

La localización de estas estructuras se hará estrictamente siguiendo lo que indiquen los planos y/o el Ing. Supervisor pues generalmente en función de esta localización está el que la distribución, tenga presiones razonables de servicio.

La ejecución del reservorio, se sujetará estrictamente a las formas y dimensiones que se indiquen en los planos del proyecto para obtener el volumen requerido y serán construidos por personal que tenga experiencia en construcciones y de preferencia en este tipo de tanques.

El reservorio debe construirse en terreno firme y seco y las excavaciones se realizarán de acuerdo a lo que indiquen los planos del proyecto y/o el Ing. Supervisor en lo que a dimensiones y cotas se refiera, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

5.8.1. EMPLAZAMIENTO DEL TANQUE.

El reservorio se emplazará en terreno preferentemente seco y de buena resistencia, entre 1.5 kg/cm² a 2.0 kg/cm², luego se procederá a desbrozar y limpiar el terreno, también se retirará la capa vegetal comprendida dentro del área de construcción del reservorio. Las actividades anteriormente indicadas, se sujetarán a lo estipulado en las especificaciones correspondientes.

5.8.2. REPLANTEO.

Se localizará el reservorio, de acuerdo a las indicaciones de los planos respectivos, midiendo y señalando en el terreno una dimensión mayor en 2 metros al largo y ancho del reservorio proyectado o según indicaciones del Ingeniero Supervisor.

5.8.3. EXCAVACIÓN.

Se excavará el área replanteada hasta encontrar suelo resistente, procediendo luego a nivelarlo.

Luego se señalará el perímetro del tanque a construirse.

En el sitio de salida, desagüe y desborde, se excavará un volumen de 80 cm x 80 cm. y 60 cm de profundidad.

5.9. OTROS

La cámara de válvulas será construida de acuerdo con los planos. Con paredes de hormigón simple, con piso de hormigón simple y losa de tapa de hormigón armado, con tapa sanitaria, será enlucido exteriormente y con impermeabilizante en el interior, será construido con un re plantillo

La instalación de válvulas y accesorios se realizará en los sitios donde indiquen los planos del proyecto y/o el Ing. Supervisor respetando estrictamente lo concerniente a cotas.

MEDICIÓN Y PAGO.

Los reservorios para almacenamiento se medirán para fines de pago en unidades de cada uno de los rubros, determinando directamente en obra y en base a lo determinado en el proyecto y a las órdenes del Ing. Supervisor, efectuándose el pago de acuerdo a los precios establecidos en el Contrato.

5.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ALCANCE

En este capítulo constan los materiales a ser utilizados en la construcción del sistema de riego.

Todos los materiales a ser empleados en la obra, bajo este contrato, serán suministrados por el Contratista, en conformidad razonablemente con todos los requisitos sobre calidad señalados en el contrato, debiendo cumplir con los requisitos aquí especificados, debiendo ser de los mejores de sus respectivas clases y satisfactorios a la entidad Contratante.

No se utilizará material alguno cuya calidad no haya sido comprobada previamente, para un uso similar durante un período suficientemente largo para demostrar la bondad de su servicio.

El Contratista suministrará, muestras de los materiales a ser utilizados, para su inspección y ensayos.

Los materiales deberán ser suministrados solamente de fuentes aprobadas.

CALIDAD DE LOS MATERIALES.

Para los trabajos de albañilería, los materiales serán de primera calidad dentro de su especie, naturaleza y procedencia.

Los constructores estarán obligados a someter los materiales a la aprobación de los Fiscalizadores de la entidad contratante.

Los materiales se sujetarán a las reglamentaciones de las normas: INEN, AWWA, ISO, ASTM, en especial los que a continuación se indican:

5.11. LADRILLO.

Cualquiera que sea el tipo de ladrillo a usarse será aprobado por la Fiscalización y cumplirá con las siguientes características: forma regular con caras planas y paralelas, cocción y color uniforme.

Los ladrillos fabricados a mano tendrán un coeficiente medio de ruptura a compresión de 70 kg/cm² y para una muestra cualquiera, el coeficiente mínimo de ruptura será de 50 kg/cm².

Los ladrillos prensados tendrán un coeficiente medio de ruptura a la compresión de 120 kg/cm² y para una muestra cualquiera el coeficiente a la ruptura no será inferior de 100 kg/cm².

Los ladrillos huecos cumplirá con la especificación anterior, y los valores se obtendrán con el área total del ladrillo, sin descontar el área de huecos.

5.12. MATERIALES TANQUE DE FERROCEMENTO.

Arena: Debe ser limitada su granulometría por el tamiz 4 (4.75 mm), sin descuidar de la presencia de material vegetal, limos, arcillas, etc. El módulo de finura que utilizada la arena debe estar entre 2.4 a 2.6

Cemento: Se utilizará cemento Portland tipo IE

Agua: Limpia PH 7 libre de aceite y material orgánico o ácido.

Aditivos: Se podrá utilizar cualquier tipo de aditivo únicamente restringiendo su uso a aditivos con excesos de cloruros en su composición.

Malla Hexagonal: Tiene una resistencia a la fluencia de 500 Kg/cm², con ello se reduce sección en la placa, rapidez del armado del esqueleto y muy buena distribución del refuerzo estructural.

Alambres: Se refieren al alambre galvanizado No. 10, 12

5.13. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TUBERIAS, Y ACCESORIOS.

ESPECIFICACIONES

Para los fines de las presentes especificaciones, "Proveedor" es quien provee los materiales de construcción que son materia de la presente especificación y, "Contratista", es quien los utiliza para la ejecución o construcción de las obras.

El Proveedor y el Contratista serán responsables por el cumplimiento y provisión de todas las medidas de seguridad que constan en las presentes especificaciones. El proveedor coordinará con el contratista las acciones que sean necesarias para el fiel cumplimiento de la presente reglamentación.

Responsabilidades del contratista. El Proveedor se encargará del suministro, de los ensayos en la fábrica y de garantizar que las tuberías hacia los reservorios, con sus piezas de conexión, piezas especiales, válvulas y accesorios, sean adecuados para las condiciones de trabajo y estén de acuerdo con las presentes especificaciones, con los documentos técnicos del proyecto y con los otros documentos contractuales.

El Contratista someterá a la aprobación de la fiscalización el tipo, clase, materiales y otras características de las tuberías, válvulas y accesorios a ser suministrados.

Calidad de los materiales. La calidad de todos los materiales a utilizarse en la fabricación de tuberías, válvulas y accesorios a suministrarse será la mejor y a satisfacción de la fiscalización. El Proveedor garantizará la calidad de todos los elementos objeto del suministro.

En todos los casos en los que se citen especificaciones publicadas por diversas instituciones, se entenderá que la calidad especificada es la mejor y la que resulta de aplicar la más exigente de esas especificaciones.

Presentación y aprobación de datos. El Proveedor a través del Contratista, de requerirlo el Fiscalizador, enviará para su revisión general y aprobación, copias de sus programas de fabricación, y cualquier otro dato, diseño o información aquí estipulada o que se juzgue necesario.

El objeto de la revisión y aprobación de los programas de trabajo es determinar si los materiales a suministrarse están de acuerdo con los requisitos de las especificaciones y con la propuesta. Dichas aprobaciones no relevarán al proveedor de su responsabilidad en cuanto a dimensiones y detalles de los elementos que deberá suministrar y en cuanto a la coordinación necesaria para tal suministro. Estas revisiones y aprobaciones en ninguna forma modificarán los requisitos del contrato, no relevarán al proveedor de las responsabilidades estipuladas en las bases de contratación.

Interferencias con otros servicios. El Contratista cooperará ampliamente con la entidad Contratante o la Junta, para lo cual le informará oportunamente su programa de trabajo, obtendrá los permisos y autorizaciones necesarios y adelantará su trabajo de tal manera que

no se cause interferencia alguna con otros contratos, con otros servicios públicos, ni con el tránsito de vehículos y peatones en las vías públicas y dentro del área de la obra.

Interpretación de las especificaciones. En todos los casos en que se requiera una interpretación o evaluación de las especificaciones, en cuanto a la adecuada calidad de los materiales, se remitirá el problema a la entidad Contratante, para su decisión al respecto. Todas las pruebas que se hagan para determinar la calidad de los suministros y de los ensayos de los materiales serán hechos por el proveedor a su costo, bajo la supervisión de la fiscalización.

Remoción de materiales rechazados. El proveedor removerá del área del trabajo, por su cuenta y dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de haber recibido la notificación escrita, todos los materiales rechazados, por no ser satisfactorios o por que en alguna forma no están de acuerdo con las especificaciones y los planos.

Así mismo, reparará y sustituirá cualquier material que se dañe como resultado de esta remoción. Los bienes importados, de existir, que por cualquier causa fueran rechazados por la fiscalización, serán retornados a su lugar de origen bajo la responsabilidad y costo del proveedor.

Sustitución de materiales. Donde quiera que en estas bases se especifique un artículo o alguna clase de suministro por marca de fábrica o por el nombre de alguna patente, el fabricante o comerciante, se entenderá que se está requiriendo o especificando tal artículo o material o cualquier otro de igual calidad, terminación y durabilidad, que proveerá igual servicios para el uso que se desea.

Precauciones de seguridad. El proveedor conducirá su trabajo con todas las precauciones de seguridad necesarias para evitar accidentes a su personal, a los de la Junta, al autorizado para visitar e inspeccionar la obra, y al público en general. Se regirá en sus operaciones por

las normas establecidas en las leyes, reglamentos u ordenanzas locales en vigencias, y en las especificaciones de seguridad para la salud de los trabajadores.

El Contratista estará obligado a elaborar los planos de montaje de tubería, a base del diseño de los consultores y a las necesidades de cada una de las unidades que forman el proyecto, las mismas que deberán ser aprobadas por el Fiscalizador, previa a la ejecución de los trabajos.

El fiscalizador exigirá al Contratista todas las pruebas que se requieran para probar la bondad del suministro, aunque las mismas no se mencionen explícitamente en estas especificaciones.

Todas las tuberías, válvulas y accesorios deberán ser nuevos y sin uso; deberán tener una marca de fábrica legible, relativa al tipo y grado del material.

5.13.1. TUBERÍAS DE PRESIÓN DE CLORURO DE POLIVINILO PVC.

DEFINICIÓN

Esta tubería de poli cloruro de vinilo PVC., está constituida por material termoplástico que se fabrican a partir de resinas de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. Como relleno se permite la adición de carbonato de calcio en una proporción no mayor de 6 a 100. El proceso de fabricación de los tubos es por extrusión. Los accesorios se obtienen por inyección de la materia prima en moldes metálicos.

Las tuberías de PVC, se definen por los siguientes parámetros:

- ✓ Diámetro nominal: Diámetro exterior de tubo, en milímetros, mayor al diámetro interior, sin considerar su tolerancia, que servirá de referencia en la identificación de los diversos accesorios y uniones de una instalación

- ✓ Presión nominal: Es el valor expresado en Mpa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo transportando agua a 20° C.

- ✓ Presión de trabajo: Es el valor expresado en Mpa, que corresponde a la presión interna máxima que puede soportar el tubo considerando las condiciones de empleo y el fluido transportado.

ESPECIFICACIONES

La tubería a utilizarse en el proyecto, es del tipo espiga campana, con unión de cemento solvente, entre las siguientes presiones de trabajo: 0,63 MPa y 1,25 MPa.

Esta especificación se refiere al suministro de tuberías de presión de PVC. Toda tubería y elemento a suministrarse bajo esta especificación, cumplirá con los requisitos de las siguientes normas:

ASTM D2241: Standard, Specification for Polyvinyl Chloride (PVC) Plastic Pipe (SDR-PR)"; y las siguientes:

Normas INEN: 504, 506, 507, 508, 1333, 1367, 1368, 1369, 1371, 1372 y 1373.

El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías de PVC para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla 1 de la norma INEN 1373.

En general las tuberías y accesorios de PVC para presión deberán cumplir con lo especificado con la norma INEN 1330.

Las dimensiones de la campana para unión con cementos solventes deben estar de acuerdo con la norma INEN 1330.

El cemento solvente que va a utilizarse no deberá contener una parte mayoritaria de solvente que aumente la plasticidad del PVC.

Se debe tener en cuenta que el PVC y el hormigón no forman unión, por esta razón, estos pasos deben sellarse en forma especial.

Se permiten ligeros cambios de dirección para obtener curvas de amplio radio. El curvado debe hacerse en la parte lisa de los tubos, no en las uniones, porque estas no permiten cambios de dirección. El curvado debe efectuarse después del tiempo mínimo de fraguado de la unión.

Los tubos de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes son 6m.

El material PVC empleado en la tubería y otros elementos, no deberán contener ingredientes que al desprenderse en el agua de consumo sean considerados tóxicos. El material PVC deberá ser aprobado y certificado como apropiado para su uso en redes de riego, según las normas INEN 1372 y 1373.

Tolerancias de fabricación: Los tubos serán de la mayor longitud que permita su diámetro. Tolerancias y variaciones en cuanto a dimensiones y espesores cumplirán con las especificaciones AWWA, Designación C-900, ASTM D 2241 o INEN 1373.

Sistemas de unión: Los sistemas de unión de los tubos entre sí o de estos con los demás accesorios de las conducciones, se harán mediante el tipo espiga campana en sus extremos para diámetros soldada.

Las tuberías deberán ser de material homogéneo, sección circular, espesor uniforme, dimensiones y espesores de acuerdo con la Norma INEN 1373. La superficie cilíndrica interior de los tubos será lisa y uniforme. La tubería no deberá tener defectos tales como: grietas, abolladuras y aplastamientos.

Accesorios: Los accesorios para los diferentes tipos de tubería podrán ser de PVC, fabricados por moldes a inyección o a partir del tubo y su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo, igual a la de los tubos que conectan.

Tubería de PVC Espiga-Campana: Esta tubería está constituida por material termoplástico compuesto de cloruro de polivinilo, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes, la adición de estabilizantes deberá ser tal que garantice la imposibilidad de exceder los límites establecidos por las normas de calidad de agua.

Junta espiga-campana: Para efectuar este tipo de junta, el diámetro interior de la campana corresponderá al diámetro exterior de la espiga. Esta unión podrá realizarse con pegante de presión, soldadura con solvente. Los pegamentos deberán tener características de aceptabilidad comprobada y de efectos no tóxicos para la salud. La unión realizada con espiga-campana deberá garantizar un perfecto acople mecánico así como una adecuada impermeabilidad que evite las fugas de agua fuera de las normas establecidas.

Accesorios PVC de campana: Consisten en codos, tees, cruces, reductores, adaptadores, uniones y tapones. Los diámetros interiores de los accesorios corresponderán a los diámetros exteriores de las tuberías, sus superficies internas y externas serán lisas y libres de defectos. Los accesorios serán circulares, y sin achatamientos o alargamientos en sus

diámetros. Los accesorios garantizarán una perfecta unión mecánica y una adecuada estanqueidad. Se designarán por sus diámetros nominales y deberán resistir las presiones especificadas para las tuberías, y cumplirán las normas INEN 1373.

5.13.2. TUBERÍAS DE HIERRO GALVANIZADO

DEFINICIÓN

Esta tubería de hierro galvanizado está construida por hierro maleable, que es un material intermedio entre el hierro fundido y el acero. La protección contra la corrosión se efectúa mediante el proceso de galvanización.

Los accesorios de hierro galvanizado igual que las tuberías estarán contruidos de hierro maleable y la protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanización.

Las tuberías y accesorios de HG, se define por el siguiente parámetro:

Diámetro nominal: Diámetro exterior de tubo, en pulgadas, sin considerar su tolerancia, que servirá de referencia en la identificación de los diversos accesorios y uniones de una instalación.

ESPECIFICACIONES

Esta especificación se refiere al suministro de tuberías de presión de HG.

El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías de PVC para presión deben cumplir con lo especificado en la norma ASTM A 197, y con las especificaciones de piezas “estándar” cuya resistencia a la presión hidráulica interna puede llegar de 8,80 a 12,50 Kg/cm²

Se debe tener en cuenta que el HG y PVC no forman unión, por esta razón, estos pasos deben sellarse en forma especial.

La protección de la superficie tanto exterior como interior de los tubos y accesorios deberán tener una capa homogénea de zinc que las cubrirá completamente y no presentarán ningún poro, por el proceso de inmersión, deberán tener un depósito de zinc de 610 g/m² equivalente a un espesor de 0,085 mm, las obtenidas por electrolisis deberán tener 325 gr/m², equivalente a 0,04527 mm de espesor.

Los tubos de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes son de 6m.

Cada tubo deberá ser razonablemente recto y exento de rebabas en las partes roscadas, así como de rugosidades.

Cada tubo y accesorio de HG deberá estar roscado en sus extremos de tal manera que el número de hilos por cada 25,4 mm corresponde a la especificación de piezas estándar.

Sistemas de unión: Los sistemas de unión de los tubos entre sí se efectuarán mediante uniones de HG, roscadas interiormente, la unión entre tubería y accesorios se harán mediante roscas.

Las tuberías deberán ser de material homogéneo, sección circular, espesor uniforme, dimensiones y espesores de acuerdo con la Norma ASTM A197. La superficie cilíndrica interior de los tubos será lisa y uniforme.

Los tubos con diámetro nominal menor o igual que 38 mm el diámetro exterior en cualquier punto no sufrirán variación mayor de 0,34 mm en más, ni mayor de 0,8 mm en menos del especificado.

Los tubos con diámetro nominal mayor o igual que 50 mm el diámetro exterior en cualquier punto no sufrirá variación ni en más ni en menos del 1% del diámetro especificado.

La tubería no deberá tener defectos tales como: grietas, abolladuras y aplastamientos.

No se permitirá el doblado de la tubería, para este efecto se utilizarán codos.

5.14. VÁLVULAS.

GENERALIDADES

Se requerirán en el proyecto válvulas de compuerta y válvulas de aire.

Las válvulas de diámetro nominal menor que 60 mm tendrán un cuerpo de bronce con extremos roscados o lisos, de acuerdo con lo que señalan los planos y deberán sujetarse a lo dispuesto en las respectivas normas ISO o de la AWWA.

5.14.1. VÁLVULAS DE COMPUERTA.

DEFINICIÓN

Son válvulas de seccionamiento para interrupción total de flujo.

ESPECIFICACIONES

Las válvulas de compuerta serán de stock y nuevas con respecto a sus materiales. Las válvulas tendrán caja de bronce, con montaje total de bronce ASTM B62, doble disco y

caras paralelas. Se abrirán con un movimiento contrario al de las manecillas del reloj. Serán de extremos lisos para acoplarse directamente a la tubería de PVC, mediante uniones GIBAULT o adaptadores. Serán de extremos roscados para acoplarse a la tubería de HG. Todas las válvulas serán de vástago estacionario de 50,8 a 23,2 mm, inclusive para usarlas en tubería instalada horizontalmente, llevarán tuercas de operación cuadro o dado de 56,8 mm por lado.

Los mecanismos internos de las válvulas, sobre todo los vástagos y compuertas deben soportar un torque de 200 lbs.-pie mínimo hasta de 100mm de diámetro.

Estarán diseñadas para resistir las presiones fijadas para las tuberías.

Llevarán marcadas en relieve los siguientes datos: marca, diámetro nominal y presión de trabajo.

Todas las válvulas deberán ser probadas hidrostáticamente durante un período de 30 minutos a 1½ veces la máxima presión de trabajo.

5.14.2. CAJAS DE HF PARA VÁLVULAS.

DEFINICIÓN

Es el accesorio que permite el alojamiento en su interior de válvulas para su operación y protección de la intemperie.

ESPECIFICACIONES

Las cajas de válvulas deben ser de hierro fundido con acabados de buena calidad.

La caja válvula estará formada por dos elementos, un anillo al que en la parte superior se acoplará una tapa la que en su lugar exterior llevará impreso en bajo relieve la palabra AGUA y que estará unido al cerco del anillo por medio de una cadena soldada, la caja propiamente dicha cuya parte inferior del cerco o anillo debe adaptarse para recibir un neplo o tubo de PVC o de HS de 150 mm y cuya longitud se determinará en sitio.

Las cámaras para acceso a válvulas y piezas de tubería se construirán como se muestra en los planos.

La profundidad de la cámara será ajustada para que se enrase con el nivel del terreno circundante.

Todas las tapas serán reforzadas, excepto donde indique en los planos. Las tapas y los marcos de los registros serán fijados en las posiciones mostradas en los planos; los marcos serán sólidamente asentados y nivelados, para que las tapas queden perfectamente ajustadas y niveladas con las superficies adyacentes.

El espacio que quede entre el neplo y la excavación deberá rellenarse con grava fina y mediana, compactada de tal manera que el neplo quede bien asegurado. Las cajas de válvulas para hidrantes serán construidas con mampostería de ladrillo mambrón y mortero cemento-arena en proporción 1:3 de 0,30 m x 0,30 m (dimensiones interiores) y por una altura de 0,50 m, alrededor de la válvula. Igual al caso anterior se procederá a rellenar el espacio que quede parte exterior del neplo y la caja de mampostería, así como con la pared de la excavación.

5.14.3. VÁLVULAS DE AIRE.

DEFINICIÓN

Son aquellos dispositivos que se utilizan para permitir el escape de aire acumulado en las partes altas de la tubería de conducción.

ESPECIFICACIONES

Los materiales que se emplean para la fabricación de estos dispositivos deberán ser debidamente seleccionados por los fabricantes. El cuerpo de la válvula será de hierro fundido con guarniciones de bronce. Con las ofertas se proveerá amplia literatura sobre su funcionamiento, mecanismo de cierre y su material.

Las conexiones serán roscadas según el ROSCA STANDART AMERICANA.

Diámetro mínimo de la abertura de salida de aire 1/4".

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la actividad agrícola en nuestro país es muy importante económicamente debido a que se exporta varias toneladas de los cultivos producidos mensualmente y además la demanda de mercado interno se encuentra creciendo; es por esto que debemos mejorar la producción generando el menor impacto ambiental mejorando los sistemas de riego.

Para poder controlar mejor los sistemas de riego debemos conocer la importancia que tiene la evapotranspiración en el manejo de nuestros cultivos ya que esta es desconocida por la mayoría de agricultores de nuestro país. Al mejorar el conocimiento de los agricultores se les puede presentar las ventajas de realizar un riego óptimo para que este sea acogido de la mejor manera.

Debido al poder económico que tienen nuestros agricultores una de las mejores opciones es realizar el riego por el sistema de melgas, ya que el mantenimiento de este se de bajo costo, es muy útil para grandes extensiones de terreno, y se lo puede usar en cualquier tipo de suelo.

En un país agrícola como el nuestro es importante el conocimiento técnico sobre los sistemas de riego ya que de esta manera podremos mejorar nuestra producción, y dejar de crear impactos negativos hacia el medio ambiente el cual ha sido descuidado en años previos.

RECOMENDACIONES

Recomiendo que en la universidad se dicte una clase enfocada hacia los sistemas de riego para poder mejorar el estilo de vida de los campesinos ecuatorianos, además impulsar una campaña de capacitación hacia los agricultores en las zonas rurales para enseñarles sobre la importancia de cuidar el medio ambiente y de conocer especificaciones técnicas de sus cultivos.

Esta campaña podemos aprovecharla para recopilar datos sobre la calidad de agua que se encuentra en nuestro territorio para poder tomar medidas que optimicen su uso.

Bibliografía

- (CNRH), C. N. (1998). *Estrategia para la gestión integral de los recursos hídricos del Ecuador. Documento borrador*. Quito.
- (INEC), I. N. Encuesta de superficie y producción agropecuaria. En *Boletín informativo anual*. Quito.
- Agua, Agricultura de Riego y Medio Ambiente. (enero de 2003). Recuperado el 10 de abril de 2011, de Dialogo Nacional:
http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/actividades_nacionales/chile/1/p1.pdf
- Agua, S. N. (12 de 2009). *Senagua*. Recuperado el 6 de 2011, de Senagua:
<http://www.senagua.gob.ec/>
- Centro de estudios y experimentacion de obras públ, C., & Instituto ecuatoriano de recursos hidricos, I. (1989). *Plan Nacional de Recursos hídricos de la República del Ecuador*. Quito.
- Educativos, O. N. (2011). *Olimpiadas Nacionales de Contenidos Educativos* . Recuperado el 2011, de Olimpiadas Nacionales de Contenidos Educativos :
<http://www.oni.escuelas.edu.ar/>
- Gurovich, L. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. San Jose.
- Haro, R. (2003). *I Informe sobre recursos zoogenticos Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganaderia.
- INEC, D. d. (1995). *Encuesta de superficie y produccion agropecuaria (ESPA)*. Quito.
- Ing. Camacho, V. (2009). *Ingenieria de la producción Agropecuaria*. Sur del Lago: Universidad experimental.
- Istanbul, M. o. (22 de noviembre de 2004). *5th world water forum*. Recuperado el abril de 2011, de bridging divides for water: <http://www.worldwaterforum5.org/index.php?id=2196>
- Ley de Gestion Ambiental , LIBRO VI ANEXO 1 (REPUBLICA DEL ECUADOR 14 de marzo de 2007).
- Porta, J. (2003). *Edafologia para la agricultura y el medio ambiente*. Mundi Prensa.
- Porta, J., & Lopez, M. (2005). *Agenda de campo de suelos*. Mundi Prensa.
- Recalt, C., Lalander, R., Leiva, J., Fontaine, G., Moscoso, M., & Jimeno, J. (2007). *Ecuador Debate*. Quito: Caap.
- Romero, R. (2008). *metodo del tanque de evaporacion* . Recuperado el 2011, de <http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima>
- Ruf, T., & Nuñez, P. (1991). Enfoque histórico del riego tradicional en los Andes ecuatorianos. *Memoria Marka* , 185-281.

Sotalín, G., & López, F. (1994). Convenio Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)-AID. En *Uso actual del suelo en el Ecuador*. Quito: Pronareg.

Sotomayor, J., Restrepo, G., & C. (1996). Perfil de riego de la República de Ecuador. En *Instituto Internacional de Manejo de la Irrigación (IIMI)*. México.

Vélez, M., & Vélez, J. (2002). Infiltración. En *Unidad de Hidráulica* (pág. capt. 8). Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Viteri, G. (2007). *Reforma Agraria en el Ecuador*. Quito: eumed.