

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS DE GRADO

**Estudio de Factibilidad Técnica y Económica
del Proyecto de Irrigación de Asillo**

DERIS FRANCO PEBE

PROMOCION 1965

LIMA - PERU

1966

I N D I C E

Capítulo I .- Sumario	
Ubicación y Plan General del Proyecto.....	2
Objeto y extensión del proyecto.....	4
Características principales del desarrollo propuesto.....	6
Relación de los cultivos principales actuales y de los que se desarrollarán con el plan propuesto.....	7
Relación beneficio-costo.....	7a
Capítulo II .- Análisis Económico	
Producción Agrícola actual.....	9
Factores que incidirán en el incremento de la producción..	10
Mercado para los productos adicionales.....	12
Producción agrícola futura.....	13
Beneficio de los propietarios.....	16
Capítulo III .- Análisis Técnico	
Descripción del área del proyecto.....	19
Datos climatológicos.....	21
Geología de la región.....	25
Hidrología.....	31
Estudio de suelos.....	37
Uso actual de las tierras del proyecto.....	73
Uso del agua.....	74
Capítulo IV .- Estudios de Ingeniería	
Represas.....	94
Estructuras de derivación.....	100
Canales	114
Sistema de distribución y de drenaje agrícola.....	121
Capítulo V .- Aspecto Financiero	
Estimación del costo total.....	123
Costos anuales totales.....	125
Reembolsos estimados.....	126
Relación beneficio-costo.....	127

CAPITULO I.- SUMARIO

- 1.-Ubicación y Plan general del Proyecto.
- 2.-Objeto y extensión del proyecto: Superficie de tierras nuevas por irrigar y de las tierras deficitarias.
- 3.-Características principales del desarrollo propuesto.
- 4.-Relación de los cultivos principales actuales y de los que se desarrollarán con el plan propuesto.
- 5.-Relación beneficio-costos.

C A P I T U L O I

1.- UBICACION Y PLAN GENERAL DEL PROYECTO.-

UBICACION.-

Las tierras comprendidas en el proyecto "Asillo", se encuentran en el distrito de Asillo, Provincia de Azángaro, Departamento de Puno. Sus coordenadas geográficas son $70^{\circ} 17'$ longitud Oeste y $14^{\circ} 30'$ latitud Sur; la altura promedio es de 3,815 metros sobre el nivel del mar.

CLIMA.-

El clima es frío, seco y ventoso, típico de la sierra peruana. Entre los meses de Noviembre a Marzo las precipitaciones son abundantes acompañadas la mayoría de las veces por tempestades eléctricas; las lluvias son algo frecuentes en Noviembre, se hacen mas seguidos e intensos de Enero a Marzo y en Abril cesan casi totalmente hasta Octubre, presentándose en este lapso casi en forma insignificante.

Los fríos intensos se dejan sentir en los meses de Marzo a Julio siendo grande las diferencias de temperatura entre el día y la noche, de 20° a 22° C que hace en el día, puede bajar hasta 15° C en la noche.

La lucha contra las heladas es el factor limitante para los cultivos, tienen necesariamente que constituir una práctica cultural importante, con lo que se lograría un aumento de la producción, desde que podría obtenerse dos cosechas al año, pero es necesario promover un estudio nacional de todos los métodos de lucha, a fin de encontrar uno que sea de fácil aplica-

ción, bajo costo y resultados efectivos. Mientras tanto practicar el uso de variedades resistentes.

POBLACION.-

La población del Distrito de Asillo es de 15,000 habitantes, de este número, 14,000 están dedicados a la pequeña agricultura y 1,000 forman la población urbana.

UBICACION LOCAL.-

La zona está cruzada por caminos carrozables, entre estos tenemos los caminos, Macusani-Asillo y Asillo-Sillota. Además dista 23 Km. de la estación Tirapata del Ferrocarril del Sur, la zona tiene pues acceso a todo el sur de la República ya sea por carretera o Ferrocarril. La ciudad mas cercana es Ayaviri a 40 Km. del lugar.

PLAN GENERAL DEL PROYECTO.-

El proyecto en cuestión , contempla la irrigación de 10,575 hectáreas anuales, basándonos en la distribución y rotación preliminar de los cultivos propuestos en el capítulo correspondiente. Las hectáreas físicas por irrigar son 6,808.

Con esta finalidad se ha realizado un estudio de Agrología e Hidrología para su justificación, así como el análisis económico para obtener la relación beneficio-costo correspondiente.

Además se ha proyectado construir una Hidroeléctrica, aprovechando una caída de 7.5 metros, debajo de uno de los reservorios de regulación; esta Hidroeléctrica abastecerá de energía y luz eléctrica a la población rural de la zona a la vez

que servirá para el funcionamiento de dos plantas de bombeo.

2.-OBJETO Y EXTENSION DEL PROYECTO.-

Como ya se ha dicho anteriormente, el objeto de este proyecto es irrigar, la zona comprendida en el distrito de Asillo y la margen derecha del río San Antón; esta obra traerá no solo beneficios económicos para los pobladores de la región sino también sociales, ya que crearía nuevos productores.

El proyecto cuenta con dos etapas, en la primera se irrigará 4,050 Has. y las 2,758 restantes en la segunda etapa.

Además este proyecto contempla la instalación de una Planta Hidroeléctrica con una caída de 7.5 metros de altura. Dos plantas de bombeo, una en Pacastiti y la otra en Calapampa. Canal principal con un gasto de $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ de 8.4 Km. de longitud, revestido con albañilería de piedra, asentada con concreto 1:3:5, siendo el diámetro del agregado grueso 1/2 pulgada; sistema de laterales; dos represamientos de regulación anual, una en Aricoma con su dique correspondiente de 2.5 metros de altura; la otra en Cotarsaya con una presa de 4.5 metros de altura; veintidos estructuras diversas en los canales y una bocatomina en el río San Antón, en la región de Inampo, con una capacidad de captación de $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Las dos plantas de bombeo abastecerán 790 Has. , en la meseta de Pacastiti y Calapampa, la energía será, producida por la Hidroeléctrica.

Además se instalarán tomas para laterales y lotes.

El costo total de la obra licitada por el sistema de costos unitarios asciende a la suma de 30'181,602.00 soles oro, la buena pró fué otorgada a un consorcio de contratistas, representada por el Ingeniero Carlos Li Carrillo.

El control de la obra en ejecución, por parte del gobierno no está a cargo de una comisión de Ingenieros, que son los que también están encargados del replanteo del eje de los canales y estructuras.

Esta es la extensión del proyecto en sí; pero la Tesis abarcará el análisis económico y el análisis técnico del proyecto, complementándose además con un diseño preliminar de las principales estructuras.

Para el análisis técnico, en el cálculo de demandas de agua, se ha considerado el caso mas desfavorable en este aspecto, es decir el estudio se hizo con el criterio de obtener dos cosechas anuales y no tener ni un mes de descanso, teóricamente.

Para el análisis económico, se considera también el caso mas desfavorable, es decir al inicio de la colonización, cuando sólo se obtiene una cosecha por año, en los cultivos principales; salvo el caso de la alfalfa en que se obtendrá 1 1/2 a 2 cortes al año.

En el aspecto financiero el costo total de las obras de Ingeniería Civil, es real ya que se ha considerado el presupuesto presentado por la compañía que realizará la obra; por lo que el cálculo de la relación beneficio-costos es bien aproximado.

3.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL PLAN PROPUESTO.-

La característica mas saltante de este proyecto es que elevará el nivel de vida de la masa indígena reinante, con lo que se librará a muchos habitantes de la servidumbre actual a favor de terratenientes y se les incorporará a la economía nacional, esto traerá consigo el alza de la producción agrícola y ganadera y constituye un beneficio social muy importante.

En el aspecto económico, este proyecto es de urgente necesidad, ya que la escasez de alimentos en esta región densamente poblada es un serio problema para el país.

El uso racional de la tierra actualmente deja mucho que desear, uno o dos agricultores siembran en forma debida y en poca extensión, el resto no realiza bien los sembríos, usan como único abono el guano de corral, por esto el bajo rendimiento en las cosechas.

Los terrenos son buenos para el cultivo, lo que falta es orientación técnica, para dar a los suelos el manejo que ellos requieren; si en realidad se contara con la colaboración de las entidades que han ofrecido su apoyo, para que enseñen mediante campos y pequeñas granjas "demostrativas" el uso de fertilizantes, los métodos de cultivo y todo lo relacionado a cría y mejora de animales, se haría de esta zona irrigada un modelo agropecuario de toda la región.

4.-RELACION DE LOS CULTIVOS ACTUALES Y DE LOS QUE SE DESARROLLARAN
CON EL PLAN PROPUESTO.-

Actualmente se explotan 6,720 Has. , de las cuales 4,040 estan cubiertas de pastos naturales, lo cual logicamente da un rendimiento bajo economicamente; 1,100 Has. anuales permanecen en descanso ya que es la forma particular de explotar las tierras en la sierra peruana.

Con el plan propuesto del proyecto se cultivarán las 6,808 Has. físicas, que rotándolas debidamente, después de estudiar la aclimatación de ciertos tipos de variedades de cultivos, se obtendrán 10,575 Has. , lo cual aumenta la producción agrícola.

A continuación se ponen comparativamente los dos cuadros de cultivos actuales y futuros. La distribución y selección de cultivos se hizo de acuerdo a la necesidad de la población, estudio del mercado, calidad del suelo y sobre todo clima de la zona; se tendrá en cuenta que esta distribución es preliminar.

PRODUCCION ACTUAL		PRODUCCION FUTURA	
Papa	580 Has.	Papa	2,458 Has.
Cereales	450 "	Cebada	1,149 "
Quinua	370 "	trigo	1,309 "
Cañihua	180 "	Quinua	1,309 "
Pastos naturales	4,040 Has.	Habas	1,309 "
En descanso	1,100 "	Alfalfa	2,607 "
		Pastos	434 "
Total	6,720 Has.	Total	10,575 Has.

6.- RELACION BENEFICIO-COSTO .-

Nos sirve para determinar el estado económico del proyecto en un largo plazo de estudio. Además nos indicará el aspecto de factibilidad económica.

En el caso del proyecto consideraremos como beneficio la producción agrícola futura y como costos, los gastos de inversión en obras de Ingeniería Civil, gastos de operación y mantenimiento, y gastos de parcelación y colonización, reducidos todos a una base común en el tiempo.

Beneficio : 23'438,287.00

Cos to: 10'093,967.48

B/C = 2.31

CAPITULO II.- ANALISIS ECONOMICO

- 1.-Producción agrícola actual.
- 2.-Factores que incidirán en el incremento de la producción.
- 3.-Mercado para los productos adicionales.
- 4.-Producción agrícola futura.
- 5.-Beneficio de los propietarios.

CAPITULO II.- ANALISIS ECONOMICO

1.-PRODUCCION AGRICOLA ACTUAL.-

Actualmente la propiedad está distribuída en la siguiente forma:

Nº de propietarios	Area de la propiedad
	Has.
280	Hasta 50
18	mas de 50

Figuran 1,135 conductores de fundos.

La producción agrícola actual es la siguiente:

CULTIVO	HAS.	VALOR BRUTO Soles	VALOR NETO Soles
Papa	580	2'088,000	1'660,000
Cereales	450	765,000	610,000
Quinoa	370	732,600	580,000
Cañihua	180	189,000	150,000
Pastos naturales	4,040	1'010,000	810,000
En descanso	1,100		
Totales	6,720	4'784,000	3'810,000

El valor neto de la producción se ha obtenido considerando que los costos de producción representan el 20% del valor bruto.

2.-FACTORES QUE INCIDIRAN EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION.-

Basicamente el factor que incidirá con mayor fuerza será la adecuada distribución del agua y la rotación del cultivo, obteniéndose en algunos casos dos cosechas al año.

Además, la elevación del rendimiento está garantizada por la supervisión de la Suc-agencia de Extensión del SIRA establecida en Azángaro y el establecimiento de un "sector" en Asillo con un presupuesto de S/ 100,000.00

Se cuenta también con entidades que intervendrán en la colonización de Asillo, entre estas tenemos:

CORPUNO.- Tiene como finalidad lo siguiente: Desarrollar programas de integración socio-cultural y de aumento de la capacidad económica de los habitantes del Departamento de Puno, en especial de las zonas rurales.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.- Experimentará en el sembrío de papas bajo riego, en la temporada Julio-Agosto, para lo cual ofrecen semillas, abonos, pesticidas y la intervención de un Ingeniero Agrónomo Genetista. Piden una extensión de 0.5 Has. de tierras, un guardián y de un ambiente donde pernoctar.

En el programa de carnes, la Universidad Agraria extenderá dicho programa de Cabanillas a Asillo, para lo que requieren de un área de experimentación zootécnica.

2.-FACTORES QUE INCIDIRAN EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION.-

Basicamente el factor que incidirá con mayor fuerza será la adecuada distribución del agua y la rotación del cultivo, obteniéndose en algunos casos dos cosechas al año.

Además, la elevación del rendimiento está garantizada por la supervisión de la Sub-agencia de Extensión del SIRA establecida en Azángaro y el establecimiento de un "sector" en Asillo con un presupuesto de S/ 100,000.00

Se cuenta también con entidades que intervendrán en la colonización de Asillo, entre estas tenemos:

CORPUNO.- Tiene como finalidad lo siguiente: Desarrollar programas de integración socio-cultural y de aumento de la capacidad económica de los habitantes del Departamento de Puno, en especial de las zonas rurales.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA MOLINA.- Experimentará en el sembrío de papas bajo riego, en la temporada Julio-Agosto, para lo cual ofrecen semillas, abonos, pesticidas y la intervención de un Ingeniero Agrónomo Genetista. Piden una extensión de 0.5 Has. de tierras, un guardián y de un ambiente donde pernoctar.

En el programa de carnes, la Universidad Agraria extenderá dicho programa de Cabanillas a Asillo, para lo que requieren de un área de experimentación zootécnica.

SERVICIO FORESTAL Y DE CAZA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA.-

Se encarga de formar un vivero forestal, aportando con semillas, plántulas y personal técnico; para iniciar en el mes de Diciembre de este año la forestación de la irrigación de Asillo.

SERVICIO NACIONAL DE AGROMETEOROLOGÍA Y HIDROLOGÍA.-

Desean trasladar su estación meteorológica dentro del área de la Estación Experimental, corriendo con todos los gastos que ocasione dicho traslado.

3.- MERCADO PARA LOS PRODUCTOS ADICIONALES.-

Los productos alimenticios que se cultivan se consumen en la localidad y también en Juliaca.

Respecto a la alfalfa, se le ha considerado como uno de los cultivos mas importantes, ya que Azángaro es una región ganadera por excelencia. Para el distrito de Asillo se tiene:

Ovinos	40,800
Vacunos	4,600
Equinos	600
Porcinos	100
Auquénidos	4,500

La oveja hace la riqueza del distrito, este animal con el transcurso del tiempo, ha sido degenerado, se está despertando la aficción para el cruzamiento con cementsales finos, lo que está dando muy buenos resultados.

El ganado vacuno también ha degenerado; se procura su cruzamiento, pero con menos intensidad que la oveja.

Por esto si se considera que la ganadería es la actividad mas importante en este distrito, se llega a la conclusión que se debe mejorar los pastizales, cercar los campos y seguir una política sanitaria adecuada.

4.-PRODUCCION AGRICOLA FUTURA.-

La producción agrícola futura la hallaremos en base a los datos obtenidos por el Ingeniero Agrónomo que viajó a Asillo con esa finalidad. Relacionando estos datos podemos obtener el cuadro siguiente:

CULTIVO	RENDIMIENTO Kg/Ha.	COSTO S/Ha.	VENTA S/Kg.
Papa	9,000	6,387.50	2.00
Cebada	900	490.50	2.00
Habas	600	665.00	4.00
Quinua	700	872.00	4.60
Alfalfa	4,500	490.50	0.50
Cañihua	500	926.50	7.00

Estos rendimientos son anuales; sólo en la alfalfa se ha considerado como 3 cortes cada 2 años, o sea que para obtener la producción anual se ha considerado 1 corte y medio al año.

Para obtener el costo de la papa, se ha considerado: la preparación del terreno, abonos, cosecha, arrendamiento, semilla, desinfectante, fungicida, insecticida y fertilizante. Para obtener el costo de los demás cultivos se ha considerado sólo los cinco primeros factores.

A todos los costos se les ha agregado el 9% por intereses al capital, que pagan al banco por el préstamo concedido pa-

ra llevar a cabo los , períodos agrícolas.

Con estos datos podremos hallar la producción futura:

CULTIVO	HAS. CULTIVADAS	VALOR BRUTO (en soles)	VALOR NETO (en soles)
Papa	1,149	20'682,000.00	13'342,762.00
Cebada	1,309	2'359,200.00	1'714,135.00
Habas	1,309	3'127,200.00	2'256,715.00
Quinua	1,303	4'214,980.00	3'078,764.00
Alfalfa y pastos	1,738	3'910,500.00	3'046,011.00
Total	6,808	34'290,880.00	23'438,387.00

El valor neto vendría a ser el beneficio de los propietarios.

Para obtener la producción agrícola futura, nos hemos ceñido al calendario agrícola siguiente, que es el que se seguirá en forma preliminar, al empezar la colonización. Como se ve se ha considerado tres meses muertos: Mayo, Junio y Julio, por acción de las heladas: pero mas adelante se podrá elegir variedades resistentes, que puedan incrementar la producción.

	E	F	M	Δ	M	J	J	Δ	S	O	N	D
ΡΑΡΑΣ	-	-	-					-		II		
CEBADA	-	-						-		III'		
QUINUA	-							-		IV'		
HABAS	-							-		III''		
ALFALFA	-	-	-	-	-			-		IV'+V		
PASTO										VI		

5.- BENEFICIO DE LOS PROPIETARIOS.-

Además del beneficio social, al que nos hemos referido anteriormente, en el análisis de la producción agrícola futura se puede ver que el beneficio económico es satisfactorio ya que se ha elevado la producción de S/3'810,000.00 que se tiene actualmente a S/23'438,587.00

Este beneficio económico, será aún mayor si se tiene en cuenta que para este análisis se ha considerado el caso mas desfavorable, y no se ha considerado para efectos de la producción el cultivo de cebada forrajera que se sembraría -en esta primera etapa- de Febrero a Junio, ni las legumbre que se sembrarían para llenar los meses sin sembríos, pero sólo para consumo doméstico.

CAPITULO III.- ANALISIS TECNICO

- 1.-Descripción del área del proyecto: Topografía del área y descripción de los aspectos físicos.
- 2.-Datos climatológicos incluyendo registros de precipitación temperatura, humedad, evaporación, horas de sol mensuales y duración de la campaña agrícola.
- 3.-Geología de la región.
- 4.-Hidrología, incluyendo intensidad de lluvias y frecuencias correspondientes.
- 5.-Estudio de los suelos: clasificación de tierras de acuerdo a su actitud para el riego.
- 6.-Uso actual de las tierras del proyecto.
- 7.-Uso del agua para varios cultivos y para el área total, de#
recho de terceros; leyes y reglamentaciones concernientes al uso del agua.

CAPITULO III.- ANALISIS TECNICO.-

1.- DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO.-

El área del proyecto en estudio es una zona de la sierra peruana, cuya topografía es prácticamente plana, ya que la pendiente varía de 0.5 a 1 % en la mayor parte, salvo algunos casos en que llega hasta 12 %, pero esta área es mínima, por lo que se le utilizará para sembrar pastos.

Respecto a su ubicación, está situada a la margen derecha del río San Antón, afluente del río Azángaro. Este río tiene un registro en estiaje de 4.5 a 4 m³/seg, lo que nos es suficiente para llevar a cabo el proyecto, ya que además contamos para completar las demandas de agua, con dos lagunas: Cotarsaya y Aricoma, en las que embalsando la cantidad de agua que nos falta, nos satisface plenamente.

La laguna de Aricoma está situada aproximadamente a 120 Km. de Asillo y a una altura de 4,800 m.s.n.m., en la parte alta de la cuenca del río Carabaya, en el distrito de Crucero de la provincia de Carabaya (Puno)

Mediante la Resolución Suprema N^o 126 del 24 de Junio de 1,958, se reserva para la irrigación de Asillo un caudal hasta de 10 m³/seg.

El embalse tiene una capacidad de 19 millones de m³. La cuenca tiene un área de 87 Km², la precipitación media es de 769 mm. lo que nos es suficiente para complementar la irrigación du-

rante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto y Setiembre.

La laguna de Cotarsaya esta situada encima de la meseta de Acopata. El vaso es muy tendido y está rodado de una cadena cerrada de cerros cuya parte mas baja, con una elevación de 3,916 m.s.n.m. ha sido utilizada para ubicar la presa.

La extensión de la cuenca colectora es de 4.5 Km^2 y se ha calculado que puede aportar un volúmen de $936,000 \text{ m}^3$ anuales descontando la evaporación.

El gráfico de áreas y volúmenes indica que con una elevación de las aguas hasta la cota 3,919.20 la laguna almacenará $7.96 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuales, como su cuenca solo aporta 936,000 la diferencia será aportada por el río San Antón mediante el canal principal que nace en la bocatoma de Inampo y tae, en época de lluvias un caudal de $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y en estiaje $4 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Este embalse nos servirá además para hacer funcionar la Hidroeléctrica que se encuentra debajo de la laguna y cuyas aguas nos servirán para complementar las demandas en los meses de Octubre y Noviembre.

2.- DATOS CLIMATOLOGICOS/ .-

REGISTROS DE PRECIPITACION.-

La precipitación anual en las estaciones indicadas que están muy cerca del proyecto son las siguientes:

ANO	CHUQUIBAMBILLA (3,910 m) m.m.	SANTA ROSA (4,360) m.m.	AZANGARO (3,860) m.m.
1931	725		
1932	843		
1933	715		
1934	830		
1935	765		
1936	702		
1937	546		
1938	512		
1939	572		
1940	281		
1941	441		
1942	549		
1943	577		
1944	825		
1945	726		
1946	744		
1947	616		
1948	806		
1949	674		
1950	542		

AÑO	CHUQUIBAMBILLA (3,910m) m.m.	SANTA ROSA (4,360) m.m.	AZANGARO (3,864m) m.m.
1951	628		
1952	454		
1953	737		
1954	784		
1955	656		
1956	439		275
1957	699		610
1958	538	791	793
1959	828	915	798
1960	833	884	804
1961	828	977	669
1962	825	799	731
1963	962	1475	704
1964	641	632	543
1965	675		
Promedios	675	925	707

DATOS METEREOLÓGICOS.-

Los datos meteorológicos referentes a la temperatura mensual en grados centígrados, promedios horarios, precipitaciones medias mensuales, y porcentajes de horas de sol mensuales son las siguientes:

MESES	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C		
	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO HORARIO
Enero	18.0	3.0	13.0
Febrero	16.1	3.1	12.0
Marzo	18.4	2.9	13.0
Abril	19.8	1.8	13.0
Mayo	19.6	0.5	13.0
Junio	19.0	3.2	10.0
Julio	18.8	4.2	10.0
Agosto	17.6	3.1	9.0
Setiembre	17.7	1.5	12.0
Octubre	20.1	1.2	13.0
Noviembre	17.0	3.4	13.0
Diciembre	18.2	3.4	13.0

MESES	PORCENTAJE DE HORAS DE SOL MENSUALES PARA LATITUD 14° 30'	PROMEDIO DE LLUVIA MENSUAL EN m.m.
Enero	9.03	105
Febrero	7.96	140
Marzo	8.53	160
Abril	7.99	40
Mayo	8.03	20
Junio	7.65	
Julio	7.97	
Agosto	8.16	
Setiembre	8.17	30
Octubre	8.72	30
Noviembre	8.68	70
Diciembre	9.11	90

3.- GEOLOGIA DE LA REGION.-

La exploración geológica se ha concentrado en la zona de la bocatoma, por ser la estructura mas importante del proyecto; otras de las finalidades de este estudio geológico fué localizar y determinar la ubicación y calidad de los diferentes materiales que se usarán en la construcción.

La zona de la bocatoma, se caracteriza por sus afloramientos de rocas sedimentarias, generalmente areniscas silíceas denominadas ortocuarzitas, las que conforman gran parte del cerro Inampo; en capas inferiores se encuentran cuarcitas.

Las areniscas son de color blanco, de grano fino, observándose un cambio de facies a rojizo violeta en los estratos superiores de la margen izquierda del río San Antón.

Las cuarcitas son grises y presentan venillas de cuarzo y son bastante compactas y plegadas.

El buzamiento de estos estratos, sea arenisca o cuarcita es de 55° - 60° , la potencia aproximada de la arenisca en este sector es de 300 metros como mínimo. Estos estratos forman parte del flanco de un anticlinal, siendo la dirección de su buzamiento de $N 19^{\circ}$

Las areniscas blancas estan constituidas principalmente por granos finos de cuarzo y matiz silíceo; presentan fuertes fracturaciones y disyunciones, por lo que es necesario hacer inyecciones, para evitar filtraciones en la margen izquierda, has

ta donde va a llegar el barrage.

Las areniscas rojizas violetas, presentan las mismas características mineralógicas, fracturas y disyunciones.

En la nueva ubicación de la bocatoma y eje del barrage, no se han encontrado fallas geológicas que puedan afectar la seguridad de la obra. El material sobre el cual se van a hacerse las cimentaciones es bastante permeable, estando constituido por rodados angulosos y arena gruesa de 0.01 - 0.002 m. de diámetro promedio.

ESTRATIGRAFIA.-

CUATERNARIO.-

El cuaternario es el sector de la bocatoma, está representada por la tierra de cultivo y los cantos rodados, que han sido transportados por el río San Antón y depositados en la actualidad en grandes extensiones en todo el lecho del río, además de la arena limosa, producto de la desintegración de las rocas y su combinación con la tierra de cultivo.

TERCIARIO.-

Las areniscas tanto blancas como sus facies rojiza-violeta son terciarias y su correlación con el cuadro estratigráfico de la zona pertenecen a la formación Huancané, denominada por Newell, Heim y otros.

PLEOZOICO.-

Con ciertas reservas, se puede atribuir al paleozoico, las cuarcitas infrayacentes, puesto que según datos estratigrá-

ficos la Formación de Huancané descansa en discordancia con el Pérmico o con el Devónico, o sea Paleozoico.

DESCRIPCION DE LAS CALICATAS.-

Se han hecho cinco calicatas, a una profundidad de 1.5m. a lo largo del eje del barraje propuesto, encontrándose la napa freática a 1.35 m. como promedio. El material es bastante permeable, constituido por cantos rodados y angulosos de 0.05 - 0.10 m. y arena gruesa de 0.001 a 0.002 m. de diámetro promedio.

El perfil estattigráfico de las calicatas es el siguiente:

CALICATA N° 1.-

0 - 0.80 Cantos rodados y angulosos de 0.05 - 0.10 m.
arena fina limosa en superficie.

0.80- 1.00 Arena gruesa, húmeda con cantos rodados y angulosos.

1.32- 1.00 Arena gruesa húmeda.

1.32 Agua, arena grues de 0.001 - 0.002 m.

CALICATA N° 2.-

0 - 1.00 Cantos rodados y angulosos de 0.05 - 0.10 m. arena limosa.

1.00-1.40 Rodados y arena gruesa húmeda.

1.40 Agua, arena gruesa húmeda. de 0.001-00.002 m.

CALICATA N° 3.-

0 - 0.60 Cantos rodados angulosos de 0.05 - 0.10 m. intercalaciones de arena gruesa.

0.60 - 1.00 Arena gruesa húmeda, con algunos rodados
1.00 - 1.36 Arena gruesa húmeda
1.36 Agua, arena gruesa de 0.001 - 0.002 m.

CALICATA N° 4.-

0 - 0.20 Cantos rodados y angulosos de 0.05,- 0.10 m. arcilla en superficie con algo de arena limosa.
0.20 Agua, arena gruesa y rodados.

CALICATA N° 5.-

0 - 0.70 Tierra agrícola seca, semi compacta, arcillosa en parte.
0.70-1.25 Arcilla marrón húmeda.
1.25-1.32 Arcilla húmeda con rodados.
1.32 Agua, arena gruesa de 0.001 - 0.002 m.

MATERIALES DE CONSTRUCCION.-

Se ha reconocido canteras para la extracción de material que servirá para el enrocado en las defensas, habiéndose encontrado las areniscas mencionadas en la parte que trata de la geología, conjuntamente con las cuarcitas, en la zona de la bocatomá.

Frente al Campamento Gila a 6 Km. aguas abajo de la bocatomá existen rocas volcánicas porfiríticas altamente alteradas las mismas que no sirven para el enrocado.

En el lugar donde está proyectado construir la Hidroeléctrica, hay rocas del tipo andesita que son de óptima calidad y

peson específico alto.

Las areniscas cuyo peso específico es 2.5 , presenta fuerte fracturamiento y disyuncio nes, pero es posible utilizarla para el enrocado, pero en bloques grandes (1.00 - 1.50 m.de longitud x 0.50 - 1.00 m de ancho como mínimo) para las defensas y luego tapar los espacios abiertos con el fin de evitar fuertes filtraciones.

Para el mantenimiento y revestimiento de albañilería del Canal Madre estas areniscas, son utilizables previo tallado. Estas areniscas se las puede extraer del cerro Inampo, para las defensas de la bocatoma, anulando el costo de transporte ya que las canteras que se han reconocido en la localidad de Acopata que dista 2Km. al oeste del Campamento Progreso, estan constituídas por las mismas areniscas del cerro Inampo.

Los rodados existentes en el lecho del río San Antón, pueden servir como áridos para concreto. La arena depositada en el mismo lecho del río igualmente son utilizables, siempre que se tamice primero, para obtener tamaño de grano necesario y eliminación de limo que lleva consigo.

RESUMEN DEL ESTUDIO GEOLOGICO.-

1.-Las rocas aflorantes en la zona de la bocatoma Inampo son sedimentarias, del tipo areniscas silíceas, denominadas ortocuarцитas.

2.-Infrayacentes y en discordancia, se encuentran cuarci-

tas grises.

3.-Las areniscas presentan muchas fracturas y disyunciones.

4.-En la zona donde se ubica la nueva bocatoma Inampo, no existen fallas geológicas que pueden afectar la seguridad de la obra.

5.-La napa freática se encuentra a 1.35 m. de profundidad promedio a lo largo del eje del barraje propuesto.

6.-El material del lecho del río sobre el cual van a hacerse las cimentaciones es bastante permeable.

7.-Existen materiales de construcción aprovechables para la obra a realizarse, previa selección.

4.- HIDROLOGIA/.-

Cuando se trata de un proyecto de irrigación los estudios hidrológicos se hacen con la finalidad de determinar las necesidades de agua para luego ser comparadas con las disponibilidades de las mismas.

La cantidad de agua con la que se cuenta para este proyecto, está dada por el río San Antón, complementándose el riego con el agua embalsada en las lagunas de Aricoma y Cotarsaya. Se ha considerado que el río está en estiaje de Abril a Noviembre.

REGULACION DE ARICOMA.-

Se ha embalsado el agua de lluvia en Aricoma para complementar el riego durante los meses de Abril a Setiembre. La cuenca de Aricoma es de 87 Km² y hay un promedio de precipitación anual de 769 m.m.

Determinamos la cantidad de agua que se puede embalsar, utilizando un coeficiente de escorrentía de 0.5. Se denomina coeficiente de escorrentía a la relación que hay entre la precipitación y la escorrentía.

$$M = \frac{A}{P}$$

El coeficiente de escorrentía aumenta con la pendiente superficial del terreno, al quedar el agua menos tiempo sobre su superficie expuesta a la evaporación; aumenta también con la impermeabilidad del terreno, disminuyendo en cambio en terrenos labrados por aumentar la capacidad de retención y dificultar el flu

jo superficial; los cultivos y los bosques reducen la escorrentía.

Para determinar la evaporación del agua en la superficie libre existen varias fórmulas:

$$\text{Ley de Dalton: } v = \frac{c S}{P} (F - f)$$

v = cantidad de agua evaporada en la unidad de tiempo.

S = Superficie de evaporación

c = coeficiente

P = Presión atmosférica

F = tensión de saturación correspondiente a la temperatura del agua en la superficie.

f = tensión del vapor en el ambiente.

Fórmula de Fitzgerald:

$$e = 12(F - f)(1 + 0.31V)$$

Fórmula de Meyer:

$$e = 15(F - f)(1 + 0.062W)$$

Para charcos, hojas, hiervas, etc.

$$e = 11(F - f)(1 + 0.062W)$$

Para lagos, embalses etc.

Fórmula de Vermuele:

$$e = (1 + 0.75 T)(3.94 + 0.0016h)$$

En las que:

e = evaporación anual en m.m. por m^2 de superficie

F y f = están en m.m. de mercurio

V y W = son velocidades del aire en Km/hora, en contacto con el agua, la primera y la segunda tomada de una estación metereológica próxima

T = temperatura madia anual en grados centígrados

h = altura anual de lluvias en m.m.

Para el cálculo de la evaporación en este proyecto se ha determinado practicamente, en una zona similar a la región en estudio y se ha obtenido para Aricomá una evaporación de 1.00 m. anual.

Con estos datos hallamos la cantidad de agua que se puede almacenar anualmente:

$$V = 0.5 \times 0.769 \times 87$$

$$V = 33.45 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Descontamos la evaporación, teniendo en cuenta que el espejo de agua en el embalse es de 6.4 Km²

$$V = 33.45 - 6.4 \times 1.00$$

$$\underline{V = 27.05 \times 10^6 \text{ m}^3}$$

REPRESAMIENTO DE COTARSAYA.-

El agua que se embalsará en Cotarsaya nos sirve para complementar el riego durante los meses de Octubre y Noviembre.

El caudal que trae el canal principal, llega directamente a esta laguna, trae $6 \text{ m}^3/\text{seg}$ en época de lluvias y $4 \text{ m}^3/\text{seg}$ de Abril a Noviembre. Se necesita que la laguna siempre esté llena para el funcionamiento de la Hidroeléctrica, ya que la tubería de presión se inicia en la cota 3916 y baja hasta 3907.5 en que está la planta. Por esto el agua antes de irrigar el campo pasa previamente por la laguna, luego por la tubería a presión y luego recién empieza su distribución a todo el área de cultivo; esto hace que durante el año se produzca una corriente permanente en la laguna.

Los datos de la relación de áreas con volúmenes embalsados se dan a continuación.

La extensión de la cuenca es de 4.5 km^2 ; su capacidad de almacenamiento $7.96 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{seg}$. Se ha considerado una evaporación de 1.45 m. anuales (4 m.m. diarios)

El volumen muerto, actualmente existente llega a la cota 3910, este volumen no se cuenta para la irrigación.

LAGUNA DE COTARSAYA.-

COTA m.s.n.m.	AREA m	AREA PROMEDIO m ²	VOLUMEN EMBALSADO m ³
3,908	62,400	185,000	185,000
3,909	307,600	337,600	522,600
3,910	367,600	418,200	940,800
3,911	468,800	554,000	1'488,800
3,912	627,200	679,800	2'168,600
3,913	732,400	774,800	2'943,400
3,914	817,200	860,200	3'803,600
3,915	903,200	933,400	4'737,000
3,916	963,600	996,200	5'733,200
3,917	1'028,800	1'048,000	6'781,200
3,918	1'067,200	1'095,200	7'876,400

INFORME DE LA "HIDROTECHNIC CORPORATION"

SERIES	PH Reacción	N Kg/Ha	P Kg/Ha	K Kg/Ha	CaCO ₃ P.P.M.	Mg	Mn	Cloro	Materia Orgánica ca. %	Pro fundidad cm.	Color	Textu	Pendientes %
AS-1	Inam- pe.	16	100	220	5,600	Ligera mente Alto.	Ligera mente Bajo.	---	20	20	Marrón Oscuro	Fran- co. Ar- cilloso Limoso	0.5-1
AS-2	Gila	24	40	180	1,000	Ligera mente Alto.	Bajo	---	1.5	30	Marrón Rojiso	Fran- co. Ar- cilloso Limoso	1-2
AS-3	Chacc ccraya	8	50	160	1,000	Alto	Bajo	---	1.9	10	Marrón Oscuro	Arci- lloso Oscuro	0.5-1
AS-4	Campa- mente Gila	3	40	180	700	Bajo	Bajo	---	2.1	20	Marrón Oscuro	Arci- lloso Franco	0.5-1
AS-5	Acopa- ta	24	35	160	700	Medio	Ligera mente Bajo	---	2.0	15	Marrón Claro	Arci- lloso Franco	1-2
AS-6	Praga	3	25	160	700	Alto	Bajo	---	2.0	20	Marrón Rojiso Claro	Arci- lloso Franco	0.5-1

	SERIES	Ph Reacc.	N Kg/Ha	P Kg/Ha	K Kg/Ha	CaCO ₃ P.P.M.	Mg	Mn	Cloro	Mater. Orgán. %	Prof. cm.	Color	Textu-	Pendien %
AS-7	Colque	6.8	3	40	120	2,800	Alto	Bajo	--	4.8	40	Marrón Roj-Cla	Arci. Fran.	0.5-1
AS-8	Colla- cocha	6.2	10	50	300	2,800	Lige. Alto	Bajo	↗	3.1	10	Negro	Arci. Fran.	0.5-1
AS-9	Saca- cani.	8.2	10	50	200	60,000	Alto	Alto	--	3.6	35	Negro	Arci. Franco	0.5-1

INFORME DEL S.C.I.F.

Tipo	% N	% Mo	PH	Kg/Ha K20	Kg/Ha P205	Kg/Ha Mg	Kg/Ha Mn	Textu. Valor T.	% CO ₂	% CM	% HE	cm. Profum.
As	0.098	1.38	7.95	67.68	25.83	541.75	56.4	Fa	1.10	4.16	12.6	0-30
As	0.024	0.28	7.8	67.68	12.92	140.43	28.2	AF	0.66	2.65	5.6	30-60
As	0.110	1.73	7.1	950.00	103.33	561.75	112.8	F	---	---	---	0-30
As	0.06	0.94	7.3	900.00	103.33	561.75	112.8	FA	---	---	---	30-45
As-P	0.12	2.09	5.4	812.00	120.00	561.75	225.6	F	---	---	---	0-30
As-P	0.04	0.33	6.72	850.00	130.0	500.0	225.6	FA	---	---	---	30-55
As-P	0.03	0.26	6.9	812.16	130.0	280.86	112.8	AF	---	---	---	55-75
As-P	0.20	3.31	7.5	406.08	25.8	374.5	112.8	FL	0.77	9.05	25.0	0-40
As-P	0.149	2.48	7.18	406.08	38.74	561.75	100.0	F	0.22	8.74	22.4	40-65
As-P	0.110	1.52	7.2	338.4	51.66	561.75	56.4	FL	0.33	9.30	21.0	65-125
Ca	0.102	1.38	5.6	67.68	38.74	140.43	30.0	FA	Tr.	3.65	12.7	0-20
Ca	0.11	1.79	6.2	203.04	20.0	374.5	30.0	F	0.18	6.06	16.3	0-25
Ca	0.175	4.14	5.55	135.36	12.92	280.87	28.2	F	Tr.	5.90	15.7	0-25
Ca	0.096	1.38	5.75	338.4	25.83	280.86	56.4	FA	Tr.	4.67	11.6	0-20
Pr	0.115	1.65	5.85	270.72	12.92	140.43	56.4	F	0.22	5.00	14.8	30-50
Pr	0.045	0.55	5.2	338.4	25.83	280.86	70.0	FA	Tr.	4.63	12.8	30-55

Tipo	% N	% Mo	PH	Kg/Ha K20	Kg/Ha P205	Kg/Ha Mg	Kg/Ha Mn	Textu, m. eq/ 100 V.T.	% CO ₃	% CM	% HE	cm. Profund.
Pr	0.034	0.48	6.15	203.04	38.74	280.86	60.0	FA	0.22	7.56	14.6	55-75
Pr	0.40	0.48	6.6	270.72	51.66	280.86	56.5	FA	0.22	6.00	14.0	75-100
Pa	0.112	1.93	5.6	541.4	38.74	280.86	70.0	FA	Tr.	4.64	12.1	0-30
Pa	0.084	1.10	7.1	203.04	77.49	561.75	30.0	FL	0.22	23.6	32.0	30-75
Pa	0.192	3.17	5.9	406.08	40.0	561.75	56.4	F	Tr.	10.2	19.7	0-10
Pa	0.092	0.97	7.02	270.72	51.66	280.86	28.2	FL	0.18	18.2	28.4	10-45
Pa	0.040	0.55	8.25	203.04	80.0	561.75	28.2	FL	0.8	10.93	25.1	45-80
Ch	0.061	0.69	5.45	338.4	38.74	140.43	56.4	AF	Tr.	2.34	5.7	0-20
Ch	0.115	2.48	5.15	406.8	40.0	187.25	112.8	FA	Tr.	6.44	10.8	0-25
Ch	0.108	1.93	5.2	338.4	12.92	280.86	56.4	FA	Tr.	4.22	7.0	0-20
Sl	0.700	12.41	5.75	203.04	25.83	1123.5	70.0	FA	2.42	42.4	57.1	25-75
"	0.173	3.45	5.35	135.36	12.92	842.61	112.8	FL	Tr.	13.7	27.6	75-105
T	0.134	3.64	7.5	67.68	36.6	1123.5	112.8	FL	74.8	17.71	52.1	0-25
"	0.56	11.31	7.55	103.36	12.92	541.75	Tr.	FL	74.25	12.21	53.4	25-80
"	0.131	2.38	5.92	135.36	12.92	842.61	Tr.	FL	1.65	34.36	60.6	80-100
"	1.38	39.44	7.2	980.0	51.66	561.75	250	FL	---	---	---	0-30

Tr	1.38	39.44	7.2	980.0	51.66	561.75	250.0	FL	50.16	---	---	---	0-30
"	1.76	46.37	5.8	980.0	25.83	561.75	225.6	FL	70.0	---	---	---	30-90
"	1.73	47.7	6.6	950.0	80.0	374.5	250.0	FL	66.4	---	---	---	90-120
Pu	0.23	4.31	5.8	812.2	103.33	561.75	125.0	F	17.6	---	---	---	0-25
"	0.11	2.25	6.7	850.0	120.0	374.5	112.8	ArcL	20.4	---	---	---	25-75
"	0.06	0.69	7.3	850.0	154.99	561.75	225.6	F	9.76	---	---	---	75-100
Il	0.06	0.99	6.0	950.0	103.33	561.75	451.2	FA	7.6	---	---	---	0-20
"	0.07	0.84	7.6	950.0	51.66	600.0	112.8	FA	11.2	---	---	---	20-30
"	0.06	0.80	7.4	920.0	90.6	374.5	125.0	Arc	27.6	---	---	---	30-135
"	0.08	1.14	5.7	950.0	77.49	280.86	225.6	FL	11.04	---	---	---	+ ~ 135

EFFECTOS DE LA MATERIA ORGANICA SOBRE LAS CONDICIONES DEL SUELO.-

- 1.- Mejoramiento de la estructura
- 2.- Aumento de la capacidad de suelo para retener la humedad
- 3.- Reduce las pérdidas de material fino de bidas a la erosión
- 4.- Aumenta la actividad biológica y química del suelo
- 5.- Suministra al suelo nitrógeno aprovechable por los cultivos
- 6.- Aumenta la temperatura del suelo

CAUSAS DETERMINANTES DE LA DISMINUCION DE MATERIA ORGANICA EN
LOS SUELOS.-

- 1.- La erosión
- 2.- La quema de los residuos de las cosechas
- 3.- La descomposición y el lavaje
- 4.- Los cultivos comerciales

EL Ph DEL SUELO.-

La forma mas corriente de expresar el grado de acidez de un suelo es en función de la concentración de los iones H disociados ó acidez activa.

EFFECTOS DE LA ACIDEZ DEL SUELO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.-

La reacción actual del suelo es el reflejo de la acción compleja de una serie de factores. El resultado final del efecto conjunto de estos factores sobre el crecimiento vegetal dependerá de la clase de cultivo considerado, por su tolerancia y requerimiento en cuanto a la reacción del suelo y además de la natura-

leza del suelo mismo que determina la mayor o menor importancia de los diversos componentes de la reacción.

ADAPTABILIDAD DE LOS CULTIVOS A LA REACCION DEL SUELO.-

En un ensayo de rotaciones conducidos en la Estación Experimental de Ohio (1,938) los mejores rendimientos de los cultivos se obtuvieron a ph de 6.8 a 7.5 como se puede observar en el cuadro:

CULTIVO	COSECHA RELATIVA AL ph RESPECTIVO				
	4.7	5.0	5.7	6.8	7.5
Maiz	34	73	83	100	85
Trigo	68	76	89	100	99
Avena	77	93	99	98	100
Cebada	0	23	80	95	100
Alfalfa	2	9	42	100	100
Trébol dulce	0	2	49	89	100
Trébol rojo	13	21	53	98	100
Soya	65	79	80	100	93

CLASIFICACION GENERALIZADA DE LOS VALORES DE PH Y SIGNIFICADO DE LOS MISMOS.-

Ph	Acidez	Requerimiento de encalado	Frecuencia	Condiciones de fertilidad
4.0-4.5	Muy fuertemente ácida	Necesita encalado excepto para cultivos que requieren suelos ácidos	De raro a frecuente	Fixación de fosfatos. Lavaje de Cal y Potasio
5.0-5.5	Fuertemente ácida	Necesita encalado para todos pero no para cultivos tolerantes a la acidez	Muy común en suelos arables en climas húmedos.	Com' Fosfatos
5.6-6.0	Moderadamente ácida			Fosfatos solubles
6.1-6.5	Ligeramente ácida	Generalmente no requieren encalado.	Común en regiones subhúmedas y	Cal presente en cantidades óptimas.
6.6-7.3	Neutra	No necesitan	áridas	Fixación de fosfatos.
7.4-7.8	Ligeramente alcalina			Bo-F-Mn-K pueden ser deficientes
7.9-8.4	Moderadamente alcalina	encalado		Exceso de Bo puede ocurrir en áreas limitadas
8.5-9.0	Fuertemente alcalina		Alcalinegro en áreas limitadas en regiones	
7 9	Excesivamente alcalina		áridas	

TEXTURA DEL SUELO SUPERFICIAL.-

Textura se refiere a la relativa proporción expresada en % de las fracciones mecánicas que constituyen un suelo.

RELACIONES CON LA PRODUCTIVIDAD DE UN SUELO.-

La textura de un suelo superficial influye sobre:

- 1.- El almacenamiento de elementos nutritivos
- 2.- La permeabilidad y drenaje de los suelos
- 3.- La aereación del suelo
- 4.- La capacidad retentiva para la humedad del suelo
- 5.- El tipo de fertilización
- 6.- Diseño de los sistemas de riego
- 7.- La intensidad de la erosión por el agua y el viento
- 8.- Los sistemas de conservación del agua y del suelo
- 9.- Los sistemas de labranza y cultivo
- 10.-El encalado
- 11.-La adaptación del cultivo

COLO~~R~~ DEL SUELO SUPERFICIAL.-

- a) La intensidad de la coloración oscura del suelo está relacionada con la cantidad de materia orgánica que contiene.
- b) Propiedades del suelo relacionadas con la coloración oscura:
 - 1.- Adecuada estructura que facilita las operaciones de labranza.
 - 2.- Estabilidad de la agregación que impide el apelmazamiento del suelo después de una lluvia o riego.
 - 3.- El almacenamiento de la humedad del suelo
 - 4.- Resistencia a la erosión

5.- Suministro de una adecuada cantidad de Nitrógeno y liberación mediante su descomposición de N, P, K, S, Ca, y Mg que se hace disponible fácilmente.

c) Clasificación generalizada del color del suelo superficial:

Oscuro: -Del gris oscuro al negro

-Alto contenido de materia orgánica

-Es necesario considerar la profundidad de la coloración oscura al seleccionar la rotación o fertilización mas adecuada.

Medianamente oscuro: -Del marrón oscuro al marrón grisáceo

-Adecuada cantidad de materia orgánica aunque se necesite prestar especial atención a su mantenimiento

-La rotación en estos deberán incluir pastos o leguminosas y además una adecuada fertilización nitrogenada.

CLaro: - Marrón claro o gris

- Deficiencia en materia orgánica y Nitrógeno

- Si la textura del suelo es fina, la capacidad de labranza es pobre

- Deberá tenerse especial cuidado en el uso de leguminosas en la rotación, uso de abonos verdes, estiércol e incorporación de residuos.

Suelos orgánicos: -Turbas

- Color variable desde el marrón cuando la materia orgánica no está bien descompuesta hasta el color negro de la turba en completa descomposición

- El contenido de Nitrógeno es alto aunque puede ser sólo ligeramente asimilable si la estación es fría.

PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL SUELO.-

La profundidad efectiva de un suelo es el espesor total de todas las capas donde las raíces de las plantas puede desarrollarse normalmente.

La profundidad del suelo determina:

- 1.- El crecimiento radicular de los cultivos
- 2.- La disponibilidad de elementos nutritivos
- 3.- La infiltración del agua en el suelo
- 4.- El uso de maquinaria y sistema de labranza mas apropiado
- 5.- La factibilidad de ciertas operaciones agrícolas como la nivelación.

CLASIFICACION.-

- 1.- Espesor del suelo superficial:
 - Delgado $<$ 15cm
 - Mediano 15 - 45 cm
 - Profundo $>$ 45 cm
- 2.- Profundidad efectiva del suelo:
 - Muy superficial $<$ 15 cm
 - Superficial 15 - 30 cm
 - Regular 30 - 60 cm
 - Mediana 60 - 90 cm
 - Profunda 90 -150 cm
 - Muy profunda $>$ 150 cm

PENDIENTE.-

Es el grado d inclinación de la superficie. Se expresa normalmente en porcentaje el cual indica los metros de caída en 100 m. de distancia horizontal.

La pendiente del suelo influye sobre:

- 1.-El grado de erosión de los suelos
- 2.-El uso de maquinaria agrícola
- 3.-El sistema de irrigación
- 4.-La capacidad retentiva para la humedad del suelo
- 5.-El escurrimiento superficial del agua
- 6.-El grado de formación del suelo

CLASIFICACION.-

Muy ligera	0 - 2 %
Ligera	2 - 4 %
Regular	4 - 8 %
Mediana	8 -16 %
Fuerte	16 -32 %
Muy fuerte	32 -64 %
Extremadante fuerte	>64%

INFLUENCIA DE LA CAL SOBRE LAS COSECHAS.-

MUY BENEFICIOSA	ALGO BENEFICIOSA	PERJUDICIAL	INDIFERENTE
Alfalfa	Trigo	Sandía	Avena
Trébol de olor	Cebada l	Laurek	Centeno
Trébol de prado	Poas	Redodendro	Maíz
Espárrago	Arvejas	Azaleas	Sorgo
Remolacha	Trébol blanco		Algodón
Espinaca	Garbanzos		Patata
Codiflor	Lentejas		
Repollo			

COMPOSICION DEL SUELO Y FERTILIDAD.-

Las plantas toman del suelo todos sus nutrientes minerales y muchas también obtienen del suelo el nitrógeno. Estos minerales son provistos por las rocas y minerales del suelo, y se hacen aprovechables para uso vegetal por medio del proceso del intemperismo. Así pues los porcentajes de los diferentes nutrientes minerales que son encontrados en el suelo, dependerán de la cantidad de minerales que los continen.

Se puede decir en general que los suelos que contienen cantidades de materia orgánica superiores al promedio, son mas productivos que los suelos bajos en este componente. Igualmente los suelos que contienen relativamente altos contenidos de calcio son por lo general productivos. Un alto contenido en carbonato de calcio puede a pesar de todo tener un efecto a la inversa.

Los suelos que contienen bastante limo y arcilla para colocarlos en las clases de tierras migajón limoso y migajón arcilloso, son por lo regular mas fértiles que los suelos mas arenosos.

EFEITOS DEL NITROGENO.-

Tal vez ningún elemento haya recibido tanta atención como el nitrógeno en estudios relativos a la nutrición vegetal. Se le encuentra en cantidades mayores en partes de plantas jóvenes y en crecimiento, que en los tejidos mas viejos. El nitrógeno es importante en la producción de cultivos en grandes proporciones, hace efecto en las plantas en crecimiento y color, en madurez ,

en calidad y en la resistencia a las enfermedades. Un exceso en N puede fomentar el desprendimiento de granos, lo que disminuye calidad; pero una cantidad normal por lo regular incrementa el volumen de cereales.

EFECTOS DEL FOSFORO.-

La provisión total de fósforo en el suelo es relativamente pequeña y la parte aprovechable es comunmente inferior a las necesidades del cultivo. El P es utilizado mas generalmente en suelos minerales que cualquier otro elemento fertilizante, y es casi siempre el primer elemento que provoca deficiencia después de que el suelo ha sido sujeto al cultivo.

La presencia del fósforo ayuda a la planta a recoger potasio y tiende a contrarrestar los efectos de exceso de Nitrógeno. Un exceso de P, en proporción a los otros nutrientes requeridos, puede hacer disminuir los rendimientos especialmente en suelos mas arenosos. El P hace efectos en las plantas en el desarrollo radicular en el crecimiento, en la capacidad y composición.

EFECTOS DEL POTASIO.-

El contenido total de potasio en el suelo es generalmente alto, pero debido a que son tan pequeñas las cantidades aprovechables, es de enorme interés para los agricultores. El K por lo regular se requiere en grandes cantidades, con mas frecuencia en suelos arenosos.

SUELOS SALINOS Y ALCALINOS.-

Un suelo salino contiene suficientes sales solubles que distribuída en el perfil puede interferir con el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivables.

Un suelo alcalino tiene un alto grado de alcalinidad de ph 8.5 ó mas , ó un alto % de Na intercambiable de 15 % ó mas de manera que el crecimiento de la mayoría de las plantas cultivable se ve restringido. Los suelos con mas de 15 % de Na intercambiable comunmente presentan valores de ph 8.5 ó mas, exceptuando los casos en que otro iones intercambiables son principalmente de H

Segun salinidad:

Clase	Salinidad aproximada	Conductibilidad
No salinos	0 - 0.15 %	0 - 4
Ligeramente salino	0.15 - 0.35	4- 8
Moderadamente salinos	0.35 - 0.65	8 -15
Fuertemente salinos	mas de 0.65	mas de 15

Según estas cuatro clases, los cultivos son:

- No afectados
- ligeramente afectados
- Moderadamente afectados
- Seriamente afectados

DRENAJE.-

Con la referencia al drenaje de los suelos hay que considerar tres aspectos: escorrentía superficial, permeabilidad y drenaje interno del suelo. Por lo general el drenaje, en la mayoría de los casos, se obtiene por las observaciones de campo e inferencias de las propiedades de los suelos. Las clases de drenaje están basadas en aquellas características morfológicas que afectan a los diferentes grados de aereación dentro del perfil del suelo.

CAPACIDAD DE CAMPO.-

Es el tanto por ciento de agua, P_{fc} , que un suelo bien drenado retiene durante un tiempo determinado, después de ser inundado. Esta capacidad depende de un modo determinante de la textura, estructura y contenido en materia orgánica del suelo. En suelos que tienen agua subterránea cerca de su superficie, la capacidad de campo está influenciada por la posición de los niveles freáticos. En momento posterior a un riego, en el que el contenido de humedad del suelo coincide con la capacidad de campo, se calcula que es entre 2 y 5 días, aunque este período de tiempo no puede ser determinado exactamente dados los muchos factores que influyen en el movimiento del agua en el terreno.

EQUIVALENTE DE HUMEDAD.-

Esta es una constante de suelo - humedad que puede determinarse rápidamente en el laboratorio y emplearse como medida aproximada de la capacidad de campo. En breve, basta decir que es el porcentaje de humedad de una pequeña muestra de suelo hú-

medo, 9.5 m.m. de profundidad puede retener cuando se le somete a una fuerza centrífuga 1,000 veces mayor que la fuerza de la gravedad. Esta prueba generalmente dura 30 minutos.

La relación que hay entre capacidad de campo y equivalente de humedad es:

$$Cc = 0.855 HE + 2.62$$

Cc = Capacidad de campo

HE = humedad equivalente

RELACION ENTRE LA CAPACIDAD DE CAMPO Y LA TEXTURA DEL SUELO

Textura	Cap. de campo	Antes del riego	Cap. de campo utilizable	Cap. de almacenamiento en zona radicular
	cm. de agua			
Arenoso-franco	27.5	17.5	10	14
Arcilloso franco	25.9	19.2	6.7	10
Franco gravoso	25.0	15.8	9.2	14
Arenoso franco; arcilloso franco	32.5	25.9	6.6	10
Arenoso franco; arcillo-gravoso franco	26.5	17.5	9.0	14
Arcilloso franco	31.5	25.9	5.6	9
Franco arenoso; franco arcilloso	25.9	20.8	5.1	7.5
Franco arenoso; arcilloso	39.1	30.0	9.1	11.0
Arcilloso franco	34.2	24.2	10.0	12
Arcilloso franco	32.5	25.0	7.5	7
Franco-arcilloso-limoso; franco arcilloso	33.4	28.3	5.1	6
Franco arenoso grueso	21.6	16.7	4.9	7.5
Limoso arcilloso franco; franco	33.4	25.9	7.5	11.4
Franco arenoso fino; franco	33.4	21.6	11.8	18
Franco arenoso-limoso; franco	38.3	29.2	9.1	11
Franco	31.5	23.2	8.3	12.7
Franco en costra gruesa	33.4	20.0	13.4	20.0

PERMEABILIDAD Y TIPO DE MATERIAL BASE.-

Clase de permeabilidad	Textura probable
Muy lento	Muy fino a fino
Lento	" "
Moderadamente lento	Fino a medio
Moderado	Medio
Moderadamente rápido	Ligero
Rápido	Muy ligero
Muy rápido	Muy ligero o gravoso

Muy fino: Arcilla pesada
60 % ó mas de arcilla de 2 micrones

Fina: Arcilla
Arcilla limosa
Areno arcilloso
Franco arcilloso limoso
Franco arcillo pesado

Media Franco arcilloso ligero
Franco limoso
Franco
Franco areno muy fino

Ligero Franco areno fino
Franco arenoso
Arena franca fina

Muy ligero: Arena fina
Arena
Arena gruesa

CLASIFICACION DE LOS SUELOS .-

Los suelo se dividen en dñs grandes grupos:

- a) Suelos aptos para el cultivo
- b) Suelos no aptos para el cultivo

En este "cultivo" se toma en una aceptación amplia incluyendo todo sistema que involucre operaciones de labranza. Un suelo apto para el cultivo significa un suelo trabajable, cuyo uso no tiene factores limitantes muy severos, no es muy abrupto, muy húmedo ó sujeto a grave peligro de erosión.

Se considera ocho clases de capacidad de uso.

- 1) Cuatro clases de suelos aptos para el cultivo

- Clase I
- Clase II
- Clase III
- Clase IV

- 2) Tres clases de suelos aptos para pastizales

- Clase V
- Clase VI
- Clase VII

- 3) Use clases de suelos no aptos ni para pastos o bosques, solo sirve para la vegetación natural

- Clase VIII

Las clases se diferencian unas a otras de acuerdo al "Grado" de las limitaciones permanentes, o al riego involucrado.

CLASE I.- (Tierras muy buenas)

- Suelos aptos para el cultivo sin limitaciones o muy pequeños cuando las presentan.
- Suelos de muy buena calidad para la producción de cultivos de alto rendimiento en forma permanente.
- Sólo requieren prácticas simples de manejo y conservación.

1.- Condiciones de suelos

- Profundas y fáciles de trabajar por su adecuada condición física.
- Buena capacidad retentiva para la humedad .
- Suelos productivos requiriendo sólo una adecuada fertilización para una eficiente extracción de cosechas.
- Pendiente muy ligera.

Sólo requieren prácticas simples de manejo y cultivo (Rotaciones, Abonos verdes)

2.- Erosión nula o muy ligera.

3.- Condiciones de humedad.

- Ausencia de inundaciones.
- Buen drenaje natural o artificial. En caso de drenaje artificial no serán necesarios métodos especiales.
- Requieren irrigación sencilla.

4.- Clima. No debe presentar limitaciones para más adecuado crecimiento de los cultivos de las zonas.

CLASE II.- (Tierras buenas)

Suelos aptos para el cultivo con moderadas limitaciones para uso.

- Suelos buenos.

- Requieren prácticas sencillas de manejo aunque exigen mayores cuidados que los suelos de la clase I. Frecuentemente necesitan una combinación de prácticas.

1.- Condiciones de suelo.-

- Moderadamente profundos.
- Pueden requerir prácticas simples para conservar la humedad.
- Requieren un uso moderado de abonos minerales para aumentar su fertilidad.

Pendientes regulares.

Necesitan prácticas sencillas de manejo tales como:

- Remoción de piedras.
- Rotaciones con inclusión de pastos y leguminosas.
- Labores moderadas de nivelación.

2.- Erosión.-

- Los suelos están sujetos a una erosión moderada por el agua y el viento.
- Entre las prácticas sencillas de conservación se tiene:
 - Labranzas en contorno.
 - Cultivos de fajas.
 - Uso de cultivos de cobertura.

3.- Condiciones de humedad.-

- Suelos de drenaje moderado. Requieren sistemas simples de drenaje debidos a niveles freáticos altos.
- Pueden necesitarse igualmente prácticas sencillas de drenaje debido a acumulaciones de agua por deficiente drenaje externo o inundaciones.
- Se necesitan sólo prácticas sencillas de riego.

4.- Clima.-

- No se presentan limitaciones para los cultivos de la zona.

CLASE III.- (Tierras moderadamente buenas)

- Suelos aptos para el cultivo con **severas** limitaciones para su uso.

- Suelos de mediana calidad.

Se requieren prácticas especiales de manejo e intensivas de conservación.

1.- Condiciones de suelo.

- Los suelos presentan condiciones que permiten ser cultivados regularmente aunque mediante rotaciones y especiales prácticas de manejo.

- Exigen uso intensivo de una fertilización adecuada debido a su baja fertilidad.

Pendientes medianas que exponen al suelo cultivado a riesgos de pérdidas.

Pueden presentar una pedregosidad alta que exige su remoción.

2.- Erosión.-

- Los suelos están expuestos a una erosión fuerte, requiriéndose especiales prácticas de conservación con mayor intensidad que en la clase II.

- Es necesario el empleo de sistemas de cultivo que provean al suelo de una adecuada cubierta vegetal que lo proteja contra la erosión y preserve la estructura del suelo.

Es preciso de cultivos de cobertura.

Se requieren fajas mas estrechas que en los suelos de la clase II

- Construcción de terrazas con protección de sus desagües mediante cubierta vegetal.

3.- Condiciones de humedad.

- Se requieren métodos especiales de riego.

- El drenaje puede ser pobre debido a capas freáticas altas du-

rante ciertas épocas del año.

- Puede acumularse agua superficial debido a un drenaje externo-lento.
- Pueden presentarse inundaciones periódicas.
- Los sistemas de drenaje exigen cuidados especiales.
- En regiones áridas es recomendable el empleo de terraza de absorción cuando la pendiente y la permeabilidad del suelo así lo , exija.

4.- Clima.

- No se presentan limitaciones para los cultivos de la zona

CLASE IV.- (Tierras de drenaje moderado a algo pobre)

- Son suelos que presentan muy severas limitaciones para el cultivo, al cual pueden dedicarse en forma rotacional, siendo preferible dedicarlas al mantenimiento de una vegetación permanente.

- Son suelo de calidad regular.

1.- Condiciones de suelo

- Suelos superficiales
- Suelos muy pedregosos
- Suelos de fertilidad muy baja
- Suelos de permeabilidad o impermeabilidad exagerada
- Las pendientes pueden ser medianas.
- Son suelos menos apropiados para el cultivo que los pertenecientes a las clases anteriores, debiendo dedicarse mayormente al cultivo de forrajeras. Los cultivos en hileras pudieran sembrarse cada 5 ó 6 años y sólo cuando haya escasez de otras tierras mejores.

2.- Erosión.-

- Debido a su pendiente que puede ser hasta de 16 % son suelos expuestos a una severa erosión, por lo que el cultivo es limitado.
- El mejor medio de prevenir la erosión es mediante una vegetación protectora.
Se recomienda mantener la vegetación arbórea en zonas de bosques, salvo en caso que sea necesario deforestar para el pastoreo.

3.- Condiciones de humedad.

- El drenaje puede ser pobre presentándose inconvenientes en el avenamiento como sería el caso en que la napa freática estuviera superficial gran parte del año. Estos suelos solo son buenos para pastizales o bosques, casi en forma permanente, pudiéndose tener otra clase de cultivo solo en forma ocasional.

4.- Clima.

- Lluvias excesivas pueden acrecentar las pérdidas por erosión en zonas de pendientes críticas.
- Así mismo puede haber estacionamiento de agua en zonas bajas cuando se presentan fuertes precipitaciones pluviales

CLASE V.- (Tierras de drenaje pobre)

- Son suelos planos no aptos para el cultivo pero pueden dedicarse sin o con pequeñas limitaciones al mantenimiento de pasturas y bosques.

1.- Condiciones de suelos.

- La pendiente debe ser casi a nivel.
- Suelos muy superficiales.

- Suelos muy pedregosos.
- No permiten un cultivo económico, salvo la producción de pasto.
- Para mantener la capacidad productiva de estos suelos se recomienda tener cuidado en el manejo de los pastos mediante control efectivo del pastoreo. En el caso de bosques debe efectuarse una explotación nacional.

2.- Erosión.

- Los suelos están expuestos a la erosión.

3.- Condiciones de humedad.

Pueden ser suelos húmedos cuyo drenaje no es factible, imposibilitando su cultivo.

- Suelos sujetos a frecuentes inundaciones.

4.- Clima.

- Puede haber casos de suelos fértiles y planos, que debido a la escasez de lluvias no son capaces de producir buenas cosechas, pero sin pastizales.

CLASE VI.- (Tierras misceláneas)

- Suelos no aptos para el cultivo que pueden ser empleados para pastizales o bosques con moderadas limitaciones

1.- Condiciones de suelo.

- Son suelos con pendientes mayores que las de la clase IV
- Pueden ser muy superficiales
- Muchos pastizales pueden exigir fertilización y uso de enmiendas para una buena producción.
- En estos suelos se recomienda:
Pastoreo rotativo para el mantenimiento de la capacidad forrajera de los suelos.

- Conservación de cercos
- 2.- Erosión.
 - Siendo suelos de mayor pendiente están más expuestas a la erosión que los de la clase IV
 - La erosión debe prevenirse manteniendo a la protección de una vegetación permanente.
- 3.- Condiciones de humedad.
 - En esta clase no hay suelos de drenaje deficiente.
 - Pueden emplearse terrajes de adsorción y surcos a nivel para un mejor aprovechamiento de la humedad.

CLASE VI.-

Suelos no aptos para el cultivo que deben dedicarse exclusivamente para pastizales o bosques, con severas limitaciones en su uso.

- 1.- Condiciones de suelo.

Los suelos presentan fuertes pendientes, superficiales, accidentados.

 - Son suelos de regulares a no apropiadas para el pastoreo o explotación forestal.
- 2.- Erosión.
 - Los suelos pueden estar muy erosionados lo que determina su pastoreo limitado o en caso de bosques la explotación forestal debe ser muy estrictamente controlada.
- 3.- Condiciones de clima.
 - En zonas lluviosas muy erosionadas los suelos deberán dedicarse a bosque, debiendo controlarse a la deforestación.
 - En zonas lluviosas es común que los suelos de textura gruesa están

expuestas a la erosión eólica debiendo limitarse al máximo el pastoreo.

CLASE VIII.-

- Son suelos no aptos para el cultivo, ni para la explotación de pastizales o bosques aprovechables.

- Estos suelos deben dedicarse exclusivamente a la vida silvestre.

- Esta clase incluye terrenos muy accidentados, muy pedregosos, dunas y pantanos que no pueden secarse.

CONCLUSIONES DEL INFORME DEL S. C. I. F.

TIPO	PEND. %	Ph	SALINIDAD	HUMEDAD EQUIVAL	CAPACID	TEXTURA	PERMEABILIDAD
As	0.5-1	Moderad. alcalina	No salino	12.6	13.52	Franco arenoso	Moderad. rápido
"	"	Ligeram.	"	5.6	7.47	"	"
"	"	Neutra	"	-	-	Franco	Moderado
"	"	"	"	-	-	Franco-arenoso	Moderad. rápido
As - p	"	Fuertem. te ácida	"	-	-	Franco	Moderado
"	"	neutra	"	-	-	Franco-arenoso	Moderad. rápido
"	"	"	"	-	-	"	"
"	"	Ligeram. alacalin	"	25.0	24.23	Franco-limoso	Moderado
"	"	Neutra	"	22.4	21.99	Franco	"
"	"	"	"	21.0	19.77	Franco-limoso	"
Ca	0.5-1	Moderad. ácida	"	12.7	13.6	Franco-arenoso	Moderad. rápido
"	"	Ligeram. ácida	"	16.3	16.72	Franco	Moderado
"	"	Moderad. ácida	"	15.7	17.06	"	"
"	"	"	"	11.6	12.66	Franco-arenoso	Moderad. rápido
Pr	0.5-1	Moderad. ácida	"	14.8	15.42	Franco	Moderado
"	"	Fuertem. ácida	"	12.8	13.62	Franco-arenoso	Moderad. rápido
"	"	Ligeram. ácida	"	14.6	15.38	"	"
"	"	Neutro	"	14.0	14.73	Franco-arenoso	"
Pa	0.5-12	Moderad. ácida	"	12.1	13.10	"	"

TIPO	PEND %	PH	SALINIDAD	HUMEDAD EQUIV.	CAPACIDAD DE CAMPO	TEXTURA	PERMEABILIDAD
Pa	0.5-12	Neutro	Ligeram. salino	32.0	30.32	Franco-limoso	Moderado
"		Moderad. ácida	No salino	19.7	19.64	Franco	"
"		Neutro	Ligeram. salino	28.4	27.2	Franco-limoso	"
"		Moderad. ácida	No salino	25.1	24.32	"	"
Ch	0.5-1	Fuertem. ácida	"	5.7	7.55	Franco-arenoso	Moderad. rápido
"		"	"	10.8	11.96	"	"
"		"	"	7.0	8.67	"	"
Si	0.5-1	Moderad. ácida	Moderad. salina	55.8	50.87	Franco	Moderado
"		Ligeram. alcalino	"	27.6	26.49	Franco-arenoso	Moderado rápido
"		Fuertem. ácida	Ligeram. salino	26.1	24.9	Franco-limoso	Moderado
In	0.5-1	Ligeram. alcalino	"	52.1	47.77	"	"
"		"	No salino	53.4	48.77	"	"
"		Moderad. ácida	Moderad. salino	60.6	55.02	"	"
"		Neutro	"	-	-	"	"
"		Moderad. salino	Fuertement salino	-	-	"	"
Pu	0.5-7	"	Ligeram. salino	-	-	Franco	"
"		Neutro	"	-	-	Arcillo-limoso	"
"		"	No salino	-	-	Franco	"
Li	0.5-7	Moderad. ácida	"	-	-	Franco-arenoso	Moderad. rápido
"		Ligeram. alcalina	"	-	-	"	"
"		"	Ligeram. salino	-	-	Arcilloso	Moderad. lento

SIGNIFICADO DE LAS INICIALES DE LOS SUELOS.-

Asillo	As	
Calapampa	Ca	
Puruñamarca	Pu	
Sicoata	Si	
Libertad	Li/A	0 a 2 %
	Li/B	2 a 4 %
	Li/C	4 a 7 %
Praga	Pr	
Quitambari	Qu	
Pacastiti	Pa/A	0 a 2 %
	Pa/B	2 a 4 %
	Pa/C	4 a 7 %
	Pa/D	7 a 12%
	Pa/E	mas de 12%
Callahuanca	Ch	
Inampo	In	

CLASIFICACION DE SUELOS.-

Despues de observar los datos obtenidos de los diferentes suelos del proyecto haremos un resúmen, y los clasificamos de acuerdo a sus características principales.

SUELOS I .-

1.-Asillo.- Por su textura ligera, buen drena e y grava superficial sólo ocasionalmente. Pendiente ligera. Reacción Neutra.

SUELOS II.-

2.-Praga.- Por tener buena profundidad y drenaje aceptable. Pendiente ligera. Ausencia de grava superficial. Deficiencia de Nitrógeno y fósforo.

2.-Pacastiti.-Por su pendiente ligeramente ondulada. Reacción Neutra. Drenaje aceptable. Grava superficial.

3.-Libertad.-Por tener una capa de permeabilidad lenta lo que hace su drenaje moderado. Pendiente ligera. Deficiencia de materia orgánica y Nitrógeno.

SUELOS III.-

1.-Cajapampa.-Por su poca profundidad, consistencia suelta. Drenaje excesivo. Contenido de fósforo bajo.

2.-Puruñamarca.-Tiene una capa pesada por lo que el drenaje es defectuoso. Contenido de materia orgánica bajo. Contenido de fósforo bueno.

3.-Inampo.- Pendiente ondulada. Drenaje bueno. No presenta carbonatos. Deficiencia de materia orgánica.

4.-Gila.-Posee drenaje de moderado a bueno. Fases de pendiente irrigable. Deficiencia en materia orgánica y en elementos de fertilidad. Reacción muy ácida

SUELOS IV.-

1.-Sicoata.- Son suelos que fueron pantanos y que por acción de los drenes han perdido agua, al secarse se han agrietado por lo que presenta inconvenientes en la labranza y el riego. Bajo contenido de fósforo. Drenaje algo pobre.

SUELOS V.-

1.-Pitiquita.- Suelos algo pobremente drenados, pues el agua se empoza por buen tiempo en el año, formándose pequeñas lagunas. Abundancia de carbonatos.

SUELOS VI.-

Son todos los lechos de los ríos.

6.- USO ACTUAL DE LAS TIERRAS DEL PROYECTO.-

Según los informes presentados se cultivan el 7 % del área total, careciendo en su gran mayoría de la técnica necesaria.

Actualmente se cultiva como se indica en el cuadro adjunto:

CULTIVO	Has.
Papa	580
Cereales	450
Quinua	370
Cañihua	180
Pastos naturales	4040
En descanso	1100
Totales	6720

7.- CALCULO DE LAS DEMANDAS DE AGUA.-

Basándonos en el estudio del suelo, en el clima de la zona, los mercados de consumo, se ha hecho una distribución tentativa de los cultivos y en base de estos las demandas totales de agua.

Se ha considerado que se sembraran papas con agua de regadío ya que así se obtendrá mayor producción porque se venderá a mayor precio; cebada, trigo y avena, en época de lluvias alfalfa y pastos durante todo el año.

La proporción en la que se han sembrado los diferentes cultivos son:

CULTIVOS	Has.	PORCENTAJE	CLASE DE SUELO
Papas	2,458	36.1 %	II y III
Cebada	1,149	16.9	II
Trigo	1,309	19.2	III
Avena	1,309	19.2	III
Habas	1,309	19.2	III
Alfalfa	2,607	38.4	IV
Pastos	434	6.4	V y VI

Total de Has. físicas: 6,808

Nótese que los porcentajes no suman el 100 %, ya que algunos de los cultivos complementan el año con otros, como se puede apreciar en el calendario agrícola correspondiente. Los porcentajes se interpretan como porcentaje del cultivo correspondiente en el área total cultivado, en un determinado mes.

USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACION.-

Se define comola cantidad de agua transpirada al través de la planta y que sirve para astisfacer sus necesidades fisiológicas mas una cierta cantidad de agua evaporada directamente del suelo al medio ambiente.

Se han hecho experiencias para determinar se paradamente el valor de estas evaporaciones, no habiéndose llegado aún a ninguna conclusión definitiva, mas bién los experimentos llevados a cabo para determinar la cuantía de estas evaporaciones consideradas en conjunto han dado resultados positivos que son empleados para determinar las necesidades de la planta.

DETERMINACION DEL CONSUMO DE AGUA DE LAS PLANTAS/).-

Muchas experiencias se han usado en diferentes épocas para determinar el consumo de agua de las plantas, entre estas podemos citar las siguientes: cultivo de plantas en tanques, cultivo en parcelas, muestras de suelos; cada una de estas métodos han empleado procedimientos distintos con el mismo fin.

Fuera de estos hay otros métodos que se han generalizado en nuestro medio y se basan en datos climatológicos, uno de ellos se debe a los ingenieros Blamey y Criddle que han propuesto una fórmula empírica de mucho valor práctico.

La fórmula mencionada asume que el consumo mensual de agua (U_m) es una función de la temperatura (t) media mensual, del promedio mensual de horas de sol (ρ) expresado en porcentaje y de las

características (K) fisiológicas del vegetal considerado o sea que:

$$U_m = F (t, p, K)$$

Esta fórmula desarrollada toma la siguiente forma:

$$U_m = F \times K$$

Siendo $F = t \times p$

Estando la temperatura en grados Fahrenheit. K es un coeficiente dado en centímetros y que depende de la clase de cultivo.

Si quisiéramos usar grados centígrados el valor de F sería:

$$F = \frac{(1.8t^{\circ} + 32)}{100} p$$

Entonces el consumo mensual en centímetros sería:

$$U_m = K \frac{(1.8t^{\circ} + 32)}{100} p$$

El valor del coeficiente K varía como dijimos con el tipo de cultivo y se le determina experimentalmente.

EFICIENCIA DE RIEGO.-

Siempre sucede en la práctica que la cantidad que necesita la planta (A_n) es menor que la cantidad de agua puesta en la cabecera (A_a) del lote, esto debe entre otros factores a las pérdidas por percolación y de escorrentía; a la relación

entre estas cantidades de agua se denomina eficiencia de riego.

$$E_r = \frac{A_n}{A_a}$$

El valor de E_r depende también de la habilidad con que se maneje el agua; en nuestro medio se considera que tiene valores comprendidos entre 0.40 y 0.60

Debe tenerse en cuenta que estas pérdidas son diferentes de las que se producen por conducción en los canales principales y secundarios.

Se recomienda el uso del método de Blanney y Criddle, cuando se trata de monocultivos o cuando se tiene perfectamente definidos los agrotipos que constituyen las cosechas.

La determinación de las necesidades de agua empleando este método supone que los estudios agroeconómicos son lo suficientemente completos no solo para la determinación de los cultivos tipos, sino también para precisar la extensión que debe dedicarse a cada uno de ellos, en función de la capacidad productiva y de otros aspectos relacionados con el mercado, capacidad económica o colonización etc.

Al iniciarse el estudio de un proyecto de irrigación, no se cuenta con los elementos suficientes para discriminar sobre los agrotipos, quedando muchas veces a simple apreciación del proyectista su determinación, lo que hace que las demandas de agua puedan tener variaciones sustanciales de acuerdo al criterio

de los proyectistas.

Por las razones expuestas se recomienda para los estudios generales y de cultivo diversificado el método Thornthwaite, que elimina el factor de apreciación personal, mientras no se disponga de exhaustivos estudios agroeconómicos.

Para el estudio de este proyecto se ha usado el método de Blanney y Criddle ya que los cultivos están prácticamente definidos por la ganadería y el consumo del pueblo mismo, por esto se ha escogido alfalfa y cultivos alimenticios de primera necesidad, lógicamente estos cultivos están definidos por el clima.

En la aplicación de cualquiera de estos métodos debe tenerse en cuenta que los resultados que ellos ofrecen son solamente valores de orientación ya que las fórmulas empleadas no incluyen todos los factores de incidencia y porque para su correcta aplicación debetenerse en cuenta la eficiencia de riego, la que a falta de experiencia se toma de acuerdo a valores obtenidos en otros lugares no siempre semejantes a la zona que se estudia.

Sin embargo, cuando no se ha efectuado experiencias de demandas de aguas los métodos de uso consuntivo ofrecen los elementos necesarios la formulación del proyecto dando, como se ha indicado, valores de orientación, indispensables para la determinación y extensiones irrogables de acuerdo a las disponibilidades de agua.

Utilizando el método de Thornthwaite, en algunos países

se han formado las isopletras de demandas de agua, de gran aplicación en estudios generales, principalmente en los de reconocimiento o preliminares.

Para la aplicación del método de Thornthwaite, es necesario conocer:

- a) Latitud del lugar
- b) Temperatura media mensual
- c) Período vegetativo (para estudios generales se toma todo el año)

Se procede de la siguiente manera:

- 1.- Con la fórmula $i = \left(\frac{T}{S} \right)^{1.514}$ ó haciendo uso de una tabla equivalente se calcula los índices de eficiencia térmica de la temperatura mensual.
- 2.- Se suman los índices de todos los meses (caso general) y se obtiene la eficiencia térmica anual (ETA)
- 3.- En un nomograma correspondiente se determina la evapotranspiración potencial mensual, en función de ETA y de la temperatura media mensual.
- 4.- Se ajusta los valores así obtenidos mediante una tabla, desde que el nomograma da valores para meses de 30 días y 12 horas de sol diarias y no todos los meses tienen el mismo número de días y el mismo promedio de insolación diaria.
- 5.- Se suman las evapotranspiraciones mensuales ajustadas y se obtiene la evapotranspiración anual.

6.- Cuando se trata de temperaturas medias mensuales de mas de 26.5° se utiliza la tabla N^o 3 en lugar del nomograma

Aplicando cualquiera de los dos métodos anteriores, puede determinarse en forma muy aproximada el volúmen total de agua necesario para una irrigación.

Para determinar la capacidad de los canales principales y secundarios, así como de las estructuras de conducción y control es conveniente transformar las necesidades volúmetricas en gasto (m^3/seg) y por lo tanto a estas necesidades expresadas en $m^3/seg \times Ha$ se le denomina módulo de riego.

DETERMINACION DEL MODULO DE RIEGO.-

Para su determinación, conocido ya el calendario agrológico, la distribución de cultivos en porcentaje del área total, y el consumo de cada uno de ellos para cada mes en centímetro de agua por $10,000 m^2$; a éste producto se le divide entre el número de segundos que tiene el mes considerado como el de máxima demanda, y el resultado nos dará el módulo de riego en $m^3/seg \times Ha$.

DETERMINACION DEL USO CONSUNTIVO

MESES	t ^o	p	PAPAS K=1.91	CEBADA TRIGO ALFALFA K=2.15	PASTO K=1.91	QUINUA K=1.65	HABAS K=1.78
Enero	13	9.03	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91
Febrero	12	7.96	9.24	10.41	9.24	7.99	8.62
Marzo	13	8.53	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91
Abril	13	7.99	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91
Mayo	13	8.03	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91
Junio	10	7.65	8.62	9.71	8.62	7.45	8.05
Julio	10	7.97	8.62	9.71	8.62	7.45	8.05
Agosto	9	8.16	8.31	9.35	8.31	7.18	7.74
Setiembre	12	8.17	9.24	10.41	9.24	7.99	8.62
Octubre	13	9.03	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91
Noviembre	12	8.17	9.24	10.41	9.24	7.99	8.62
Diciembre	13	9.03	9.55	10.76	9.55	8.25	8.91

Después de determinar el uso consuntivo de cada cultivo hallamos los porcentajes en que van a ser cultivados según la clase de suelo:

Suelo II: 1149 Has.	16.9 %
Suelo III: 2618 Has.	38.4 %
Suelo IV : 2607 Has.	38.3 %
Suelo V-VI: 434 Has.	6.4 %

Según esto:

Papas de 1 ^a .	16.9 %	Todo suelo II.
Papas de 2 ^a .	19.2 %	Mitad del suelo III.
Cebada :	16.9 %	Todo suelo II.
Trigo :	19.2 %	Mitad del suelo III.
Avena :	19.2 %	Mitad del suelo III.
Legumbres :	19.2 %	Mitad del suelo III.
Alfalfa :	38.3 %	Todo el suelo IV.
Pastos :	6.4 %	Todo el suelo V y VI.

Los cultivos marcados se sembrarán en época de sequía ó sea con agua de riego, los demás en época de lluvias, menos alfalfa y pastos que se siembran todo el año.

Suponemos luego que tenemos una Ha. de terreno sembrada con cada uno de los cultivos en los porcentajes correspondientes, en un mes determinado; así hallamos la cantidad de agua que necesitamos en para una Ha. en el mes correspondiente, así hallamos las necesidades en cada mes del año, con lo que hallamos el mes de máxima demanda, así elaboramos el cuadro siguiente.

CONSUMO MENSUAL DE AGUA POR Ha. EN cm.

Meses	Enero	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Seti.	Octu.	Nov.	Dic.
°C Temperatura media mensu.	13	12	13	13	13	10	10	9	12	13	12	13
Horas de sol (p)	9.03	7.96	8.53	7.99	8.03	7.65	7.97	8.16	8.17	8.72	8.68	9.11
Um papas 1 (K=1.91) por Ha.	---	---	---	9.55	9.55	8.62	8.62	8.31	9.24	---	---	---
Um papas 1 por % de Ha 16.9	---	---	---	1.61	1.61	1.46	1.46	1.40	1.56	---	---	---
Um papas 2 (K=1.91) por Ha.	---	---	---	9.55	9.55	8.62	8.62	8.31	9.24	---	---	---
Um papas 2 por % de Ha 19.2%	---	---	---	1.83	1.83	1.66	1.66	1.60	1.77	---	---	---
Um cebada (K=2.15) por Ha.	10.76	10.41	10.76	---	---	---	---	---	---	10.76	10.41	10.76
Um cebada por % de Ha 16.9%	1.82	1.76	1.82	---	---	---	---	---	---	1.82	1.76	1.82
Um trigo (K=2.15) por Ha.	10.76	10.4	10.76	---	---	---	---	---	---	10.76	10.41	10.76
Um trigo por % de Ha 19.2%	2.07	2.00	2.07	---	---	---	---	---	---	2.07	2.00	2.07
Um quinua (K=1.65) por Ha.	8.22	7.99	8.25	---	---	---	---	---	---	8.25	7.99	8.25
Um quinua por % de Ha 19.2%	1.58	1.53	1.58	---	---	---	---	---	---	1.58	1.53	1.58
Um habas (K=1.78) por Ha	---	---	---	8.91	8.91	8.05	8.05	7.74	8.62	---	---	---
Um habas por % de Ha 19.2%	---	---	---	1.71	1.71	1.55	1.55	1.49	1.66	---	---	---
Um alfalfa (K=2.15) por Ha	10.76	10.41	10.76	10.7	10.76	9.71	9.71	9.35	10.41	10.76	10.41	10.76
Um alfalfa por % de Ha 38.3%	4.12	3.9	4.12	4.12	4.12	3.72	3.72	3.58	3.99	4.12	3.99	4.12
Um pastos (K=1.91) por Ha	9.55	9.24	9.55	9.55	9.55	8.62	8.62	8.31	9.24	9.55	9.24	9.55
Um pastos por % Ha 6.4 %	0.61	0.59	0.61	0.61	0.61	0.55	0.55	0.53	0.59	0.61	0.59	0.61
Necesidad mensual teórica	10.20	9.87	10.20	9.88	9.88	8.94	8.94	8.52	9.57	10.20	9.87	10.20
Necesidad real práctica	17.00	16.5	17.00	16.47	16.47	14.9	14.90	14.3	15.95	17.0	16.45	17.0

Febrero	5.14	m ³ /seg
Marzo	4.90	"
Abril	4.93	"
Mayo	4.8	"
Junio	4.5	"
Julio	4.35	"
Agosto	4.17	"
Setiembre	4.82	"
Octubre	4.90	"
Noviembre	4.8	"
Diciembre	4.90	"

hemos hecho algunos riegos de cultivos y de Has. para ver las diferencias de demandas de agua.

Papas	2,458	Has.
Cebada	1,149	"
Trigo	1,309	"
Quinua	1,309	"
Legumbres	1,309	"
Alfalfa	2,607	"
Pastos	434	"

Total $U_m = 9.88$ cm.
 Necesidad = ~~4~~.93 m³/seg.

0

Papas	2,458	Has.
Cebada	1,149	"
Trigo	1,309	"

Quinua	1,309	Has.
Legumbres	1,309	"
Alfalfa	1,304	"
Pastos	1,737	"

Total $U_m = 9.39$ cm.
Necesidad = 4.72 m³/seg

0 ———

Disminuyendo 434 Has al suelo VI

Papas	2,458	Has
Cebada	1,149	"
Trigo	1,309	"
Quinua	1,309	"
Legumbres	1,309	"
Alfalfa	1,304	"
Pasto	1,303	"

Total $U_m = 9.77$ cm.
Necesidad = 4.6 m³/seg

0 ———

Papas	1,149	Has.
Cebada	1,149	Has
Trigo	1,309	"
Quinua	1,309	"
Legumbres	1,309	"
Alfalfa	1,304	"

Avena 1,309 Has

Pasto 1,309 "

Total $U_m = 9.20$ cm

Necesidad = 4.57 m³/seg

Después de haber hallado las demandas de agua, los comparamos con los aportes. Respecto a aforos del río San Antón, con el único dato que contamos es que en estiaje el río trae $4 \text{ m}^3/\text{Seg.}$ Para trabajar con mayor coeficiente de seguridad, supondremos que hay estiaje de Abril a Noviembre.

En época de lluvias, no se necesita agua de río para riego luego, durante esta época almacenaremos agua en Cotarsaya y Aricoma para el riego en estiaje.

No se ha tomado en cuenta los derechos de tercero ya que el río es afluente del Azángaro, e inmediatamente que pasa por Asillo se une a éste.

Los siguientes cuadros se han elaborado para determinar las aportaciones de las dos lagunas.

En Aricoma, se considera que el embalse está lleno al iniciarse el proceso, se considera además que durante los meses de Enero, Febrero y Marzo no se tomarán estas aguas; en Abril se hace llegar a la bocatoma de Inampo, la cantidad necesaria para complementar el riego, lo mismo en los meses de Mayo a Setiembre. Estudiando la hidrología de Aricoma vemos que contamos con $27.05 \times 10^6 \text{ m}^3$ anuales, pero tomaremos solo $15.75 \times 10^6 \text{ m}^3$ que descontando el 15% que se pierde por evaporación e infiltración nos queda 10.5×10^6 con lo que iniciamos el proceso, así tenemos asegurada la irrigación hasta Setiembre.

En Cotarsaya, también se considera que el embalse está lleno al iniciarse el proceso, durante los meses de lluvia no hay evaporación

ciónni necesidades de cultivo, a partir d Abril se considera pérdidas por evaporación en el embalse igual a 4 m.m. diarios hasta el mes de Octubre en que se utiliza para completar las demandas de Octubre y Noviembre, en Diciembre ya se usa agua de lluvia.

CUADRO DE EMBALSES EN COTARSAYA

MESES	MASAS APORTADAS $m^3 \times 10^6$	MASAS CONSUMIDAS $m^3 \times 10^6$	MASAS EVAPORADAS $m^3 \times 10^6$	MASAS EN CONSUMO TOTAL $m^3 \times 10^6$	DEFICIT $m^3 \times 10^6$	SUPER-HABIT $m^3 \times 10^6$	VOLUMEN EMBALSA $m^3 \times 10^6$	MASAS ELIMINADAS POR EL ALIVIADERO $m^3 \times 10^6$
Enero	16.0704	---	---	---	---	16.070	7.44	---
Febrero	15.552	---	---	---	---	15.552	7.44	---
Marzo	16.070	---	---	---	---	16.070	7.44	---
Abril	---	---	0.1368	---	---	7.303	7.303	---
Mayo	---	---	0.1362	---	---	7.1669	7.167	---
Junio	---	---	0.1358	---	---	7.0311	7.031	---
Julio	---	---	0.1352	---	---	6.896	6.896	---
Agosto	---	---	0.1344	---	---	6.762	6.762	---
Setiembre	---	---	0.1339	---	---	6.628	6.628	---
Octubre	---	2.929	0.1333	3.062	---	3.062	3.565	---
Noviemb.	---	2.074	0.1132	2.187	---	2.187	1.378	---
Diciemb.	16.070	---	---	---	---	16.070	7.44	---

CAPITULO IV.- ESTUDIOS DE INGENIERIA

- 1.-Represas; Ubicación, selección del tipo de represa, diseño preliminar, dimensiones del aliviadero, topografía del vaso y de la boquilla; características geológicas del vaso y la boquilla.
- 2.-Estructuras de Derivación: Ubicación y diseño preliminar de las siguientes estructuras: tomas, sifones, rápidas, caídas y alcantarillas.
- 3.-Canales: Ubicación, diseño, necesidades de revestimiento.
- 4.-Sistema de distribución y drenaje agrícola.

1.- REPRESAS.-

En el estudio del proyecto Asillo tenemos necesidad de dos represamientos: Aricoma y Cotarsaya, sólo hacemos el diseño preliminar de la presa necesaria en Cotarsaya ya que contamos con el plano topográfico del vaso y también por que es mas grande que el de Aricoma.

La presa estará ubicada en el lugar indicado en el plano, en la cota 3916, el agua llegará hasta la cota 3919.2 Será construída de tierra; con sección trapezoidal, con taludes mas o menos tendidos, el ancho de la coronación es el ancho del lado menor del trapecio, dimensionado siempre ampliamente. El material para la presa es del lugar ya que la tierra existente es altamente arcillosa. La impermeabilización se fía o al macizo total o a un espaldrón aguas arriba o a un núcleo central de material seleccionado o de hormigón. En el caso del proyecto, el núcleo será relleno de arcilla compactada.

Las dimensiones que se adoptan para el perfil de las presas de tierra no se deducen de cálculos matemáticos, y las modernas técnicas de Geotecnia sólo dan una idea de la estabilidad de los taludes previamente fijados. Se determinan por los resultados que proporciona la experiencia, basada en presas existentes y teniendo en cuenta las de otras que se arruinaron. Este procedimiento es excelente si se pudiera repetir en la presa que se proyecta, las mismas circunstancias que en aquella o aquellas que han permanecido estables. En la imposibilidad que esto ocurra, el proceso suele ser: dimensionando con arreglo a la experiencia, comprobación de la estabilidad de sus taludes por las

modernas teorías geotécnicas, previo conocimiento de la característica de los materiales que la van a construir, y control cuidadoso en la puesta en obra para que se cumplan las condiciones mínimas en la comprobación.

TALUDES.-

El Reglamento de Presas de Arizona (E. E. U. u.) de 1932 da como taludes mínimos los siguientes:

Para altura de presa de 4.5 a 12 m	Aguas arriba 2/1	Aguas abajo 1.5/1
------------------------------------	---------------------	----------------------

El Reglamento de Presas Italiano, de Octubre de 1,931, fija hasta 12 m de altura un talud mínimo de 2/1

ANCHO DE LA CORONACION.-

Se fija este ancho para dar mayor volúmen a la presa y aumentar así su estabilidad, para tener mayor resistencia contra los deterioros del oleaje y para establecer los servicios que sean necesarios sobre la presa.

El Código de Presas de Arizona fija como anchos mínimos en la coronación los siguientes:

Presas hasta de 12 m3.00 m

El Reglamento Italiano fija un mínimo de 2.50m y como regla práctica 1/4 de la altura.

Pagliarri, del estudio de 92 presas, encuentra el valor mínimo de 3.00 m para presas menores de 20 m de altura.

RESGUARDO.-

Garantiza el que el agua no pueda verter por encima de la presa, condición primordial en este tipo de presas; y no basta con esto; es necesario que quede un cierto margen, que por lo menos debe ser de 1.50 m entre la cúspide de la máxima ola que se pueda formar y la coronación, para evitar que al romper erosione y arruine con ello la presa.

Stevenson da una fórmula para determinar la altura de la ola h, que pasada a unidades métricas, es:

$$h = 0.76 + 0.34 V F - 0.26 F$$

en la que h está en metros y F es la longitud máxima del embalse en línea recta en kilómetros. La indicada fórmula da valores bastante exactos, según observaciones hechas en algunos embalses, y cuando F 18 Km. puede reducirse al segundo término.

En el código de Presas de Arizona se propone un valor de $h_1 = 1.5h$.

Justín indica como desnivel entre el labio del aliviadero y la coronación de las presas las cifras siguientes:

En presas bajas.....0.90 a 1.5 m
En presas medianas.....1.80 a 3.0 m
En presas grandes.....3.00 a 9.0 m

En el caso del proyecto no se considera altura de olas porque el embalse es relativamente pequeño y sólo tomaremos como resguardo 1.50 m.

PROTECCION DEL PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA CONTRA LA EROSION POR
EL OLEAJE.-

Se realiza con escollera ya vestida y dejándola como cae en espesores de 45 a 50 cm, ya arreglada a mano, haciendo una verdadera manpostería en seco en espesores de 25 a 15 cm. Muchas veces cuando no es de temer oleaje fuerte se emplea grava en espesores de 0.30 a 0.75 cm

El hormigón armado no suele usarse en presas de tierra; se ha usado en las de escollera, por tener menores asientos.

DISEÑO PRELIMINAR.-

El Diseño preliminar de la presa, la haremos teniendo en cuenta las reglamentaciones antes expuestas y considerando además que se trata de una presa pequeña:

Cálculo de la altura:

Altura de aguas.....	3919.20 - 3916.00	$\frac{1}{4} =$	3.20 m
Resguardo			1.50
Total			4.70 m

Taludes:

Aguas arriba	2 / 1
Aguas abajo	2 / 1

Coronación:

Ancho de la coronación	3.00 m.
------------------------------	---------

ALIVIADERO.-

El aliviadero en este caso funcionará en el lapso de tiempo que se malogre la hidroeléctrica o en el caso de que no funcione y el canal principal siga descargando su gasto, ya que el agua embalsada descarga por la tubería de presión un gasto igual al apotado es decir de $6 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Se ha adoptado un vertedero de demasías de capacidad de descarga de $6 \text{ m}^3/\text{seg}$, tendrá la forma de un canal trapezoidal una de cuyas alas se rebaja hasta la cota 3919.20 en una longitud de 10 metros, de tal manera que funcionará como un vertedero lateral; se ha adoptado esta forma porque el embalse tiene muy poca carga de agua lo que no permite desaguar la cantidad necesaria si el aliviadero fuese frontal.

TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA DEL VASO.-

La topografía del vaso puede verse en plano topográfico correspondiente.

La geología nos expone que morfológicamente es una laguna somera, distante 1Km del Campamento Progreso. Los afloramientos rocosos son volcánicos superficialmente alterados y se exponen hacia el Nor-este de la laguna y las sedimentarias representadas por areniscas y conglomerados. La laguna presenta laderas estables y una cuenca de recepción limitada local, con alimentación superficial durante las lluvias, permanece en toda época con agua permanente.

2.- ESTRUCTURAS DE DERIVACION.-

a) BOCATOMA.-

La principal estructura de derivación que se ha hecho es la bocatoma de Inampo para la captación de las aguas que servirán para la irrigación. Se derivará del río San Antón $6 \text{ m}^3/\text{seg}$

La bocatoma consta de tres partes principales.

- a) Barraje móvil
- b) Barraje fijo
- c) Toma

Se ha considerado dos tipos de barraje, debido a que el ancho del río es de 350 metros aproximadamente en la zona de captación. El barraje móvil actuará en el río como canal de limpia, pero para efectos de la captación se ha considerado que el canal de limpia será el desrripiador que se encuentra en el primer rebose como se ve en los planos correspondientes.

El barraje móvil consta de tres compuertas sostenidas por pilares construídos en el lecho del río, sobre zapatas muy grandes para prevenir la socavación que es sumamente fuerte. Las dimensiones de las compuertas es de $6.10 \times 2.40 \text{ m}$ y los pilares de concreto tienen un ancho de 2.00 m , una longitud de 3.40 y una altura de 5.50 .

El barraje de enrocado será construído para disminuir el ancho del río en estiaje. Será construído con núcleo de concreto y espaldrón de arcilla, en una longitud de 315 metros. Debido a que el río divaga en esta zona, este barraje nos servirá para impedir cambios en su curso.

La toma será de tipo pantalla frontal, con cámara moderadora y doble rebose, con tres compuertas y canal de limpia.

La pantalla frontal tendrá una ventana de 5.40 m. por 0.80 m. Los dos reboses estarán a 1m sobre el piso.

Las compuertas de la toma estarán situadas sobre el segundo rebose, y tendrán ventanas de dimensiones de 1.40 m. por 0.80 m. separadas por pilares de 0.60 m.

CALCULO DE LA MAXIMA AVENIDA DEL RIO SAN ANTON.-

El río San Antón pertenece a la cuenca del río Ramis, como no se tiene aforos del San Antón, hemos hecho el estudio hidrológico del Ramis y por relación de áreas de cuencas obtenemos la máxima avenida del San Antón.

Para calcular la máxima avenida existen varios métodos: Curva de duración, Método de Fuller, Método probabilístico de Gumbel, para nuestros cálculos hemos utilizado el último.

En el registro de aforos se tiene datos del río Ramis sólo desde 1,956 hasta 1,965, para trabajar con mayor aproximación se ha tomado las máximas descargas instantáneas diarias en los tres meses de mayor precipitación, tres máximas por cada mes es decir nueve datos por año, los datos iguales no se toman en cuenta para el cálculo final.

Cuenca del río Ramis: 15,500 km²

Cuenca del río San Antón: 4,500 km²

AFOROS DEL RYO RAMIS.- (En m³/seg)

E	1,956	Enero:	155.200	155.150	145.700
		Febrero	246.600	242.750	240.800
		Marzo	63. 200	62.550	62.100
	1,957	Febrero	267.700	257.700	252.600
		Marzo	140.800	140.800	138.300
		Abril	168.000	168.000	128.000
	1,958	Enero	355.000	344.500	344.500
		Febrero	413.000	403.000	398.200
		Marzo	440.000	432.600	431.100
	1,959	Febrero	235.950	231.350	226.750
		Marzo	445.200	432.600	432.600
		Abril	295.600	286.500	278.750
	1,960	Enero	478.000	458.000	454.000
		Febrero	462.000	446.000	442.000
		Marzo	192.000	187.800	187.800
	1,961	Enero	265.400	253.400	270.400
		Febrero	262.400	243.650	244.000
		Marzo	390.000	377.000	344.000
	1,962	Enero	294.600	298.000	295.000
		Febrero	410.000	410.000	410.000
		Marzo	452.000	452.000	452.000
	1,963	Enero	351.000	351.000	349.500
		Febrero	347.600	347.600	346.400
		Marzo	315.000	310.000	310.000
	1,964	Enero	328.000	318.000	307.000
		Febrero	448.800	448.000	430.500
		Abril	302.500	244.200	205.000
	1,965	Enero	231.000	220.000	210.000
		Febrero	200.000	199.000	197.000
		Marzo	365.000	347.000	342.400

La ecuación de la recta de Gumbel es:

$$y = \alpha (x - x_0)$$

en la que: y está dada por:

$$P = e^{-e^{-y}} \quad \text{en la que } P = \frac{T-1}{T}$$

$$\text{Para 50 años : } P = \frac{50-1}{50} = 0.98$$

$$\text{Para 100 años: } P = \frac{100-1}{100} = 0.99$$

$$\begin{aligned} \text{Así hallamos y: } & 0.98 = e^{-e^{-y}} & e^{-y} = x \\ & 0.98 = e^{-x} \\ & x = 0.02 \\ & e^{-y} = 0.02 \\ & \underline{y = 3.91} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.99 &= e^{-x} \\ x &= 0.01 \\ e^{-y} &= 0.01 \\ \underline{y} &= \underline{4.6} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_0 &= M - K\sigma \\ \sigma &= \sqrt{\frac{s(Q-\bar{Q})^2}{n}} \\ \alpha &= \frac{\sigma\pi}{\sigma} \end{aligned}$$

$$\bar{Q} = 303.9 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Valores $(\bar{Q} - Q)^2$:

1,956: 22,050	1,960: 12,450
22,040	13,450
25,000	1,480
3,275	2,550
3,725	1,720
3,990	3,630
57,900	7,810
58,100	5,660
58,300	1,961: 1,620
1,957: 1,219	87
2,130	11,250
2,630	22,000
25,650	2,215
27,400	2,085
2,615	1,910
1,650	1,805
11,930	123
9,810	1,962: 37
1,958: 8,900	10,760
18,550	10,990
16,580	1,400
16,110	3,740
4,600	1,865
5,250	1,455
5,930	1,963: 5,300
1,959: 20,000	7,030
30,600	8,800
24,100	580
22,500	199
25,000	10
20,000	21,000
19,050	16,000

1,965: 18,400	1,965: 36
30,900	81
67	79
304	3,555
630	9,790
1,122	1,457
3,590	25,300
	22,300
	20,150

$$S (Q - \bar{Q})^2 = 837,180$$

$$n = 74$$

$$\frac{S(Q-\bar{Q})}{n} = 11,313$$

$$\sqrt{\frac{S(Q-\bar{Q})}{n}} = 106.5$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{106.5} = 0.012$$

$$x_0 = 303.9 - 0.45 \times 106.5$$

$$x_0 = 256.0$$

Para 50 años: $y = 3.91$

$$y = 0.012(x-256)$$

$$3.91 = 0.012(x-256) \quad x = 582 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Para 100 años $y = 4.6$

$$4.6 = 0.012(x-256)$$

$$x = 643 \text{ m}^3/\text{seg}$$

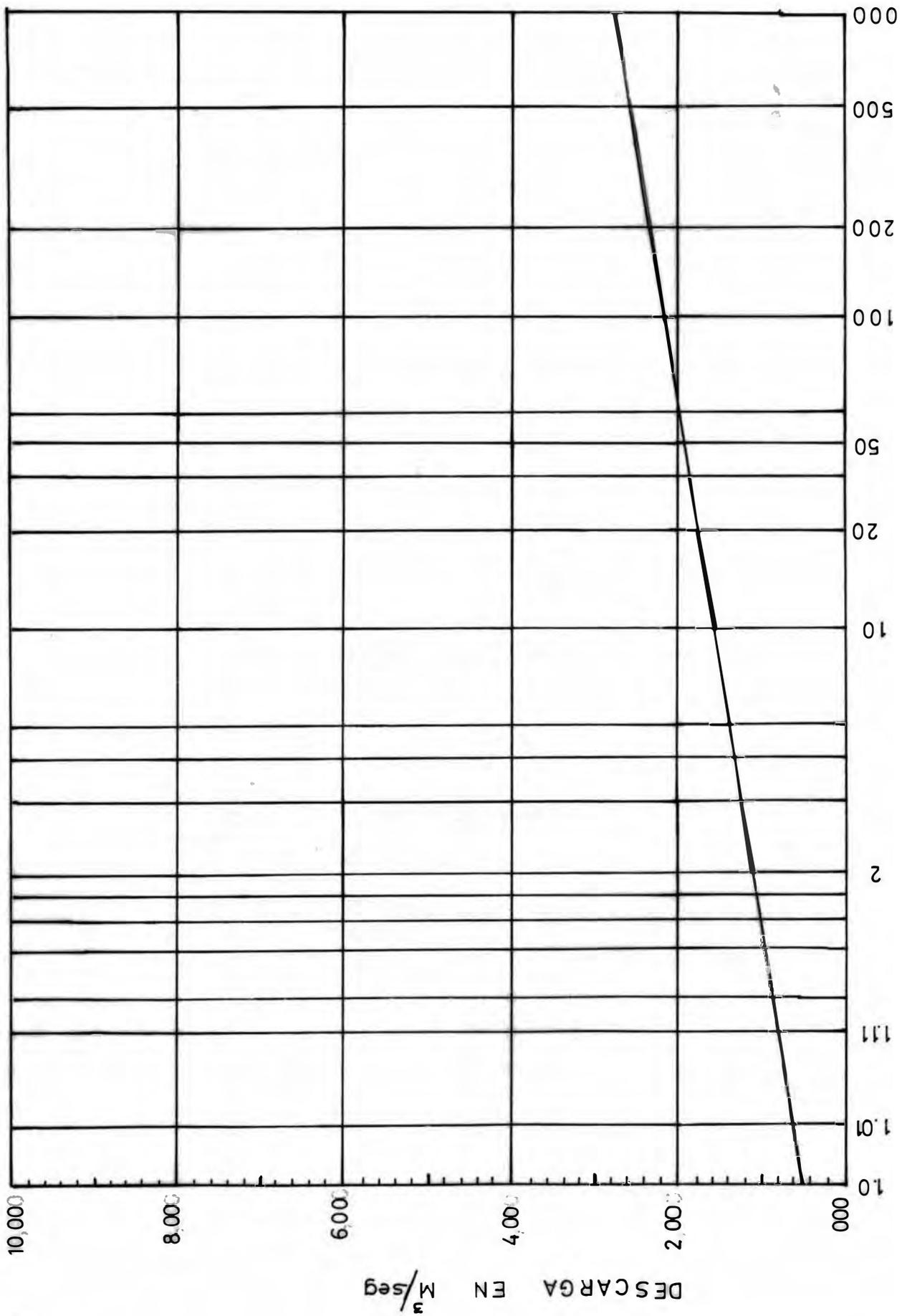
Estas máximas halladas son para el río Ramis, luego hacemos una relación de áreas, ya que por pertenecer a la misma cuenca tienen las mismas características; las máximas del río San Antón será :

$$\text{Para 50 años: } 582 \times \frac{4.5}{15.5} = x = 194 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Para 100 años: } 643 \times \frac{4.5}{15.5} = x = 214 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Estos valores los llevamos a la recta de Gumbel para tener las descargas para cualquier período de retorno.

GRAFICO DE GUMBELL



-Cálculo de la altura de los muros de encauzamiento.-

Antes de hallar la carga de agua que pasa por el vertedero, hallaremos el gasto que pasa por las compuertas, suponiendo que en avenidas abren las tres compuertas del barrage móvil:

$$Q = V A$$

$$V = \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n}$$

$$A = \frac{6.10 \times 3 \times 1.9}{1.9} \quad 1.9 = \text{altura de barrage}$$
$$A = 34.8 \text{ m}^2$$

$$p = 6.10 \times 3 + 2 \times 1.9$$

$$p = 22.1$$

$$r = \frac{34.8}{22.1}$$

$$r = 1.56 \quad r^{2/3} = 1.35$$

$$s = 0.005 \quad s^{1/2} = 0.007$$

$$n = 0.03$$

$$V = \frac{1.35 \times 0.07}{0.03}$$

$$V = 3.15 \text{ m/seg}$$

$$Q = 3.15 \times 34.8$$

$$Q = 109.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Este gasto descontamos al gasto máximo en 100 años para hallar la carga de agua:

$$Q = 214 - 109.5 = 104.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = C H^{3/2} L$$

$$Q = 104.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$H = ?$$

$$C = 1.8$$

$$L = 333 \text{ m}$$

$$104.5 = 1.8 \times H^{3/2} \times 333$$

$$H = 0.31 \text{ m.}$$

Altura de muros:

Altura de barrage	1.90 m.
Tirante	0.31
Seguridad	<u>0.50</u>
Total	2.71 m.

Si suponemos el caso de que las tres compuertas esten cerradas en la máxima avenida, tendremos aún mas desfavorable el caso.

$$Q = 214 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$C = 1.8$$

$$L = 333 \text{ m.}$$

$$214 = 1.8 \times H^{3/2} \times 333 \dots\dots\dots H = 0.50 \text{ m.}$$

ALTURA DE MUROS : 3.00 metros

CALCULO DE LAS VENTANAS DE CAPTACION.-

Supo nemos que tiene 0.80 de altura y que trabaja sin carga de agua ó sea como vertedero:

$$Q = C L H^{3/2}$$

Por cada ventana pasa un gasto de 2 m³/seg

$$Q = 2$$

$$2 = 2 L 0.8^{3/2}$$

$$L = 1.40 \text{ m}$$

CALCULO DE LA PANTALLA FRONTAL.-

Con el mismo criterio, calculamos el gasto que pasa por la pantalla para un largo igual a tres ventanas mas dos pilares de separación:

$$Q = 2 \times (3 \times 1.4 + 2 \times 0.6) \times 0.8^{3/2}$$

$$Q = 10.8 \times 0.71$$

$$Q = 7.68 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Volúmen que debe salir por el canal de limpia:

$$V = 7.68 - 6.00$$

$$V = 1.68 \text{ m}^3/\text{seg}$$

CALCULO DE LA ABERTURA DE LA COMPUERTA EN EL CANAL DE LIMPIA.-

Lo calculamos como si fuera orificio sumergido

$$Q = C A \sqrt{2g \cdot h}$$

$$1.68 = 0.6 (1 \times X) 4.43 \sqrt{1.8 - \frac{x}{2}}$$

$$0.635 = X \sqrt{1.8 - \frac{x}{2}}$$

$$x = 0.52 \text{ m.}$$

CONSTRUCCIONES EN EL CANAL.-

a) SIFONES.-

Se han diseñado dos sifones en el canal madre, para cruzar dos quebradas que no se pueden salvar por su parte superior.

El primero de ellos, tiene una longitud de treinta metros y está situado en el Km 1 + 907; el segundo tiene una longitud de 31.2 m y se encuentra ubicado en el Km 5 + 295

b) ALCANTARILLAS.-

El canal madre cruza dos pequeñas quebradas mediante las siguientes alcantarillas:

Km 5 + 160

Km 5 + 948

c) RAPIDAS.-

Existe una rápida natural a la entrada de la laguna de Cotarsaya. Solo hay necesidad de revestir con albañilería de piedras.

3.- CANALES.-

Los canales sirven para conducir, con fines diversos, masa de agua derivadas de los álveos naturales de los ríos, torrentes, lagos, embalses artificiales, o del subsuelo mediante captación corre s pondiente.

El caudal en los canales de riego y de drenaje, es variable disminuyendo en los primeros a medida que se avnza en ellos y aumentando en los segundos. Por ello varía de igual modo la sección transversal.

Otra diferencia entre estas dos clases de canales es que el nivel de aguas debe mantenerse en los de riego, por encima del terreno a regar, mientras que en los de drenaje debe situarse por debajo del terreno a sanear. La pendiente de estos últimos va disminuyendo desde aguas arriba a aguas abajo, mientras que la del primero puede ir aumentando. Los canales de drenajese sitúan en la línea mas baja del terreno, y los de riego en las mas alto posible.

TRAZADO DE CANALES.-

Conocidos eñ principio y fin de los canales, claro está que la solución en línea recta es la que daría menos desarrollo y menos pérdida de salto. Pero esto casi nunca es posible por el aumento de costo que significaría el movimiento de tierras y las obras de fábrica que habría que hacer para salvar los accidentes del terreno. Por ello hay que elegir una solución de mas desarrollo que la recta, atendiendo a las siguientes consideraciones:

a) Debe buscarse una solución que represente la mayor e-

conomía, no solo de construcción, sino de e

b) Debe evitarse, el cruzar terrenos permeables, que darían pérdidas grandes por filtración (o exigirían un revestimiento de contorno bañado), cuando el canal tenga mucha longitud, y resultaría muy costoso el revestimiento.

c) Debe evitarse el cruzar terrenos corredizos, que darían inestabilidad al canal.

d) Debe procurarse llevar el canal en desmonte, al menos en la parte inferior del perfil.

e) Debe alejarse el canal de los escarpes del río que pueden ser atacados por éste y en caso de no ser posible, defender la margen del río.

Para conseguir mayor economía podría pensarse en que hubiese compensación entre los desmontes y los terraplenes, como se procura en las explanaciones de los caminos; pero aquí el canal en terrapél constituye un punto débil y exige cuidados de construcción para evitar las filtraciones y corrimientos, y por ello solo debe apelarse a él en caso extremo.

Así, pues lo corriente es acoplar el canal a la línea de pendiente del terreno igual a la elegida para el canal, y mover el trazado lateralmente lo que convenga para que yendo en desmonte casi siempre, proporcione un volumen, lo más reducido posible de movimiento de tierra y las obras de fábrica tengan buena ubicación y la menor importancia posible, dentro de la conveniente sección de desague.

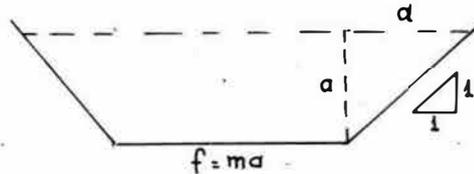
Antes de realizar el trazado definitivo de un canal de riego es preciso haber delimitado la zona regable, y del estudio agro económico deducido el canal que debe conducir el canal eligiendo el desplazamiento de la presa de derivación, de modo

que se alcance con el canal cota suficiente para dominar la zona regable. El tramo de acceso de un canal de riego, cuyo objeto es mantener el agua a la cota conveniente, sin derivar parte del caudal, no difiere, por lo que a las características de su trazado se refiere, de un canal industrial. Dentro de la zona regable, el canal principal, suele llevarse bordeando la zona regable; el canal principal pasará también a altura suficiente para dominar la zona, siendo una de las diferencias esenciales con los canales de aprovechamiento de energía, que siempre que siga a una cota superior a la de la zona que interesa regar, no importa perder cota, por lo que se construyen saltos y rápidas con el fin de acortar trazados, salvar pasos difíciles, disminuir la importancia de obras de fábrica, etc. siendo preciso concentrar estas caídas en poco espacio, pues como veremos, no es conveniente forzar la pendiente de los canales (especialmente en tierra), por perderse producir erosiones. En canales de riego que conduzcan caudales importantes puede tener interés, aprovechar estos desniveles para la producción de energía.

Del canal principal se deriva una serie de canales secundarios o acequias que surcan toda la zona regable, siendo un difícil trabajo de campo y gabinete, su trazado, por deber ir a cota superior, a los terrenos contiguos, lo cual es muy difícil apreciar en terrenos llanos como son los de la zona de Puno, en las que a su vez de las acequias primarias se derivan otras de segundo orden, tercer orden, etc. formando una red complicada. Siguiendo las bajadas naturales debe establecerse una red de desagües que recojan el agua sobrante de los riegos, impidiendo que se encharquen los terrenos.

DISEÑO DEL CANAL PRINCIPAL.-

El canal principal ha sido diseñado para un caudal de $6 \text{ m}^3/\text{seg}$; este canal nace de la bocatoma de Inampo y llega hasta la laguna de Cotarsaya con una pendiente media de 1.0% . La longitud aproximada es de 8.285 Km . Calcularemos para la máxima eficiencia hidráulica.



$$B = ma + 2a \frac{1}{1} a (m + 2) \quad (1)$$

$$m = 2 (\sqrt{1+z^2} - z) \dots\dots\dots z = 1$$

$$m = 2 (0.41) = 0.82 \quad (2)$$

$$(1) \text{ en } (2): B = 2.82 a$$

$$f = 0.82a$$

Utilizando la fórmula de Manning:

$$Q = A \frac{r^{2/3} s^{1/2}}{n}$$

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$r = \frac{a}{2} \quad \text{Para canales de máxima eficiencia}$$

$$s = 0.01 \quad s^{1/2} = 0.0316$$

$$n = 0.017$$

$$A = \frac{0.82 a + 2.82a}{2} \times a$$

$$A = 1.82 a^2$$

$$Q = 1.82 a^2 \times \frac{a^{2/3}}{2^{2/3}} \times \frac{0.0316}{0.017}$$

De donde: $a = 1.47$ m.

$$B = 2.82 \times 1.47 = 4.15$$
 m.

$$b = 0.82 \times 1.47 = 1.21$$
 m.

Comprobando la velocidad tenemos :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{6}{3.97}$$

$$V = 1.5$$
 m/seg

RESGUARDO.-

Entre la máxima superficie de las aguas en el canal y la coronación de los desmontes o terraplenes laterales ha de quedar un resguardo igual a 1/4 del tirante, tanto mayor cuanto mas importante es el canal, con el fin de que las aguas nunca puedan verter sobre los bordes del perfil, especialmente sobre los terraplenes. En el caso del canal principal del proyecto se ha considerado 0.30 m.

CORONACION DE LOS DIQUES LATERALES.-

En estos el ancho de la coronación se fija o por la necesaria resistencia al empuje de las aguas o por los servicios que convenga establecer sobre los diques, ya sirvan solo para el

Paso de peatones, de caballerías, carros de transportes y hasta para vía pública de comunicación.

El ancho mínimo debe ser de 1.0 m. en canales pequeños y puede ser hasta 3 en canales grandes, y aún mas si sirviese el terrapl n para camino de servicio público.

En el caso del proyecto, y teniendo en cuenta las razones expuestas se ha considerado una coronación de 1.0 m. al lado de la ladera y 3.5 m. en el dique exterior, ya que nos servirá para camino de servicio público.

VELOCIDADES LIMITES.-

La velocidad del agua del canal ha de ser tal que no se produzcan erosiones, en el caso de velocidades máximas.

Se pueden considerar como velocidades máximas las siguientes:

En arena fina	0.40 m/seg
En arcilla arenosa	0.50
Arcilla pura, limo de aluvión no coloidal	0.60
Arcilla ordinaria, grava fina ...	0.70
Limo de aluvión coloidal, mezcla de grava, arena y arcillas	1.00
Grava gruesa	1.20
Cantos y grava	1.50
Esquistos tiernos	1.80
Rocas estratificadas	2.40
Rocas duras	4.00
Hormigón	4.50

Si el agua arrastra material sólido, conviene que éste no se sedimente en el canal y sólo sí en los depósitos dispuestos para ello.

Las velocidades por bajo de las que se sedimentan dichos elementos sólidos son :

Arcilla	0.08 m/seg
Arena fina (0.002m)	0.16
Arena gruesa(0.005m) ...	0.21
Gravilla (0.008m)	0.32
Grava (0.025m)	0.65

Con esto, comprobamos que la velocidad que se obtiene en el canal principal no tiene peligro de erosión, ya que será revestido con albañilería de piedra, ni tampoco de suspensión.

4.-SISTEMA DE DISTRIBUCION Y DE DRENAJE AGRICOLA.-

LATERAL A.-

Este lateral parte de la Hidroeléctrica y sirve para dar riego a la zona oeste de las pampas. Es un canal diseñado para un gasto de 400 l/seg y tiene una longitud de 4.45 Km. El lateral A alimenta los sublaterales A-2, A-3 y A-4 y sirven para regar las tierras de Quinampari y la parte baja de Acopata, el primero; las pampas de Praga y Colquemarca el segundo y las de Salcahuata y La Banda el tercero.

CANAL BCD.-

Nace en la Hidroeléctrica y con una longitud aproximada de 3.5 Kms llega al río San Antón, ya que además servirá para desaguar en época de lluvia, el agua que haga funcionar la Hidroeléctrica y en época de estiaje alimentará los laterales B, C y D . Está diseñado para un gasto de $6 \text{ m}^3 / \text{seg}$, que es el gasto con que funciona la Hidroeléctrica.

El lateral D es alimentado con la planta de bombeo de Calapampa y el lateral C con la planta de bombeo de Pacastifi

DRENAJE.-

Hay un sistema de drenaje diseñado para drenar los terrenos irrigados.

CAPITULO V.- ASPECTO FINANCIERO

- 1.-Estimado del costo total: Costo de tierra, ingeniería y construcción.
- 2.-Costo de mantenimiento y operación: Costo anual de mano de obra, equipo y repuestos de operación, gastos de entrenamiento y operación.
- 3.-Costos anuales totales: Depreciación e intereses y amortización de la inversión.
Gastos anuales de operación y mantenimiento. Costo anual total
Costo anual promedio por hectárea beneficiada.
- 4.-Reembolsos estimados: Beneficio total anual. Beneficio promedio por hectárea. Estimación del reingreso total durante los 10 primeros años después de la terminación del proyecto.
- 5.-Relación beneficio-costo.

ESTIMACION DEL COSTO TOTAL.-

1.- COSTOS DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION.-

PRIMERA ETAPA//..... 9'835,715.20

SEGUNDA ETAPA 30'101,602.52

2.- COSTO DE MANTENIMIENTO Y OPERACION.-

Haciendo un análisis en este aspecto, deducimos el mantenimiento del siguiente personal:

	Mensual	Anual
1 agrónomo	S/ 8,000	S/ 96,000
1 ayudante	4,000	48,000
2 tomeros a 2,000	4,000	48,000
1 auxiliar de contabilidad	4,000	48,000
1 chofer	3,000	36,000
Mantenimiento de camioneta	2,500	30,000
Costos de amortizacion de la camioneta		15,000
Imprevistos de operación (reparación de carreteras o canales interrumpidos		180,000

TOTAL //S/ 501,000.00

3.- COSTOS PARCELACION Y COLONIZACION

Para la parcelación, hay necesidad de construir caminos y canales para cada lote, tomas, etc. Para esto se ha hecho una consideración aproximada de 6,000.00 por Ha. incluyendo la ayuda técnica; esta suma se obtendrá con préstamo del banco con un interés del 9% pagadero a 15 años:

TOTAL.....6,000 x 6,808 = 40'848,000.00

C.- COSTOS ANUALES TOTALES.-

1. Obras de Ingeniería:

Para la amortización de la inversión en obras civiles, se considera un interés de 8% y un tiempo de 15 años, así hallamos:

$$T_3 = \frac{0.08 (1+0.08)^{15}}{(1+0.08)^{15}-1} = 0.11666$$

$$C = 39'937,317.72 \times 0.11666 \dots \dots \dots 4'589,0874.05$$

2. Costos de mantenimiento y operación..... 501,000.00

3. Costos de parcelación y colonización....

$$T_3 = \frac{0.09(1+0.09)^{15}}{(1+0.09)^{15}-1} = 0.1225$$

$$C = 40'848,000 \times 0.1225 \dots \dots \dots 5'003,880.00$$

TOTAL DE COSTOS ANUALES 10'093,967.485

COSTO ANUAL PROMEDIO POR Ha. BENEFICIADA.-

Para esto dividimos el total de costos anuales entre el número de Has, beneficiadas: 6,808

$$Cu = \frac{10'093,967.49}{6,808}$$

$$Cu = S/ 1,482.66$$

D.- REEMBOLSOS ESTIMADOS.-

BENEFICIO TOTAL ANUAL.-

El cálculo del beneficio total anual, se hizo en el capítulo II de Análisis Económico, al ver la Producción Agrícola Futura. Se consideró el beneficio por cultivo, descontando todo el costo de producción, arrendamiento del terreno, mano de obra, etc. Así tenemos:

Papas	13'342,762.00
Cebada	1'714,135.00
Habas	2'256,715.00
Quinua	3'078,764.00
Alfalfa	<u>3'046,011.00</u>
Total	23'438,287.00

BENEFICIO PROMEDIO POR HECTAREA.-

Obtenemos dividiendo el beneficio total entre el número de hectáreas beneficiadas:

$$\text{Bu} = \frac{23'438,287.00}{6,808}$$

$$\text{Bu} = 3,442.70 \text{ soles/Ha.}$$

Por tratarse el proyecto de un mejoramiento de riego, ya que se cultiva en época de lluvias, actualmente, se considera que el reingreso durante los 10 primeros años después de la terminación del proyecto será el mismo beneficio expuesto anteriormente ya que la tierra empezará a producir inmediatamente se siembra y no se considera el período muerto que existe en tierras nuevas por irrigarse.

E/)RELACION BENEFICIO-COSTO.-

Beneficio 23'438,287.00

Costo: 10'093,967.48

Relación beneficio - costo = $\frac{23'438,287.00}{10'093,967.48}$

B/C = 2.31

Esta relación nos sale alto debido a que, principalmente, la estimación de costos de obras de Ingeniería se han hecho sobre diseños preliminares, por lo que al hacerlos definitivos variarán estos costos, bajando esta cifra.

PRESUPUESTO LICITADO

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.00	<u>Bocatoma</u>					
1.01	Concreto ciclópeo 1:3:5 con 40% de P. G.	4,653	m ³	540	2'512,620	
1.02	Concreto armado Fc-140 kg/cm ² incluido armadura y encofrado	25.4	m ³	2,050	52,070	
1.03	Enrocado acomodado de P. G. ..	1,598	m ³	140	223,720	
1.04	Solado de piedra grande asentado con mezcla 1.3 (según diseño)	358	m ³	220	79,760	
1.05	Excavación en seco, en tierra	4,975	m ³	29	124,375	
1.06	Excavación bajo agua en tierra	3,720	m ³	70	260,400	
1.07	Enrocado a granel piedra grande	2,038	m ³	120	244,560	3'496,505
2.00	<u>CANAL MADRE Y LOS B C D</u>					
2.01	Excavación en tierra.....	46,076	m ³	25	1'151,900	
2.02	Excavación en roca blanda ó descompuesta.....	15,773	m ³	27	425,871	
2.03	Excavación en roca dura.....	1,750	m ³	80	140,000	
2.04	Relleno apisonado sin transporte.....	15,443	m ³	20	308,660	
2.05	Revestimiento de los canales con albañilería de piedra can-teada y asentada con mezcla 1:2 de 0.20 de espesor.....	25,950	m ³	808	2'096,500	
2.06	Muros de concreto ciclópeo 1:3:5 y con 40% P.G.	5,819	m ³	540	3'142,260	7'265,191
3.00	<u>SIFONES</u> Kms. 1-907 y 5-295					
3.01	Concreto armado Fc-140 kg/cm ² incluido armadura y encofrado	88	m ³	2,100	184,800	
3.02	Tarrajados	5	m ²	26	130	
3.03	Terrazamientos	9	m ³	35	315	
3.03	Relleno apisonado sin transporte	7	m ³	20	140	185,385

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD Un.		PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
4.00	<u>OBRAS DE ARTE</u>					
4.01	Alcantarillad de 6m y 4m de luz de albañilería de piedra piedra asentada con mezcla 1:3	212	m ³	300	63,300	
4.02	Concreto armado Fc-140kg/cm ² incluido armadura y encofrado	34	m ³	2,050	69,700	
4.03	Concreto ciclópeo 1:3:5 y 40% P.G. (4.02'4.03 Puentes de loza de 5 m. de luz 2 unidades)	61	m ³	540	32,940	
4.04	Canal colector (2 unidades) Excavación roca descompuesta	3,170	m ³	27	95,590	
4.05	Buzones-Albañilería de piedra asentada con mortero 1:3	19	m ³	3 00	5,700	
4.06	Tubo de fo. de 4" de diám.	60	ml	120	7,200	264,730
5.00	<u>PARTIDOR B C D</u>					
5.01	Concreto ciclópeo 1:3:5 y 40% de P.G.	211.5	m ³	540	114,210	
5.02	Concreto simple 1:3:5 con malla según diseño	16	m ³	700	11,200	
5.03	Desvío carretera S Asillo-Macusani	Estimado		50,000	50,000	
5.04	Un canal cubierto de concreto armado (1.274 ml) Fc-140 kg/cm ² inclusive armadura y encofrado	573.5	m ³	2,100	1'204,350	1'379,760
6.00	<u>CANALES SISTEMA A</u>					
6.01	Excavación en tierra	53,119	m ³	25	1'327,975	
6.02	Excavación en túnel(roca)	139	m ³	981	136,359	
6.03	Excavación en roca dura	373	m ³	80	29,840	

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.						
6.04	Relleno apisonado sin transporte	6,084	m ³	20	121,680	
6.05	Revestimiento del canal con albañilería de piedra cantea da asentada con mezcla 1:3 de 0.20m de espesor	10,752	m ²	70	<u>752,640</u>	2'368,494
7.00	<u>TOMA DE COTARSAYA</u>					
7.01	Concreto armado Fc-140 incluye armadura y encofrado..	191,50	m ³	2,050	392,575	
7.02	Relleno de arcilla compactada	1,752	m ³	25	43,800	
7.03	Enrocado de piedra grande..	89	m ³	140	12,460	
7.04	Excavación en tierra.....	900	m ³	25	22,500	
7.05	Compuerta ARMCO con mecanismo de izaje según diseño.....	1	Un.	14,000	14,000	
7.06	<u>TOMA A-1</u> Concreto ciclópeo 1:3:5 con 40% de P. G.	21	m ³	540	11,340	
7.07	<u>TOMA A-2</u> Concreto armado 1:2:4 Fc-140 kg/cm ² incluyendo armadura y encofrado	2	m ³	2,050	<u>4,100</u>	500,775
8.00	<u>ALCANTARILLA - 1 - 4</u>					
8.01	Concreto armado Fc -140kg/cm ²	4	m ³	2,100	8,400	
8.02	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	17	m ³	540	<u>9,180</u>	17,580
8.03	<u>ALCANTARILLA - A - 3</u> Concreto armado Fc-140 armado y encofrado	4	m ³	2,100	8,400	
8.04	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	12	m ³	540	6,480	14,880
9.00	<u>CAIDA EN EL A - 2</u>					
9.01	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	4	m ³	540	2,160	

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
9/02	Albañilería Piedra emboquilla da mezcla 1:3 para revestimiento					
	0.40 mts de espesor	3	m ²	90	270	
9.03	Rieles 45 lbs/yarda	6	ml	185	<u>1,110</u>	3,540
9.04	<u>RAFIDA Y COLCHON DE AGUA</u>					
	Albañilería de piedras emboqui lladas y asentada mezcla 1:3 de 0.40 mts de espesor	120	m ²	90	<u>10,800</u>	10,800
10.00	<u>SISTEMA DE BOMBEO CALAPAMPA</u>					
10.01	Concreto armado Fc-140 kg/cm ² incluido armadura y encofrado	29.5	m ³	2,100	61,950	
10.02	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	46	m ³	540	14,840	
10.03	Carpintería de madera Estimado			12,000	12,000	
10.04	Excavación en tierra	8,667	m ³	25	216,675	
10.05	Relleno compactado sin trans porte	10,657	m ³	20	213,140	
10.06	Compuerta Pozo descarga	2	m ²	10,600	<u>21,200</u>	549,805
11.00	<u>SISTEMA DE BOMBEO PACASTITI</u>					
11.01	Concreto armado Fc-140kg/cm ² incluido armadura y encofrado	21	m ³	2,100	44,100	
11.02	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	4	m ³	540	2,160	
11.03	Carpintería de madera..... Estimado			10,000	10,000	
11.04	Excavación en tierra.....	1,162	m ³	25	40,300	
11.05	Compuerta taza-mecanismo iza- je	0.54	m ²	5,300	<u>2,862</u>	99,422
12.00	<u>DREN N° 2</u>					
12.01	Excavación en tierra	31,220	m ³	25	780,500	
12.02	Relleno apisonado	7, 634	m	20	<u>152,680</u>	933,180

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
9/02	Albañilería Piedra emboquilla da mezcla 1:3 para revestimiento 0.40 mts de espesor	3	m ²	90	270	
9.03	Rieles 45 lbs/yarda	6	ml	185	1,110	3,540
9.04	<u>RAPIDA Y COLCHON DE AGUA</u> Albañilería de piedras emboqui lladas y asentada mezcla 1:3 de 0.40 mts de espesor	120	m ²	90	10,800	10,800
10.00	<u>SISTEMA DE BOMBEO CALAPAMPA</u>					
10.01	Concreto armado Fc-140 kg/cm ² incluido armadura y encofrado	29.5	m ³	2,100	61,950	
10.02	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	46	m ³	540	14,840	
10.03	Carpintería de madera Estimado			12,000	12,000	
10.04	Excavación en tierra	8,667	m ³	25	216,675	
10.05	Relleno compactado sin trans porte	10,657	m ³	20	213,140	
10.06	Compuerta Pozo descarga	2	m ²	10,600	21,200	549,805
11.00	<u>SISTEMA DE BOMBEO PACASTITI</u>					
11.01	Concreto armado Fc-140kg/cm ² incluido armadura y encofrado	21	m ³	2,100	44,100	
11.02	Concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	4	m ³	540	2,160	
11.03	Carpintería de madera..... Estimado			10,000	10,000	
11.04	Excavación en tierra.....	1,162	m ³	25	40,300	
11.05	Compuerta taza-mecanismo iza- je	0.54	m ²	5,300	2,862	99,422
12.00	<u>DREN N° 2</u>					
12.01	Excavación en tierra	31,220	m ³	25	780,500	
12.02	Relleno apisonado	7,634	m	20	152,680	933,180

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
12.03	<u>SUB DREN 1- B</u>					
	Excavación en tierras.....	2,700	m ³	25	67,500	67,500
12.0	<u>DREN 1 - C</u>					
	Excavación en tierra.....	5,160	m ³	25	129,000	129,000
13.00	<u>HIDROELECTRICA TAZA</u>					
13.01	Muros de concreto ciclópeo 1:3:5 40% P. G.	661	m ³	540	356,950	
13.02	Tubos armados de concreto armado 1:2:4 inclusive ar- madura y encofrado	36	m ³	3,110	111,600	
13.03	Relleno de tierra sin trans- porte	1,686	m ³	20	33,720	
13.04	Tarrajeos (10 kg. Sica/saco cemento) impermeable.....	368	m ²	65	23,920	
13.05	Dren (tubo cemento 4" diam.)	35	ml	45	1,575	
13.06	Compuerta 10"x10" de fca con mecanismo de izaje.....	Estimado		10,000	10,000	
13.07	Reja de 4.00x2.50	Estimado		3,800	3,800	
13.08	Excavaciones en roca dura....	1,350	m ³	85	114,000	
13.09	Excavaciones, túnel roca....	106	m ³	981	103,986	
13.10	Conducto concreto armado....	3	m ³	3,100	9,300	769,591
14.00	<u>DEFENSAS - MARGEN IZQUIERDA</u>					
14.01	Excavación en tierra.....	10,850	m ³	25	271,250	
14.02	Relleno de tierra sin transporte		m ³	20	213,900	
14.03	Enrocado de piedra grande....	17,980	m ³	140	2'517,200	3'002,350
	<u>MARGEN DERECHA</u>					
14.04	Excavación en tierra.....	8,200	m ³	25	205,000	
14.05	Excavación- Relleno de tierra sin transporte.....	8,100	m ³	20	162,000	
14.06	Enrocado de piedra grande....	13,600	m ³	140	1'904,00	
14.07	Reparación de defensas exis- tentes	Estimado		30,000	30,000	2'301,000

PARD.	CONCEPTO	CANTIDAD	Un.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
	<u>ARICOMA</u>					
14.08	Excavación en tierra	18,000	m ³	25	450,000	
14.09	Transiciones de concreto armado Fc-140 kg/cm ²	40	m ³	3,000	124,000	
14.10	Muros de concreto ciclópeo 1:3:5con 40% P.G.	120	m ³	540	64,800	638,800
15.00	<u>REHABILITACION Y TERMINACION DEL SISTEMA DE RIEGO EN LA PRIMERA ETAPA YA CONSTRUIDA</u>					
15.01	Revestimiento de canales con albañilería de piedra canteada de 0.20 mts espesor y embo- quillada con mezcla 1:3	25,400	m ²	70	1'778,000	1'778,000
16.00	<u>DRENES</u>					
16.01	Excavación en tierra.....	13,334	m ³	25	333,350	333,350
17.00	<u>ESTRUCTURAS DIVERSAS</u>					
17.01	Albañilería de piedra asen- tada con mezcla 1:3.....	300	m ³	300	90,000	
17.02	Concreto ciclópeo 40% P.G.	450	m ³	540	243,000	
17.03	Relleno apisonado sin trans- porte	3,200	m ³	20	64,000	
17.04	Edificaciones para la central y plantas de bombeo.....	216	m ²	4,000	864,000	1'261,000
						27'370,638
	TIMBRES- FIANZAS - GARANTIAS 5.27%					1'442,432.62
	UTILIDAD 5%					1'368,531.90
						30'101,602.52
	<u>TOTAL GENERAL: SON: TREINTA MILLONES CIENTO OCHENTIUN MIL SEICIENTOS DOS CON 52/100 SOLES ORO.-</u>					

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Manejo de Suelos.....Manual Arca
- 2.- Edafología.....P. Mela y Mela
- 3.- Edafología.....Charles Millar
- 4.- Manual de riegos y avenamientos....Enrique Blair
- 5.- Principios y prácticas del riego...Orson W. Israelsen
- 6.- Hidráulica.....Francisco Dominguez
- 7.- Manual de Irrigación.....Agricultura de las Am ricas
- 8.- Saltos de agua y presas de embalse. José Gomez Navarr y José
Juan Aracil
- 9.- "Proyecto 7 irrigaciones".....Ministerio de Fomento y
Obras Públicas
- 10.-Servicio de Agrometereología e Hidrología
Datos estadísticos.
- 11.-Hidráulica.....Manuel Trueba Coronel
- 12.-Design of Small Dams.....Bureau of Reclamation