

**REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISION NACIONAL DE RIEGO**

**ESTUDIO DEL COSTO MEDIO
ANUAL DE LA
ADMINISTRACION DEL
EMBALSE SANTA JUANA**

**Jorge Soto Cifuentes
Ingeniero Civil**

**Jorge Romero Navea
Ingeniero Agrónomo**

Diciembre, año 2002

**ESTUDIO DEL COSTO MEDIO ANUAL DE LA
ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA**

INDICE

	Página
ANTECEDENTES GENERALES	1
INTRODUCCION	1
LA ADMINISTRACION	1
CAPITULO PRIMERO RECOPIACION DE ANTECEDENTES	3
1.- ESTRUCTURA DEL EMBALSE	4
1.1.- Presa	4
1.2.- Plinto	4
1.3.- Pantalla de hormigón armado	4
1.4.- Pared moldeada	5
1.5.- Vertedero	5
2.- TÚNEL DE DESVIACION	6
3.- OBRA DE TOMA	7
4.- OBRA DE CIERRE	8
5.- TUBERÍA DE ADUCCION	9
6.- CAVERNA DEL TÚNEL	10
7.- CASA DE VALVULAS	11
8.- OBRAS DE ENTREGA	12
8.1.- Descripción de los equipos mecánicos	12
8.1.1.- En caverna del túnel	12
8.1.2.- En túnel	13
8.1.3.- Entre salida del túnel y casa de válvulas	13
8.1.4.- En casa de válvulas	13
8.2.- Funcionalidad del equipamiento	15
8.2.1.- Válvula de compuerta de 600 mm ubicada en la caverna.	15
8.2.2.- Válvula de mariposa de 1.600 mm, ubicada en la caverna	15
8.2.3.- Tubería y piezas especiales de 1.600 mm de diámetro y de 12 mm de espesor, de la caverna y túnel.	15
8.2.4.- Tubería y piezas especiales de 1.200 mm de diámetro y de 12 mm de espesor, de la casa de válvulas.	16
8.2.5.- Válvulas tipo mariposa de 1.200 mm de diámetro, ubicadas en la casa de válvulas.	16
8.2.6.- Válvulas tipo Howell-Bunger de 1.200 mm de diámetro, ubicadas en la casa de válvulas.	16

	Página
8.3.- Sistemas de comando y de control	16
8.3.1.- Apertura y cierre de la válvula de mariposa de 1.600 mm ubicada en la caverna del túnel.	17
8.3.2.- Apertura y cierre de las válvulas de mariposa de 1.200 mm ubicadas en la casa de válvulas.	17
8.3.3.- Apertura y cierre de las válvulas Howell-Bunger de 1.200 mm ubicadas en la casa de válvulas.	18
8.4.- Modalidades de control de apertura y cierre de válvulas	19
8.4.1.- Armario de la caverna del túnel.	19
8.4.2.- Armario del centro de control de la casa de válvulas.	19
9.- OBRAS ELECTRICAS	21
10.- ELEMENTOS PARA MANTENCIÓN, SEGURIDAD DEL PERSONAL Y DE PROTECCIÓN	23
10.1.- Elementos para mantención	23
10.1.1.- Sistema de izamiento de la caverna del túnel.	23
10.1.2.- Sistema de izamiento de la casa de válvulas.	23
10.1.3.- Sistema de ventilación de la caverna.	24
10.2.- Elementos para seguridad del personal	24
10.3.- Elementos de protección de las instalaciones	24
11.- ELEMENTOS DE CONTROL DEL EMBALSE	25
11.1.- Reglas limnimétricas	25
11.2.- Sistema de medición de nivel continuo	25
11.3.- Acelerógrafos	25
11.4.- Medidores de juntas	25
11.5.- Medidores de deformación del hormigón	25
11.6.- Piezómetros eléctricos	25
11.7.- Celdas de agua	25
11.8.- Puntos de control de nivelación	26
12.- REQUERIMIENTOS DE MANTENCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL EMBALSE Y SUS ELEMENTOS	26
12.1.- Estructuras y/o elementos que no requieren mantención	26
12.2.- Estructuras y/o elementos que requieren mantención	27
12.2.1.- En camino de coronamiento de muro y mirador.	27
12.2.2.- En caverna y túnel.	27
12.2.3.- En casa de válvulas.	28
12.2.4.- En cerco de protección.	28
12.3.- LABORES DE MANTENCIÓN	28
12.3.1.- En camino de coronamiento de muro y mirador.	28
12.3.2.- En caverna y túnel.	28
12.3.3.- En casa de válvulas.	29
12.3.3.1.- Válvulas de mariposa de 1.200 mm.	29
12.3.3.2.- Válvulas de operación Howell-Bunger.	30
12.3.4.- En cerco de protección.	30
12.4.- Revisiones preventivas	31
13.- MANUAL DE OPERACIONES.	32

	Página
CAPITULO SEGUNDO	
ESTADO ACTUAL DE LA OBRA Y SUS ELEMENTOS	33
1.- EN CAMINO DE CORONAMIENTO Y MIRADOR	33
2.- EN CAVERNA	33
3.- EN CASA DE VALVULAS	34
4.- EN SALA DE VALVULAS	35
5.- EN REJA DE PROTECCION ENTRE TUNEL Y CASA DE VALVULAS	36
CAPITULO TERCERO	
SERVICIOS QUE SE DEBERAN ENTREGAR A LOS USUARIOS DEL EMBALSE	37
1.- SERVICIO DE ACUMULACIÓN Y REGULACIÓN DE EXCEDENTES DE AGUA DEL VALLE DEL HUASCO.	38
2.- SERVICIO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA.	38
3.- INFORMACION MENSUAL DE LOS GASTOS DE ADMINISTRACIÓN.	39
CAPITULO CUARTO	
ANTECEDENTES DE ADMINISTRACION DE OTROS EMBALSES	40
1.- EMBALSE COGOTI	40
2.- EMBALSE RECOLETA	43
3.- ACTIVIDADES DE ADMINISTRACIÓN DE LOS EMBALSES RECOLETA Y COGOTÍ.	46
4.- COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DE LOS EMBALSES RECOLETA Y COGOTÍ.	47
4.1.- Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí	48
4.2.- Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta	54
CAPITULO QUINTO	
OBLIGACIONES Y DEBERES DE LA ADMINISTRACIÓN.	57
1. - ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO AGUA.	57
2. - OPERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL EMBALSE Y CONTROL DE ESTABILIDAD DE ÉSTE.	58
CAPITULO SEXTO	
ATRIBUCIONES Y DEPENDENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN.	59
CAPITULO SEPTIMO	
ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA ADMINISTRACION A CONCENSUAR	60
1.- APOYO PROFESIONAL A LA DIRECCIÓN REGIONAL DE LA DOH III REGIÓN	60
2.- INSPECTOR FISCAL DE CONTRATOS DE LA DOH III REGIÓN	60
3.- INSPECCIÓN PROYECTOS LEY 18.450	61

	Página
4.- PARTICIPACIÓN EN ORGANISMOS PROVINCIALES	61
5.- APOYO A ACTIVIDADES TURÍSTICAS Y OTRAS ACTIVIDADES.	61
6.- ACTIVIDADES PARA COMPLEMENTAR EL FUNCIONAMIENTO DEL EMBALSE.	62
7.- MONITOREO DE LA CALIDAD QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN EL RÍO HUASCO DESDE EL EMBALSE A LA DESEMBOCADURA	62
CAPITULO OCTAVO	
DETERMINACIÓN DEL EQUIPO PARA UNA ADMINISTRACION ADECUADA DE NIVEL APROPIADO	64
1.- RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	65
1.1.- Actividades de operación	65
1.2.- Actividades de control de estabilidad del embalse	65
1.3.- Actividades de mantención de la estructura del embalse y sus elementos	66
2.- DEFINICION DEL PERSONAL PARA LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	67
CAPITULO NOVENO	
PERFIL DEL PERSONAL Y COSTO DE CADA UNO.	68
1.- PERFIL DEL PERSONAL	68
1.1.- Administrador	68
1.2.- Sub-administrador o jefe de terreno	69
1.3.- Secretario técnico	70
1.4.- Operarios	71
2.- DETERMINACION DEL COSTO DEL PERSONAL.	73
CAPITULO DECIMO	
VALIDACION DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE CADA ESPECIALIDAD	74
1.- MANTENCIONES EN LA CAVERNA.	75
1.1.- Aseo General de la caverna.	75
1.2.- Mantención del sistema eléctrico.	75
1.3.- Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos.	76
1.4.- Mantención de pintura de las paredes de la caverna.	76
1.5.- Mantenciones de manómetros y solenoides.	77
1.6.- Mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de la válvula de mariposa.	77
1.7.- Mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass.	77
1.8.- Mantenciones del sistema de izamiento.	78

	Página
2.- MANTENCION EN CASA DE VALVULAS	78
2.1.- Aseo General de la Casa de Válvulas.	79
2.2.- Mantenición del sistema eléctrico.	79
2.3.- Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos.	80
2.4.- Mantenición de pintura de las paredes de la casa de válvulas.	80
2.5.- Mantenciones de manómetros y solenoides.	81
2.6.- Mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de las válvulas de mariposa.	81
2.7.- Mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass.	81
2.8.- Mantenciones de la caja de distribución de movimiento de las válvulas Howell-Bunger	82
2.9.- Mantenciones de los sistemas de izamiento.	82
3.- MANTENCION EN CAMINO DE CORONAMIENTO MURO	82
3.1.- Aseo general del muro del embalse.	83
3.2.- Mantencion del sistema electrico del muro.	83
3.3.- Renovación de pinturas de la estructura de las luminarias.	83
3.4.- Renovación de pintura de los murales del camino de coronamiento.	83
3.5.- Renovación de pintura de la escultura del embalse.	83
4.- MANTENCION EN OFICINA	84
4.1.- Aseo general de la oficina.	84
4.2.- Mantencion del sistema eléctrico de la oficina.	84
4.3.- Renovación de pinturas de la oficina.	84
5.- MANTENCION EN CAMPAMENTO.	85
CAPITULO ONCE AVO	
NÓMINA DE EMPRESAS DE MANTENIMIENTO Y PROVEEDORES.	86
1.- MANTENCIONES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE FUERZA:	86
2.- MANTENCIONES DE INSTRUMENTACIÓN	87
3.- MANTENCIONES DE EQUIPOS OLEO-HIDRAULICOS	87
4.- MANTENCIONES DE EQUIPOS MECÁNICOS	87
5.- MANTENCIONES DE ELEMENTOS METÁLICOS	87
6.- REPARACIONES DE MOTORES ELÉCTRICOS	88
7.- REPARACIONES DE ELEMENTOS DE LAS VÁLVULAS	88
8.- OTRAS EMPRESAS DE SERVICIOS Y PROVEEDORES.	88
CAPITULO DOCE AVO	
DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS BÁSICOS Y SERVICIOS E INSUMOS DE MANTENIMIENTO DE CADA ESPECIALIDAD.	90
1. - INSUMOS BASICOS	90
2.- SERVICIO DE MANTENCIONES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN	91
3. - INSUMOS PARA MANTENCION	91
4. - ROPA DE SEGURIDAD	92
5. - MOVILIZACION	92

**CAPITULO TRECE AVO
COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE
SANTA JUANA.**

94

ANEXOS

- A.- Fotografías
- B.- Niveles académicos de profesionales seleccionados
- C.- Cuadro hidrométrico mensual del Embalse Santa Juana
- D.- Programa actividades de la administración del embalse Santa Juana
- E.- Cuadro costo administración de la Asoc. de Canalistas del Embalse Cogotí
- F.- Cuadro costo administración de la Asoc. de Canalistas del Embalse Recoleta
- G.- Informe de IDIEM. "Embalse para riego: operación, seguridad y seguimiento. Informe final Embalse Santa Juana. Octubre 2002.
- H.- Planos
- I.- Manual de operaciones (texto aparte)

ESTUDIO DEL COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA

ANTECEDENTES GENERALES

INTRODUCCION

El Embalse Santa Juana construido en el Valle del Río Huasco, tiene como objeto regular y acumular los excedentes de agua que se producen en este valle, para aumentar la dotación de agua por acción y la seguridad de abastecimiento de ella para el sector agrícola.

El embalse se sitúa en el Río Huasco, en la III Región, aproximadamente 20 Km aguas arriba de la ciudad de Vallenar. La construcción del embalse se inició en 1991 y fue terminada y puesta en servicio a fines del año 1995. Desde ese entonces, es Administrada por personal de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, y se financia con fondos del presupuesto capital ítem 63-104, asignados anualmente.

La comisión que integra la Mesa de Trabajo para el Desarrollo Agrícola del Valle de Huasco, ha acordado que una Empresa externa efectúe un estudio tendiente a determinar el Costo Medio Anual de la Administración del Embalse Santa Juana, que tendrán que asumir los usuarios de la obra y que es la materia que genera la presente asesoría.

LA ADMINISTRACION

La administración del embalse Santa Juana además de dar servicio de regulación y entrega de agua para el sector agrícola, tiene como objeto preservar en perfectas condiciones la estructura de la obra y sus elementos de operación, de tal forma que asegure no solo al sector agrícola una mayor disponibilidad y seguridad en el abastecimiento de agua para los cultivos, sino que también, garantice a los centros poblacionales ubicados aguas abajo de esta obra, la estabilidad adecuada del embalse tanto en períodos normales como en los períodos críticos a que se puede ver afectada, como pueden ser, fuertes precipitaciones, grandes crecidas invernales o de primavera y fuertes sismos que puedan ocurrir en la zona.

Para cumplir con estos objetivos, la estructura definida para la construcción del embalse y su implementación, especialmente para controlar la estabilidad de la obra, responde a las exigencias del medio y debe operarse y mantenerse en óptimas condiciones. El embalse fue implementado con los elementos mecánicos adecuados para realizar las entregas de agua y su accionamiento, cuenta con elementos de avanzada tecnología que permiten operarlo a control remoto o manualmente. De la misma forma, quedó implementado de elementos que permiten controlar en forma exacta y detallada la estabilidad de la obra. El buen funcionamiento de estos elementos no depende solo del personal adecuado que lo opere, sino que también del grado de mantención de los mismos y la acuciosidad con que se desempeñen las actividades de operación y control.

Actualmente la administración ejercida por la Dirección de Obras Hidráulicas, cumple con las exigencias antes señaladas, desarrollando actividades propias de la Administración, actividades inherentes a la Administración, actividades mixtas Dirección de Obras Hidráulicas-Administración y actividades propias de la Dirección de Obras Hidráulicas, actividades estas últimas que deben analizarse y concensuarse si fuese necesario.

El presente estudio se efectúa sobre la base de una administración desarrollada por los propios usuarios de la obra.

CAPITULO PRIMERO

RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Los antecedentes y características estructurales de las obras recopilados son:

1. Estructura del Embalse
2. Túnel de desviación
3. Obra de toma
4. Obra de cierre
5. Tubería de aducción
6. Caverna del Túnel
7. Casa de válvulas
8. Obras de entrega
9. Obras Eléctricas
10. Elementos para mantención, seguridad del personal y de protección
11. Elementos de control del embalse.
12. Requerimientos de mantención de la estructura del embalse y sus elementos

Recopilados los antecedentes se han clasificado las estructuras y/o elementos en aquellos que no requieren mantención y los que requieren mantención.

1. - ESTRUCTURA DEL EMBALSE

La estructura del embalse Santa Juana está conformada básicamente por las siguientes obras:

1.1. - Presa

La presa consiste en un muro de 100 metros de altura sobre el lecho original del río Huasco, de tipo CFGD, es decir, formado por gravas con una pantalla de hormigón armado en el talud aguas arriba. Finalmente el muro termina en un parapeto de coronamiento en hormigón armado de una altura de 5 metros.

La obra se construyó conforme a proyecto y transcurrido siete años desde que el embalse entro en funcionamiento, la presa en general ha respondido bastante bien a las exigencias técnicas a que se ha visto sometida, es decir, soportar correctamente la carga de agua a su máxima capacidad de almacenamiento, y a las cargas de vertido.

1.2. - Plinto.

El plinto corresponde a la estructura de hormigón que permite unir y sellar la roca natural de ambos costados del muro con la pantalla de hormigón. Además, se tiene el plinto horizontal, que une la base de la pantalla de hormigón armado con la pared moldeada.

El plinto ha funcionado correctamente, el sello que forma esta estructura entre la pantalla de hormigón armado y la roca natural es correcto. No se han observado fallas o filtraciones a través de esta estructura.

1.3. - Pantalla de hormigón armado.

La pantalla de hormigón armado cumple el objetivo de impermeabilizar el muro de la presa. La pantalla de hormigón tiene espesores que varían de 31 centímetros en la parte superior a 50 centímetros en la parte inferior, pantalla que empalma en su parte inferior con la pared moldeada. La pantalla de hormigón tiene una superficie de 39.300 metros cuadrados.

La pantalla de hormigón armado se construyó conforme a proyecto. A la fecha esta pantalla ha funcionado correctamente, soportando las cargas de agua a que se ha visto sometida la obra y los movimientos sísmicos ocurridos en los últimos

años. A la fecha, no se observan fallas, sean estas grietas visibles, deformaciones o puntos de filtración en la pantalla.

1.4. - Pared moldeada

La pared moldeada cumple el objetivo de evitar las filtraciones del relleno que se encuentra bajo el muro de gravas y bajo la pantalla de hormigón y que esta conformado principalmente por material grueso de origen fluvial. La pared moldeada se desarrolla desde la base de la pantalla de hormigón hasta la roca basal del valle, cubriendo todo el ancho del valle y penetrando 0,50 metros en la roca basal, tiene una superficie de 730 metros cuadrados.

La pared moldeada se construyo conforme a proyecto y ha cumplido los objetivos esperados. Si bien el embalse presenta filtraciones, corresponden a las estimadas ya que se considero que la pared moldeada no sellaría totalmente el material de origen fluvial que su ubica bajo la pantalla de hormigón.

1.5. – Vertedero

Para evacuar los excedentes de agua que se pueden producir por crecidas invernales o de deshielo, en su costado izquierdo la presa tiene un vertedero lateral de 55,3 metros de longitud. Este vertedero descarga a un colector de ancho variable de 8 a 15 metros, el que tiene una corrida de dientes de hormigón armado disipadores de energía. De este colector nace un rápido, revestido en hormigón armado de 15 metros de ancho, con paredes de taludes verticales, que se desarrolla hasta alcanzar la cota del río Huasco, aguas abajo de la presa y que tiene una longitud de 320 metros. El vertedero tiene una capacidad de evacuación de 1.530 m³/s.

El vertedero fue puesto a prueba el primer año de llenado del embalse. En dicha oportunidad, encontrándose esta obra sin revestimiento, se pudo observar que era imprescindible completar el proyecto, revistiendo el canal de evacuación.

En la actual condición del vertedero, es decir, con su canal completamente revestido, este ya ha funcionado evacuando los excedentes de agua de esta ultima temporada y observándose que esta obra esta funcionando correctamente.

2. - TÚNEL DE DESVIACIÓN.

El túnel de desviación es la primera obra que se ejecuta para iniciar la construcción de un embalse y tiene el objetivo inicial de desviar las aguas del río del punto de emplazamiento de la obra y posteriormente se utiliza para instalar en él las obras de entrega de aguas para riego, para lo cual se complementa con estructuras adicionales, como son la torre de toma y el tapón de cierre del túnel donde se instalan las tuberías para la entrega de agua para riego.

El túnel de desviación se excavó en la roca, en el costado derecho del embalse y es de una sección tipo herradura de 4,69 metros de base y 5,2 metros de altura. Tiene una longitud total de 416,5 metros

En el túnel se construyó un tapón de hormigón ubicado a 126 mts del portal de aguas arriba del túnel o de la torre de toma, a objeto de sellarlo. En este tapón se insertaron dos blindajes en tuberías de acero, una de 1.600 mm de diámetro, desde la cual nace la tubería donde se instalaron las válvulas de entrega de agua; y otra tubería de 600 mm de diámetro cuyo objetivo es desaguar el túnel cuando el embalse se seque.

Conforme a antecedentes recopilados, se estima que el sector del túnel ubicado aguas arriba del tapón de cierre, debía haber quedado totalmente revestido. Esta estimación nace por el hecho que al iniciarse el funcionamiento de las obras de entrega, el agua arrastro piedras de tamaño medio (hasta 50 cm de diámetro) que obstruyeron parcialmente las válvulas de Howell-Bunger y afectaron los sellos de estas válvulas, los que fueron cambiados posteriormente.

Si se define completar el revestimiento de este túnel, solo se podría realizar en alguna oportunidad que el embalse se seque.

3. - OBRA DE TOMA

La captación de agua para riego, se realiza a través de una obra de toma que esta compuesta de un portal de entrada del túnel y una torre de toma o captación.

El portal de entrada es una estructura de hormigón armado tipo cajón, de sección inferior en herradura de base recta idéntica a la sección del túnel. A este portal esta conectado la torre de toma. El portal de entrada se ubica al inicio del túnel de desviación y permite sellar totalmente la entrada del túnel y el agua ingresa al sistema de entregas de agua para riego a través de la torre de toma.

La torre de toma, es una torre en hormigón armado de 21 metros de altura, respecto del piso del túnel, de sección de medio punto de radio de 1,5 metros. El umbral de la torre de toma se ubica en la cota 572,48 m.s.n.m. La torre de Toma cuenta con una rejilla metálica de 16 m², de sección total.

En el interior del túnel, en la vertical bajo el plinto de la presa se construyó la obra de cierre, que esta constituida por un tapón que contiene los blindajes para la entrega de agua para riego y la descarga adicional.

El funcionamiento de la obra de toma se ha verificado indirectamente, observando el tipo de sedimentos que el agua arrastra o lleva en suspensión, especialmente para los periodos de crecidas invernales o deshielos. Al no presentarse arrastre de arenas, gravas o piedras a la salida de las válvulas, es posible deducir que la obra de toma esta funcionando correctamente. Desde el punto de vista estructural, solo se podrá observar esta en alguna oportunidad en que el embalse ante una sequía prolongada quede totalmente seco.

4. - OBRA DE CIERRE

La obra de cierre esta constituida por un tapón que contiene los blindajes para la entrega de agua para riego y la descarga adicional. El tapón se ubica en la vertical bajo el plinto de la presa.

En el sector inferior del tapón de cierre, se instaló un blindaje en tubería de 600 mm que termina en una válvula de compuerta que en el período de construcción del túnel sirvió para drenar el agua. Hoy ante la eventualidad que se seque el embalse, esta válvula permitirá drenar el agua almacenada a cota inferior de la base de la tubería de 1.600 mm, dejando sin agua el túnel permitiendo con ello realizar mantenciones interiores en el túnel, en la tubería de 1.600 mm aguas arriba de la válvula de mariposa y realizar mantenciones y/o reparaciones a esta misma válvula.

El tapón de hormigón, que cierra el túnel y en el cual quedaron instalados los blindajes de 600 mm y 1.600 mm, funciona correctamente No se observan filtraciones ni en la estructura del tapón ni en la unión entre el tapón y las paredes del túnel.

5. - TUBERÍA DE ADUCCIÓN.

Desde el tapón de cierre, ubicado en la caverna y hasta la entrada a la casa de válvulas en el exterior, se desarrolla el trazado de la tubería de acero de 1.600 mm de diámetro y 12 mm de espesor. Al comienzo de ésta, e inmediatamente después del blindaje ubicado en el tapón, se instaló la válvula de guardia o de mariposa, posteriormente cuenta con una junta de desmontaje, una curva y la tubería que se desarrolla a lo largo del túnel, protegida por un dado de hormigón.

Finalmente en el exterior, la tubería sale del canalón de salida del túnel para abrirse en dos ramas de 1.200 mm de diámetro formando una pieza pantalón que es la que entra a la casa de válvulas en donde se ubican las válvulas de guardia (mariposa) y de servicio (Howell – Bunger). Cada rama opera en forma independiente.

La tubería de aducción se construyó conforme a diseño, sus uniones y empalmes con el cuerpo de la válvula de mariposa están correctos, no se observan filtraciones y su mantención es adecuada. La tubería, se encuentra al aire solo en el sector de la caverna del túnel, posteriormente esta protegida en un dado de hormigón armado hasta la casa de válvulas del embalse.

6. - CAVERNA DEL TUNEL

La caverna del túnel es una ampliación del túnel, de medio punto con una sección de 8 por 8 metros con sobreexcavación en la clave de 2 metros en un tramo de 5 metros de longitud, tiene una longitud total de 25 metros. La ampliación de la base de la caverna se encuentra hacia el costado derecho del túnel. La caverna esta revestida en hormigón armado de 30 centímetros de espesor, afianzado a la roca mediante pernos sellados de 25 mm y que conforman el sostenimiento de la sección de la caverna.

En esta caverna se instalaron: una válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro, y una válvula de desagüe de espejo de 600 mm de diámetro, sistema de izamiento para instalar y extraer las válvulas para su reemplazo si fuese necesario. Tablero de control eléctrico y centro de control de operación remota de la válvula de cierre total.

La caverna cumple el objetivo para lo cual fue diseñada. Presenta filtraciones en su clave, filtraciones que normalmente se presentan en este tipo de obras y que se producen por las grietas de fractura de la roca del túnel.

Para evitar daño del agua de las filtraciones sobre las estructuras metálicas de la tubería, válvula de mariposa y sus sistemas de accionamiento, la administración construyó un techo bajo la clave, con pendiente hacia el costado izquierdo, desviando el agua de las filtraciones al canal de evacuación de aguas de la caverna y el túnel.

La construcción de la caverna es adecuada y cumple el objetivo para lo cual fue diseñada.

7. - CASA DE VALVULAS

La casa de válvulas, es una construcción ubicada al término de la tubería de riego, tubería que se bifurca en dos ramas de 1.200 mm cada una antes de la sala de riego.

Las obras civiles de la casa de válvulas y sala de control, se emplazan a la salida del túnel de desviación, en el costado Norte, frente al kilómetro 0,500. La posición tanto en planta como en cota altimétrica, queda definida por la condición de descarga al río, a la cota 555 m.s.n.m.

La casa de válvulas y sala de control, son de estructura de hormigón armado para las fundaciones, el primer nivel, parte del segundo nivel y la losa del techo. El resto del segundo nivel y el tercer nivel, correspondiente al área de acceso, son de albañilería reforzada. Los niveles interiores aludidos, corresponden a:

- Primer Nivel : Piso terminado
- Segundo nivel : Machón y parrilla de piso
- Tercer nivel : Acceso al edificio y parrilla de piso

En la casa de válvulas se instalaron dos vigas monorriel fija al techo sobre cada uno de los ejes de la tubería, donde se encuentran los sistemas de izamiento para montar y desmontar los elementos mecánicos de las válvulas para su mantención y/o eventual reparación de ellas.

La superficie construida es de 138 m², de los cuales 60 m² corresponden al nivel inferior y 78 m² al piso superior, formado por los niveles 2 y 3 que incluyen la sala de control (18 m²).

El edificio cuenta con puertas y ventanas metálicas, iluminación interior y exterior y patio de maniobras y estacionamiento.

El edificio esta fundado en roca y los muros empotrados a nivel de piso sobre una zapata corrida.

Dentro del edificio se ubica el último machón de anclaje de tuberías que soporta los esfuerzos totales por cierre de válvulas y golpe de ariete. Este machón está ubicado entre la junta de dilatación de las tuberías y la válvula de servicio. Trabaja en forma independiente de la estructura del edificio.

La casa de válvulas cumple correctamente el objetivo para lo cual fue diseñada y construida y su mantencion es buena.

8. - OBRAS DE ENTREGA

Las obras de entrega de aguas para uso agrícola se construyeron o instalaron en dos sectores del embalse, que corresponden a la caverna del túnel y la sala de válvulas.

En general, las obras de entrega funcionan correctamente, tanto desde el punto de vista mecánico como sus accionamientos a control remoto a través del pupitre de control.

Estas obras cumplen muy bien la función de cierre total y de operación para las entregas de caudales de agua que requiera la Junta de Vigilancia. Sus estructuras son las adecuadas, de la misma forma su dimensionamiento.

8.1. - DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS MECANICOS

En términos generales los equipos mecánicos comprenden todos los equipos y elementos mecánicos necesarios para las operaciones de entrega de agua para riego y descenso del nivel del embalse por descarga adicional, con sus correspondientes dispositivos de guardia y mantención. Los mecanismos de entrega de agua para riego se mandaron a fabricar especialmente para el embalse Santa Juana, por lo tanto no existen catálogos similares a los elementos que se fabrican en serie y se encuentran en el mercado.

Estos, según su ubicación, son los siguientes:

8.1.1. - En Caverna del Túnel:

- Blindaje de diámetro de 1.600 mm y 600 mm en tapón.
- Tubos de diámetro de 1.600 mm.
- Junta de desmontaje de 1.600 mm
- Válvula de Mariposa de diámetro de 1.600 mm.
- Tubos de diámetro de 600 mm.
- Válvula de compuerta de 600 mm
- Sistema Oleo Hidráulico para accionamiento de la válvula de mariposa.
- Sistema de Izamiento.

8.1.2. - En Túnel

- Tubería de diámetro de 1.600 mm protegida en un dado de hormigón armado.

8.1.3. - Entre salida de túnel y casa de Válvulas

- Tubo de diámetro de 1.600 mm protegida en un dado de hormigón armado.
- Pantalón de bifurcación de la tubería de 1.600 mm en dos tuberías de 1.200 mm.
- Tubos de diámetro de 1.200 mm.

8.1.4. - En casa de Válvulas

- Tubos de diámetro de 1.200 mm.
- Dos Válvulas de Mariposa de diámetro de 1.200 mm.
- Dos Válvulas de Howell – Bunger de diámetro de 1.200 mm.
- Elementos de comando y de control.
- Sistema Oleo Hidráulico para accionamiento de las válvulas de mariposa
- Sistema de izamiento

Todos estos elementos en su conjunto conforman el sistema de entrega de agua para riego y de descarga adicional, exceptuando los tubos y blindajes de 600 mm de diámetro y la válvula de compuerta de 600 mm de diámetro ubicada en la caverna, que solo están destinados para desaguar el túnel cuando se seque el embalse.

Los elementos de control de flujo, según su función, son las válvulas de mariposa y las válvulas de Howell – Bunger.

Las válvulas de mariposa son primordialmente elementos de corte de flujo para casos en que no se está entregando agua para riego, caso de emergencia o para realizar la mantención de los elementos ubicados aguas abajo de ellas y no se usan como elementos reguladores de caudal. Por lo tanto, cuando se está entregando agua para riego, las válvulas de mariposa funcionan totalmente abiertas y la regulación del caudal de entrega se hace con las válvulas Howell-Bunger.

Las válvulas tipo Howell – Bunger, son elementos reguladores de caudal y pueden además, cortar totalmente el flujo de agua.

El embalse no quedó implementado con algún mecanismo para aislar la laguna del embalse de las obras del sistema, ya sea para inspecciones y/o reparaciones. Esta función la realiza la válvula de mariposa de 1.600 mm ubicada en la caverna. Al ejercer esta función esta válvula, la mantención o reparación de ella solo se puede realizar cuando se agote el agua en la poza del embalse Santa Juana.

El sistema de entrega a riego considera una capacidad de evacuación de 30 m³/seg, lo que permite deprimir los niveles del embalse ante eventuales reparaciones.

Las obras de entrega a riego contemplan dos descargas gemelas que operan en forma separada; cada una puede evacuar un caudal igual a 9 m³/seg cuando el embalse se encuentre a la menor cota de operación normal.

El caudal definido para el vaciamiento del embalse es de 30 m³/seg incluido el caudal de descarga adicional en las dos descargas de entrega a riego, para evacuar el caudal señalado cuando el embalse se encuentre sobre la cota 603 m.s.n.m.

Las condiciones y requerimientos básicos de operación de las entregas son:

- Nivel máximo de aguas en el embalse : 652,18 m.s.n.m.
- Nivel mínimo de aguas en el embalse en operación normal : 572,70 m.s.n.m.
- Cota eje válvulas entrega a riego : 555,00 m.s.n.m.
- Caudal de entrega de agua para riego por una de las válvulas de servicio en condición de nivel mínimo del embalse : 9 m³/seg
- Caudal para descenso de nivel del embalse a nivel de aguas sobre cota 603 m.s.n.m., descargando por las dos válvulas de entrega a riego : 30 m³/seg
- Caudal para descenso del nivel del embalse a nivel mínimo de aguas, descargando por las dos válvulas de entrega a riego : 18 m³/seg

8.2. - FUNCIONALIDAD DEL EQUIPAMIENTO

Las características funcionales del equipamiento antes descrito son:

8.2.1. - Válvula de compuerta de 600 mm de diámetro, ubicada en la caverna

La válvula de compuerta de 600 mm de diámetro se instaló para cumplir las siguientes funciones:

- Drenar el túnel durante el período de cierre o eventuales reparaciones.
- Cortar completamente el flujo de agua del túnel y permanecer herméticamente cerrada aún bajo el máximo nivel en el embalse.

Su accionamiento es manual.

8.2.2. - Válvula de Mariposa de 1.600 mm de diámetro, ubicada en la caverna.

La válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro, con todo su equipo auxiliar se instaló para cumplir las siguientes funciones:

- Servir como medio de aislamiento hacia aguas arriba de la tubería de entrega a riego para realizar mantenciones y reparaciones de todo el sistema ubicada aguas abajo de esta válvula.
- Cortar completamente el flujo contra escurrimiento en el gasto máximo ante una eventual emergencia.
- Permanecer cerrada con filtraciones nulas, aún bajo máximo nivel del embalse.
- Resistir la presión máxima de servicio, incluido golpe de ariete.
- Producir una descarga adicional del embalse para acelerar su rebaje de nivel cuando se requiera.

8.2.3. - Tubería y piezas especiales de 1.600 mm de diámetro y de 12 mm de espesor, de la caverna y túnel.

La tubería de 1.600 mm de diámetro y sus piezas especiales tienen la función de conducir el caudal máximo de entrega de agua para riego, que es de 30 m³/seg. Su espesor (12 mm) tiene la capacidad de resistir la presión máxima de servicio con el embalse lleno, incluido el golpe de ariete por el cierre de las válvulas.

8.2.4. - Tuberías y piezas especiales de 1.200 mm de diámetro y de 12 mm de espesor, de la casa de válvulas.

Las tuberías de 1.200 mm de diámetro, tienen la misma función que las tuberías de 1.600 mm de diámetro.

8.2.5. - Válvulas tipo mariposa de 1.200 mm de diámetro, ubicadas en la casa de válvulas.

Las válvulas de mariposa de 1.200 mm de diámetro, con todo su equipo auxiliar se instalaron para cumplir las siguientes funciones:

- Servir como medio de aislamiento de las válvulas de Howell Bunger o de operación para realizar mantenencias y reparaciones de todo el sistema ubicado entre las válvulas de mariposa y las de Howel-Bunger.
- Cortar completamente el flujo contra escurrimiento en el gasto máximo ante una eventual emergencia.
- Permanecer cerrada con filtraciones nulas, aún bajo máximo nivel del embalse.
- Resistir la presión máxima de servicio, incluido golpe de ariete.

8.2.6. - Válvulas tipo Howell – Bunger de 1.200 mm de diámetro, ubicadas en la casa de válvulas.

Las válvulas de operación tipo Howell – Bunger de 1.200 mm de diámetro, con todo su equipo auxiliar se instalaron para cumplir las siguientes funciones:

- Realizar las entregas de agua para riego, operando a presión máxima de servicio, incluido el golpe de ariete.
- Permanecer cerradas sin filtraciones, aún bajo el nivel máximo del embalse.
- Abrir y cerrar en cualquier condición.
- Permanecer total o parcialmente abiertas (incluyendo pequeñas aberturas para el caudal mínimo) evacuando agua a cualquier nivel en el embalse por prolongados períodos.

8.3. - SISTEMAS DE COMANDO Y DE CONTROL.

El control y operación de la entrega a riego, consiste en un sistema de comandos accionados oleo-hidráulicamente para las válvulas de guardia (mariposa) y electromecánicamente para las válvulas de operación (Howell-Bunger).

El sistema permite la operación manual y automática de todas las válvulas y el comando se hace desde la sala de control del edificio de la casa de válvulas, para todas las válvulas y desde la caverna para la válvula de mariposa de 1.600 mm.

8.3.1. - Apertura y cierre de la válvula de mariposa de 1.600 mm ubicada en la caverna del túnel.

La apertura y cierre de la válvula de mariposa se efectúa mediante un sistema óleo-hidráulico, que acciona el contrapeso que permite abrir la válvula y cerrarla incluso contra flujo y contra el caudal máximo de diseño. El sistema óleo-hidráulico puede accionarse eléctrica y manualmente.

La válvula de mariposa, de 1.600 mm de diámetro ubicada en la caverna del túnel, se puede accionar directamente desde el mecanismo de accionamiento ubicado en la caverna o remotamente desde la casa de válvulas.

La válvula de mariposa posee un mecanismo de detección de flujo de agua que permite detectar la superación del caudal máximo de diseño. Al detectar un aumento de flujo superior al caudal máximo de diseño, este mecanismo acciona automáticamente el sistema de cierre total de la válvula.

Para la abertura de la válvula, deben equilibrarse la presión de la tubería ubicada aguas arriba de la válvula, con la presión de la tubería ubicada aguas abajo de la válvula. La igualación de presiones se efectúa mediante un sistema de bypass de agua de aguas arriba de la válvula hacia aguas abajo de la misma, controlado por dos válvulas de espejo accionadas eléctrica o manualmente.

Para eliminar el aire presente en la tubería ubicada aguas abajo de la válvula al momento de compensar las presiones, cuenta con válvula o purga de aire, que funciona al iniciarse el equilibrio de presiones entre la tubería de aguas arriba y aguas abajo de la válvula.

8.3.2. - Apertura y cierre de las válvulas de mariposa de 1.200 mm ubicadas en la casa de válvulas.

Las válvulas de mariposa ubicadas en la casa de válvulas y que corresponden al conjunto de mecanismos de entregas de agua para riego tienen similares mecanismos de accionamiento que la válvula de mariposa de la caverna.

El accionamiento de apertura y cierre de estas válvulas se ubica en la sala de control de la casa de válvulas y la acción de apertura y cierre de ésta requiere el mismo control y cuidado señalado para la válvula de mariposa de la caverna del túnel.

En operación normal de las válvulas de mariposa, éstas deben cerrarse una vez que se han cerrado las válvulas de operación tipo Howell-Bunger. Pero ante una emergencia de problemas de funcionamiento de las válvulas Howell-Bunger, las válvulas de mariposa están diseñadas para cerrar contra flujo, con la máxima presión y con el máximo caudal.

8.3.3. - Apertura y cierre de las válvulas de Howell-Bunger de 1.200 mm ubicadas en la casa de válvulas.

La apertura y cierre de las válvulas Howell-Bunger o difusoras se efectúa mediante un sistema electromecánico, accionado desde la sala de control ubicado en la casa de válvulas. El sistema electromecánico transmite un movimiento giratorio que se bifurca hacia dos ejes, los cuales accionan dos tornillos sin fin ubicados a cada costado de la válvula y que actúan sobre unas tuercas que se encuentran fijas al manguito del cuerpo de la válvula, deslizando este manguito hacia atrás o delante de la válvula dependiendo si es una acción de apertura o cierre de la válvula. El manguito sella con el cuerpo de la válvula, evitando con ello fuga de agua en dicho punto y sella a su vez en posición cerrada con el cono difusor de la válvula.

El centro de control está diseñado para invertir en cualquier momento la carrera de apertura y cierre de las válvulas.

El control de la abertura de las válvulas se realiza automáticamente desde el armario de la sala de control mediante un sistema electrónico que determina el porcentaje de apertura de cada válvula. El caudal se controla mediante una estación limnimétrica ubicado en el canal de entrega de agua al río y que además cuenta con un control remoto de la altura limnimétrica.

Tanto las válvulas de mariposa como, las válvulas de tipo Howell-Bunger cuentan con dispositivo de accionamiento manual para emergencias

8.4. - MODALIDADES DE CONTROL DE APERTURA Y CIERRE DE LAS VÁLVULAS.

El control de apertura y cierre de las válvulas, señalización e instrumentos están dispuestos en dos armarios ubicados uno en la caverna del túnel y otro ubicado en la sala de control de la casa de válvulas.

8.4.1. - Armario de la caverna del túnel.

El armario de la caverna del túnel, centraliza el comando de la válvula de mariposa de 1.600 mm y sus equipos accesorios. Este comando de control acciona las válvulas de by-pass para igualar las presiones entre la tubería ubicada aguas arriba con la de aguas abajo de la válvula de mariposa. A este comando llegan los terminales electrónicos de los transmisores de presión instalados en los manómetros de la válvula. Al detectarse que la presión del interior de las tuberías ubicadas aguas arriba y aguas abajo de la válvula se han igualado, recién se permite accionar el sistema óleo-hidráulico para abrir la válvula de mariposa. El armario tiene a su vez el comando que acciona el sistema óleo-hidráulico de apertura y cierre de la válvula de mariposa.

8.4.2. - Armario del centro de control de la casa de válvulas.

El armario del centro de control de la casa de válvulas centraliza el comando de las válvulas de mariposa de 1.200 mm de diámetro y sus equipos accesorios y de las válvulas tipo Howell-Bunger de 1.200 mm de diámetro. Además en forma remota controla la operación de cierre de la válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro instalada en la caverna.

Para accionar la válvula de mariposa de 1.600 mm ubicada en la caverna, este armario cuenta con un funcionamiento similar a lo descrito en el punto 8.5.1, tanto para igualar presiones, detectar la igualación de presión y operar el mecanismo óleo-hidráulico de apertura y cierre de la válvula.

El accionamiento de las válvulas de mariposa de 1.200 mm ubicadas en la casa de válvulas, a través del control remoto instalado en el armario, es similar a lo anteriormente descrito para la válvula de mariposa de 1.600 mm ubicada en la caverna. Primeramente se accionan las válvulas del sistema de by-pass para igualar las presiones entre las tuberías ubicadas aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de mariposa. Detectada en el armario la igualación de presiones, que se realiza a través de los transmisores de presión instalados en los manómetros de las válvulas, recién este sistema de control remoto permite accionar el sistema óleo-hidráulico para abrir las válvulas de mariposa. El cierre de estas válvulas normalmente se realiza una vez que se

han cerrado las válvulas de operación, pero ante eventuales emergencias, pueden cerrarse contra flujo, es decir, estando abiertas las válvulas de operación. La apertura y cierre de las válvulas de mariposa, es independiente una de otra.

El accionamiento de las válvulas de operación, Howell-Bunger de la casa de válvulas se realiza a través de un sistema electromecánico, el que se controla desde el armario mediante un sistema electrónico que determina porcentajes de abertura de la válvula, que corresponde a un área o sección de abertura de la válvula, que relacionado con la presión del lago, permite determinar el caudal de entrega.

El accionamiento de las válvulas de operación, Howell-Bunger, es a través de un motor eléctrico accionado del armario de la sala de control, el que acciona dos ejes que conectados a través de un sistema de piñones, accionan los tornillos sin fin ubicados a los costados del cuerpo de la válvula los que giran al interior de dos tuercas afianzadas a ambos costados del manguito de la válvula, el que al ser desplazado por la acción de los tornillos sin fin hacia atrás, se separa del cono difusor de la válvula, generando la sección de abertura perimetral entre el cono difusor y el manguito, por donde sale el agua en forma de abanico.

Existen las siguientes modalidades de control:

- Control local-manual (LM), el que se efectúa desde los armarios de control, por órdenes directas sobre cada componente básico del equipamiento.
- Control local-automático (LA), el que se efectúa por medio de órdenes controladas por el automatismo de apertura y cierre de válvulas desde los armarios de control.
- Control remoto-manual (RM), el que se efectúa desde el armario de control ubicado en el centro de control de la casa de válvulas, por ordenes directas sobre los mecanismos de cierre de la válvula de mariposa de la caverna.

La selección de cada modalidad de control se efectúa mediante switches selectores de control de válvulas, que tienen las posiciones “Local-Manual (LM)”, “Local-Automático (LA)” y también para el caso de la válvula de mariposa de la caverna, “Remoto-Manual (RM)”. Estos switches, se controlan con llave.

Detalle de las características, operación y mantención de los Mecanismos de entrega de agua para riego del embalse se presentan en el Manual de operación del Embalse Santa Juana, adjunto al presente informe.

9. - OBRAS ELECTRICAS

El sistema eléctrico para fuerza y alumbrado está formado por la electrificación y postación para Alta Tensión, que termina en un transformador trifásico de una potencia de 50 (KVA), protegido por un desconectador fusible, que posteriormente de él derivan las redes para alimentar las distintas dependencias.

La distribución y entrega de energía a las dependencias se hace por medio de dos tableros definidos como: Tablero General de Fuerza y Alumbrado (TGF y A) y Tablero de Distribución de Fuerza número uno (TDF-1). Estos tableros están ubicados en la sala de control. La canalización de protección de los conductores se ha realizado en cañería de acero galvanizado y tiene el objetivo de proteger los conductores contra la humedad, corrosión y tracciones mecánicas.

Las dependencias a las cuales se les suministra electricidad son cuatro: Sala de Control, Casa de Válvulas, Túnel y Caverna.

La distribución se realiza por 10 circuitos conectados a:

1. Tablero General de Fuerza y Alumbrado (TGF y A)
 - 1.1. Circuito 1: Alumbrado Sala Control
 - 1.2. Circuito 2: Alumbrado Túnel
 - 1.3. Circuito 3: Alumbrado Caverna
 - 1.4. Circuito 4: Alumbrado Casa de Válvulas
 - 1.5. Circuito 5: Alimentador al TDF-1
 - 1.6. Circuito 6: Banco de Condensadores
 - 1.7. Circuito 7: Reserva

2. Tablero de Distribución de Fuerza N° 1. (TDF – 1)
 - 2.1. Circuito 1: Reserva
 - 2.2. Circuito 2: Actuador Válvula N° 1
 - 2.3. Circuito 3: Actuador Válvula N° 2
 - 2.4. Circuito 4: Alimentación Compresor
 - 2.5. Circuito 5: Enchufes de Fuerza

El sistema eléctrico se ha complementado conforme a las exigencias actuales de la obra y que responden a requerimientos complementarios que no fueron contemplados en el proyecto original, tales como iluminación de la escultura símbolo del embalse, energía eléctrica para actividades turísticas.

Todo el sistema eléctrico del embalse funciona correctamente, solo se han presentado problemas de mantencion del sistema eléctrico en el sector del túnel y caverna del embalse debido a la alta humedad relativa que esta presente en estos

sectores. Las fallas corresponden a oxidaciones en los puntos de unión de los cables, en los contactores y en los zóquetes de ampollitas. La administración ha solucionado estos problemas utilizando sellos herméticos en estos puntos, evitando con ello la acción de la humedad en el sistema eléctrico.

Las tuberías de protección de los cables eléctricos son de fierro galvanizado y estas se protegen con pintura que repone el galvanizado.

El sistema eléctrico diseñado y construido responde bien a los requerimientos energéticos de iluminación y de fuerza del embalse.

10. - ELEMENTOS PARA MANTENCIÓN, SEGURIDAD DEL PERSONAL Y DE PROTECCION.

El embalse esta provisto de elementos necesarios para la mantención de los elementos mecánicos, de ventilación para bajar la humedad relativa en la caverna del túnel, de barandas y rejas de protección para el personal y de protección de las instalaciones.

10.1. - ELEMENTOS PARA MANTENCION

Los elementos instalados en el embalse para desarrollar las mantenciones corresponden al sistema de izamiento en la caverna y casa de válvulas y al sistema de ventilación para la caverna.

10.1.1. – Sistema de izamiento en caverna del túnel.

El sistema de izamiento comprende un tecele y un carro monorriel eléctrico desmontable, caja de comando colgante y alimentación eléctrica, con su vía. La vía va anclada al techo de la caverna y tiene un largo de 7 metros. Las características de este equipo son:

- Capacidad de levante: 10 Ton.
- Altura libre del gancho: 4,5 metros
- Carrera del gancho: 10 metros
- Velocidad de Izamiento: 1,0 m/min
- Velocidad de traslación: 1,0 m/min

10.1.2. - Sistema de izamiento de la casa de válvulas.

El sistema de izamiento de la casa de válvulas comprende dos teceles y dos carros monorriel eléctricos, Cajas de comando colgante y alimentación eléctrica. La vía para los carros de cada tecele esta anclada al techo e instalada en línea con la respectiva línea de válvulas de mariposa y de Howell – Bungler. Las características de estos equipos son:

- Capacidad de levante: 10 Ton.
- Altura libre del gancho: 3,8 metros
- Carrera del gancho: 6,0 metros
- Velocidad de Izamiento: 1,0 m/min
- Velocidad de traslación: 1,0 m/min

10.1.3. - Sistema de ventilación de la caverna

Normalmente la caverna del túnel se ve afectada por la alta humedad relativa que en ella se mantiene, lo que afecta a las actividades de mantención de pintura de los elementos metálicos. Para reducir este problema, se instaló un sistema de ventilación que incorpora aire seco del exterior del túnel al interior de la caverna mediante un ventilador instalado en la parte exterior del portal de entrada del túnel que impulsa el aire seco mediante una manga al interior de la caverna.

10.2. - ELEMENTOS PARA SEGURIDAD DEL PERSONAL.

Para el desplazamiento seguro del personal, para desarrollar actividades de operación, inspección y/o mantención de las válvulas y/o elementos metálicos ubicados tanto en la caverna como en la casa de válvulas, se implementó en estos sectores un sistema de pisos de rejas metálicas y barandas de protección alrededor de las tuberías y válvulas, que permite trabajar con seguridad en las actividades antes mencionadas. De la misma forma, para el desplazamiento del personal por el túnel de desviación para ingresar a la caverna, esta resguardado por barandas metálicas para evitar que alguien caiga al piso del túnel.

10.3. - ELEMENTOS DE PROTECCION DE LAS INSTALACIONES.

El embalse cuenta con elementos de protección de las instalaciones tales como barrera de cadena en el camino de coronamiento del muro, barandas de protección para los terminales de sensores de control de estabilidad del muro y áreas de protección entre el portal de entrada del túnel y la casa de válvulas.

11. - ELEMENTOS DE CONTROL DEL EMBALSE

El embalse esta provisto de:

11.1.- REGLAS LIMNIMÉTRICAS.

Es una serie de reglas que se ubican en el talud de aguas arriba del muro, sobre el plinto derecho de la presa. Su función es registrar la altura de acumulación de agua, cuya lectura permite determinar el volumen de agua almacenado en el embalse.-

11.2.- SISTEMA DE MEDICIÓN CONTINUO DE NIVEL.

Consta de un piezómetro eléctrico sumergido, el cual por cable emite una señal a un computador con impresora.- En la actualidad, este instrumento no está en funcionamiento.-

11.3.- ACELERÓMETROS.

Son triaxiales de movimiento fuerte.- Son cuatro y se ubican, uno en cada ladera a la altura de coronamiento de la presa, uno sobre el coronamiento del muro y uno de campo en el pie de aguas abajo.-

11.4.- MEDIDORES DE JUNTAS.

Se instalaron en las juntas entre la pantalla de hormigón y la pared moldeada y juntas plinto – pantalla.- Miden separación o acercamiento y asentamientos relativos.- Son eléctricos y por medio de cables se conectaran a un tablero terminal.-

11.5.- MEDIDORES DE DEFORMACIÓN DEL HORMIGÓN.

Se instalaron en la pantalla y miden deformaciones en dos y tres direcciones. Tres de ellos se instalaron asociados con termómetros adicionales.-

11.6.- PIEZÓMETROS ELÉCTRICOS.

Se instalaron en la fundación de la presa, cercanos a la pared moldeada.- Por medio de cables se conectan a un tablero terminal.-

11.7.- CELDAS DE AGUA.

Se instalaron en el cuerpo de la presa, son 14 y medirán posibles asentamientos de la presa.- Las mediciones se harán en tres casetas a través de piezómetros conectados con tuberías de PVC a las celdas.

11.8.- PUNTOS DE CONTROL DE NIVELACIÓN.

Son 27, se ubican en el talud aguas arriba de la presa, coronamiento y en el talud aguas abajo de la presa.

Detalle de las características, operación y mantención de los elementos de control del embalse se presentan en el capítulo 3 del Manual de operación del Embalse Santa Juana, adjunto al presente informe.

12. - REQUERIMIENTO DE MANTENCION DE LA ESTRUCTURA DEL EMBALSE Y SUS ELEMENTOS

Un embalse tiene obras que una vez construidas prácticamente no requieren mantención o que debido a la acumulación de agua hacen imposible desarrollar programas de mantención, pero además, cuentan con elementos que si requieren control y mantención rutinaria, tanto para su buen funcionamiento, como para su conservación. En este punto clasificaremos las estructuras y elementos del embalse Santa Juana en aquellas que requieren mantención y las que no requieren.

12.1. - ESTRUCTURAS Y/O ELEMENTOS QUE NO REQUIEREN MANTENCIÓN:

- Muro del embalse, entendiéndose como tal el muro de gravas compactadas.
- Plinto
- Pantalla de hormigón
- Pared moldeada
- Vertedero
- Túnel de desviación aguas arriba del tapón
- Blindaje de 1.600 y 600 mm de diámetro
- Interior de la tubería de 1.600 mm de diámetro aguas arriba de la válvula de mariposa
- Interior del cuerpo de la válvula de mariposa de 1.600 m de diámetro
- Interior del cuerpo de la válvula de desagüe de espejo de 600 mm de diámetro
- Sensores térmicos del hormigón de las losas de la pantalla;
- Sensores de control de deformación de las juntas de dilatación de las losas.
- Sensores de control de deformación de los hormigones de las losas.

Si bien estas estructuras y/o elementos no requieren una mantención rutinaria, ante cualquier falla, producto de agentes externos, como podría ser un terremoto, deberán desarrollarse las acciones pertinentes de rehabilitación de las estructuras si se tiene la oportunidad o si se requiere. De la misma forma, ante una sequía y teniendo la oportunidad de drenar el túnel aguas arriba del túnel, deben

realizarse las mantenciones pertinentes del interior de la válvula de mariposa de 1.600 mm, del interior de la válvula de espejo de 600 mm. , de la tubería y blindaje de 1.600 y 600 mm y del túnel

12.2. - ESTRUCTURAS Y/O ELEMENTOS QUE REQUIEREN MANTENCIÓN.

En este punto se detallan las estructuras y/o elementos que requieren mantención en el embalse. No obstante lo detallado en este capítulo, en el Manual de Operaciones del Embalse se presentan en forma detallada las características de las obras y mecanismos de entrega de agua del embalse y los elementos de control instalados en el embalse. Además de las características técnicas, se detallan sus pasos de operación y cuidados que hay que tener en ello y las mantenciones a realizar.

La identificación de las estructuras y/o elementos que requieren mantención, se presenta a continuación por sector del embalse, a objeto de ubicarlas en éste.

12.2.1. - En camino de coronamiento y mirador.

- Camino de coronamiento y mirador.
- Murales del coronamiento.
- Sistema de alumbrado del coronamiento, mirador y escultura símbolo del embalse.

12.2.2. - En Caverna y Túnel.

- Elementos de accionamiento y control de la válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro (botella y pistón hidráulico de accionamiento, mangueras de presión, manómetros y solenoides de transmisión de presión ubicados aguas arriba y aguas abajo de la válvula de mariposa).
- Tubería de aducción de 1.600 mm de diámetro, desarrollada desde la válvula de mariposa de 1.600 mm hasta la bifurcación en pantalón de la tubería, ubicada aguas arriba de la casa de válvulas.
- Elemento de accionamiento óleo-hidráulico de la válvula de 1.600 mm.
- Elementos de izamiento de la caverna.
- Barandas y rejas de protección del túnel y la caverna.
- Sistema eléctrico para el alumbrado y de fuerza de la caverna.
- Pintura general de los elementos metálicos y paredes de la caverna.
- Sistema de ventilación de la caverna.

12.2.3. - En Casa de Válvulas.

- Válvulas de mariposa de 1.200 mm (2).
- Elementos de accionamiento y control de las válvulas de mariposa de 1.200 mm de diámetro (botellas y pistones hidráulicos de accionamiento, mangueras de presión, manómetros y solenoides de transmisión de presión ubicados aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de mariposa).
- Elementos de accionamiento óleo-hidráulico de las válvulas de 1.200 mm
- Válvulas de operación Howell-Bunger (2).
- Elementos de accionamiento electromecánico de las válvulas de Howell-Bunger (motor eléctrico, elementos mecánicos de transmisión de movimiento giratorio, tornillo sin fin y tuerca).
- Barandas y rejas de protección del interior de la casa de válvulas.
- Elementos de izamiento de la casa de válvulas.
- Puertas para acceder a la casa de válvulas y para extraer los cuerpos de las válvulas ante una reparación o reemplazo de ellas.
- Pupitre de control remoto eléctrico de las válvulas de mariposa y Howell-Bunger y de la válvula de mariposa de la caverna.
- Pintura general de los elementos metálicos y de las paredes de la casa de válvulas y su sala de control.
- Aseo general de toda el área.

12.2.4. - En cerco de protección.

- Cerco de protección, sus portones y puertas de acceso.

12.3. - LABORES DE MANTENCION.

12.3.1. - En camino de coronamiento y mirador.

- En el camino de coronamiento y del mirador, deben realizarse faenas de aseo del camino de coronamiento y mirador, renovación de la pintura de los murales y sistema de alumbrado y mantención y reposición de los elementos de iluminación.

12.3.2. - En Caverna y Túnel.

En la Caverna y túnel deben realizarse las siguientes faenas de mantención:

- Revisión y mantención de los elementos de accionamiento de la válvula de mariposa, y reposición de retenes del pistón óleo-hidráulico si se presentan filtraciones. Reposición de las mangueras de presión del sistema óleo-hidráulico ante filtraciones de éstas. Cambio del aceite hidráulico del sistema de accionamiento. Reposición de las pinturas de los elementos de accionamiento de la válvula. Control del funcionamiento de los manómetros de la válvula de mariposa y sus solenoides de transmisión de presión, los que deben reemplazarse ante las mínimas fallas que se detecten.
- Mantención externa de la tubería de aducción de 1.600 mm de diámetro. Una vez al año debe revisarse el estado de conservación de las pinturas de protección interna de la tubería de 1.600 mm y tratar y reponer ésta ante su degradación.
- Revisión y mantención del sistema eléctrico de los elementos de izamiento y reparación o reemplazo de éstos si se detecta un mal funcionamiento. Lubricación de las cadenas del teclé. Mantención anual de la pintura de estos elementos.
- Mantención anual de la pintura de las barandas y rejas de protección del túnel y la caverna
- Mantención y reposición del sistema de alumbrado en la caverna y túnel. Revisión y reposición del sello de los ductos de los cables eléctricos del sistema de alumbrado y de fuerza de la caverna y túnel.
- Reposición anual de la pintura general de las paredes de la caverna
- Mantención del sistema eléctrico del equipo de ventilación de la caverna y mantención y/o reparación de la manga de conducción del aire al interior de la caverna.

En el Capítulo 2 del Manual de operaciones del Embalse Santa Juana, se describen las características técnicas, operación y mantención de los elementos de entrega de agua para el sector agrícola y que en forma resumida se tratan en este capítulo.

12.3.3. - En Casa de Válvulas.

En la Casa de Válvulas deben realizarse las faenas de mantención que se detallan más adelante para cada uno de los elementos y recinto en general:

12.3.3.1. - Válvulas de mariposa de 1.200 mm

- Mantención exterior e interior de las válvulas de mariposa de 1.200 mm. Revisando especialmente el orrín de sello de la válvula, el que debe reponerse ante una falla de éste.
- Revisión y mantención de los elementos de accionamiento de la válvula de mariposa, y reposición de retenes del pistón óleo-hidráulico si se presentan

filtraciones. Reposición de las mangueras de presión del sistema óleo-hidráulico ante filtraciones de éstas. Cambio del aceite hidráulico del sistema de accionamiento. Reposición de las pinturas de los elementos de accionamiento de la válvula. Control del funcionamiento de los manómetros de la válvula de mariposa y sus solenoides de transmisión de presión, los que deben reemplazarse ante las mínimas fallas que se detecten.

- Reposición de la pintura del cuerpo de las válvulas y sus elementos mecánicos de accionamiento como contrapeso y válvulas y tubería de by-pass y válvula de eliminación de aire.

12.3.3.2. - Válvulas de operación Howell-Bunger

- Revisión y mantención de los elementos de accionamiento electromecánico de las válvulas de Howell-Bunger (motor eléctrico, elementos mecánicos de transmisión de movimiento giratorio, tornillo sin fin y tuerca), reemplazando los elementos eléctricos si éstos fallan. Lubricación del tornillo sin fin de accionamiento del manguito de la válvula, cambiando semestralmente el lubricante y recargando quincenalmente el lubricante que se hubiese gastado.
- Reposición anual de la pintura de las barandas y rejas de protección del interior de la casa de válvulas
- Revisión y mantención del sistema eléctrico de los elementos de izamiento y reparación o reemplazo de éstos si se detecta un mal funcionamiento. Lubricación de las cadenas de los tecles. Mantención anual de la pintura de estos elementos.
- Reposición semestral de las pinturas de las puertas de acceso a la casa de válvulas y reposición total de las puertas ante la oxidación de éstas.
- Revisión del funcionamiento del programa de accionamiento a control remoto instalado en el pupitre de la sala de válvulas y reemplazo o reparación de este ante eventuales fallas.
- Reposición anual de la pintura de los elementos metálicos y de las paredes de la casa de válvulas y su sala de control
- Aseo general de toda el área.

12.3.4. - En cerco de protección.

- Reposición semestral de la pintura de la reja de protección.
- Reposición de la reja de protección que se dañe por la oxidación de su material.

12.4. - REVISIONES PREVENTIVAS.

Ademas de las operaciones normales de los elementos del embalse, deben realizarse operaciones de carácter preventivo a objeto de verificar el buen funcionamiento de los elementos o detectar posibles fallas, las que debieran repararse o solucionarse antes que colapsen. Estas operaciones de carácter preventivo deben seguir las mismas normas y tomarse las mismas medidas preventivas en su accionar que se consideran en las operaciones normales.

Estas actividades normalmente las realiza la administración del embalse en una rutina quincenal. Esta rutina es adecuada y suficiente para los elementos o mecanismos del embalse y su programación esta incluida en la rutina normal de operación y mantencion del embalse que se detalla mas adelante.

Es importante destacar que los elementos claves del embalse que requieren revisiones preventivas de operación son básicamente las válvulas, sean estas de operación (Howell-Bunger) o de cierre total, así como los pupitres de operación remota y el sistema electrico en general. Los otros elementos o estructuras del embalse no requieren revisiones preventivas ya que una eventual falla de ellas no gravita en la buena operación del embalse.

El personal que se requiere para las revisiones preventivas, no es necesario que sea personal externo a la administración del embalse, al contrario, es aconsejable a que estas revisiones preventivas las realice el mismo personal de la administración ya que estan familiarizados con la operación y mantencion de estos elementos y pueden detectar con mayor facilidad probables fallas. Solo en el sistema electrico, se recomienda que las revisiones preventivas las realicen personas especializadas en la materia, tal como hoy lo mantiene la administración del embalse

13. - MANUAL DE OPERACIONES

La administración del embalse desarrolla una rutina de operación y mantención que tienen normada de acuerdo a las características técnicas de cada elemento. Las recomendaciones técnicas están contenidas en pequeños manuales o cartillas de mantención.

En anexo se presenta un manual de operación y mantención, el que ha sido elaborado en función de las cartillas técnicas que se tienen en la administración del embalse y considerando la experiencia del personal durante el corto período de operación y mantención que tiene el Embalse Santa Juana.

CAPITULO SEGUNDO

ESTADO ACTUAL DE LA OBRA Y SUS ELEMENTOS

Conjuntamente con el administrador del Embalse Santa Juana y personal de esta administración, se recorrieron e inspeccionaron las obras del embalse, a objeto de constatar el estado de funcionamiento y conservación de la estructura del embalse, sus obras de entrega de agua para riego y sus elementos de control de estabilidad de la presa.

Conforme a lo observado y revisado en detalle, podemos señalar que en general el Embalse Santa Juana se encuentra en muy buen estado y operando correctamente. En octubre del 2000, la Dirección de Obras Hidráulicas contrato un estudio geotécnico para determinar el estado de la presa desde ese punto de vista. El estudio concluye que la presa se encuentra en buen estado. Se adjunta en anexo copia del informe geotécnico de Octubre del 2000.

A continuación se describe en forma detallada el estado de funcionamiento y mantención del embalse y sus elementos.

1. - En camino de Coronamiento y Mirador:

- El estado de conservación y mantención tanto del camino de coronamiento del muro, como del mirador, es bueno. Este se encuentra expedito y transitible a todo publico. No hay elementos que pongan en riesgo de accidente a las personas que visiten el embalse y la altura de sus muros construidos a ambos lados del camino, permiten un buen resguardo a los visitantes.
- Los murales del camino de coronamiento, a pesar de encontrarse recientemente pintados, se observa en ellos rayado por personas ajenas a la administración. Señala el personal de la administración que frecuentemente las pinturas de los murales y de los muros de coronamiento son dañados por las personas que visitan la obra.
- La iluminación del camino de coronamiento, del mirador y de la escultura símbolo del embalse esta bien y en funcionamiento. Al momento de una de las visitas al embalse, se estaba reponiendo la pintura de los postes y base de los focos de alumbrado del camino de coronamiento.

2. - En Caverna:

- El estado de conservación y mantención es bueno, tanto de los elementos como sus sistemas de accionamiento y red eléctrica. Estos elementos se probaron y

accionaron en presencia de los profesionales de esta consultoría y su accionamiento fue correcto.

- Se observa preocupación por mantener la pintura de protección de los elementos metálicos. Al término de esta consultoría, la administración del embalse, mediante contrato, renovó totalmente la pintura de los elementos metálicos.
- La válvula de mariposa de cierre total se encuentra en funcionamiento y en buen estado. A objeto de verificar el funcionamiento de la válvula de mariposa y sus mecanismos de accionamiento, se procedió a realizar un cierre total de las válvulas del embalse, concluyendo con el cierre total de la válvula de mariposa de 1.600 mm. El funcionamiento de las válvulas de entrega de agua y todos sus mecanismos fue correcto y no se observaron problemas o fallas en su operación.
- Se encuentra dañado el sensor de control de flujo de la válvula de mariposa. Este sensor se ha reparado en dos oportunidades, según información de la administración del embalse y se a dañado con las vibraciones que le produce el flujo de agua. Conforme a la experiencia del administrador sobre este sensor, se estima que este elemento no es el apropiado y que debe buscarse una alternativa en reemplazo de este mecanismo.
- Se encuentran en buen estado los manómetros ubicados aguas arriba y abajo de la válvula de mariposa y los solenoides transmisores de presión. Es importante destacar que el solenoide original del manómetro ubicado aguas arriba de la válvula de mariposa, al fallar, fue reemplazado por solenoides ubicados en el mercado nacional, haciéndole una adaptación pero, cumpliendo la misma función. El correcto funcionamiento de los manómetros, se verificó al desarrollarse el cierre y posterior apertura de las válvulas.
- El sistema de izamiento instalado en la caverna, se encuentra en buen estado y funcionando. Para verificar su estado, se acciono el sistema de izamiento, tanto al levante como a la bajada de este.
- El sistema de ventilación para la caverna se encuentra en buen estado y en funcionamiento. La administración del embalse accionó el sistema de ventilación y pudo observarse que este funciona correctamente, pero se estimó que el flujo de aire que ingresa al túnel y a la caverna puede ser insuficiente para los objetivos que fue instalado.

3. - En Casa de Válvulas:

- El estado de conservación y mantención es bueno, tanto de los elementos metálicos, como del sistema de operación y control remoto, del sistema eléctrico para el alumbrado y de fuerza.
- Las válvulas de mariposa se encuentran en buen estado y en funcionamiento, incluido en esto su sistema de accionamiento oleo-hidráulico. Para verificar su buen funcionamiento, las válvulas se cerraron y abrieron, observando con ello

que tanto las válvulas como sus mecanismos de accionamiento son correctos y se encuentran funcionando bien.

- Las válvulas de operación Howell-Bunger se encuentran en buen estado y en perfecto funcionamiento. Su operación se verificó al desarrollar la acción de cierre y apertura señalada anteriormente.
- La pintura de los elementos metálicos del cuerpo de las válvulas, de las tuberías de 1.200 mm, de las válvulas y tuberías de by-pass y de las válvulas de eliminación de aire, se encuentran en buen estado. Al igual que la caverna, las pinturas de los elementos metálicos y de las válvulas de la casa de válvulas casi al término de la presente consultoría, se renovaron totalmente mediante contrato
- Los manómetros ubicados aguas arriba y aguas abajo de las válvulas de mariposa y sus solenoides de transmisión de presión, se encuentran en buen estado y en funcionamiento. Esta situación se verificó al desarrollar la acción de cierre y apertura de las válvulas.
- La pintura de las barandas y rejas de protección para el desplazamiento seguro del personal que realiza la operación y mantención, se encuentran en buen estado, así mismo su estructura. Las pinturas de estos elementos también fueron renovadas totalmente.
- Las puertas metálicas ubicadas aguas abajo en la sala de válvulas, que se encontraban afectadas fuertemente por el agua que sale por las válvulas Howell-Bunger, fueron cambiadas y actualmente estas se encuentran en buen estado y con sus respectivas pinturas de protección y terminación.
- Los sistemas de izamiento instalado en la casa de válvulas, se encuentran en buen estado y funcionando. Esto se verificó haciéndolos funcionar al levante y descenso de los tecles.

4. - En Sala de Válvulas:

- El estado de mantención de esta sala, tanto en lo que se refiere a su pintura y tableros eléctricos y pupitre de accionamiento de las válvulas a control remoto, se encuentran en buen estado.
- El pupitre de accionamiento de las válvulas a control remoto se encuentra en buen estado y en perfecto funcionamiento, situación que se verificó al desarrollar el cierre y apertura de las válvulas. Los elementos de los tableros eléctricos, sean estos automáticos, cables, instrumentos de control de amperaje, luces indicativas, etc., se encuentran en buen estado y en perfecto funcionamiento. Al abrir los tableros se verificó que tanto los cables, contactores, uniones y automáticos de seguridad se encontraban en muy buen estado. Se accionaron los automáticos para verificar su buen funcionamiento y no se observó en ellos falla alguna.

- Todos los elementos que conforman el pupitre de accionamiento a control remoto de las válvulas, se encuentran en buen estado y funcionando correctamente.

5. - En Reja de Protección entre Túnel y Casa de Válvulas:

- El estado de conservación y mantención de la reja de protección es regular. Esta afectada por la humedad del medio generada por el agua entregada por las válvulas de operación.

CAPITULO TERCERO

SERVICIOS QUE SE DEBERÁN ENTREGAR A LOS USUARIOS DEL EMBALSE SANTA JUANA

El embalse Santa Juana, si bien es una gran obra hidráulica, desde el punto de vista de servicio a los regantes es una obra simple, no tiene la complejidad que presentan por ejemplo los embalses Recoleta, Cogotí y Paloma de la cuarta Región, ya que el Embalse Santa Juana no tiene una red de distribución de agua, que son las obras que complican la función de los embalses de la cuarta región.

Considerando esta situación, los servicios que deben recibir los regantes beneficiados con la construcción del embalse Santa Juana solo es la de acumulación y regulación del recurso agua.

No obstante, de ser esta función relativamente simple, aún la administración del embalse Santa Juana no opera conforme a un plan hidrológico que no solo permita el incremento de la disponibilidad del recurso agua, sino que también un mejoramiento sustancial de la seguridad en el abastecimiento. Por lo tanto, es esencial que la administración del embalse, conjuntamente con los regantes beneficiados por la obra determinen la optimización de la operación del embalse Santa Juana de tal forma que les permita en el futuro salvar los problemas de escasez de agua a la que normalmente se ve afectado el Valle de Huasco.

Además del servicio de acumulación, regulación y entrega de agua que ejerce la administración del Embalse Santa Juana, debe proporcionar el servicio de información hidrológica e hidrométrica que permita mantener informado a los regantes y puedan administrar en forma óptima el recurso agua.

Al participar los regantes en los costos de administración del embalse Santa Juana, la administración debe mantenerlos informados de los gastos operacionales y de mantención a objeto que tomen determinaciones adecuadas para la administración del embalse y su financiamiento.

A continuación se describe con mayor detalle cada uno de los servicios señalados.

1. - SERVICIO DE ACUMULACIÓN Y REGULACIÓN DE EXCEDENTES DE AGUA DEL VALLE DEL HUASCO.

Todo embalse destinado al uso agrícola, de por sí desarrolla el servicio de acumulación y regulación de excedentes de agua para riego y es el objetivo principal para lo cual fueron construidos.

Este servicio lo desarrolla la administración del embalse, manteniendo los caudales de entrega de agua al cauce del río Huasco, conforme a las necesidades hídricas de las superficies cultivadas en la zona bajo embalse. Para desarrollar eficientemente esta actividad, es esencial que se desarrollen modelos de simulación operacional para diferentes alternativas de seguridad de riego y que estas se divulguen a los usuarios beneficiados por la obra a objeto que puedan determinar reglas o normas de operación que son vitales para enfrentar periodos de escasez o sequías prolongadas.

Actualmente la operación del embalse Santa Juana se desarrolla manteniendo un caudal permanente en el cauce del río, el cual no obedece estrictamente a necesidades hídricas de los cultivos establecidos en la zona beneficiada por la obra ubicada aguas abajo del embalse.

Un buen desarrollo de este servicio requiere no solo el conocimiento técnico desde el punto de vista hidrológico, sino que una compatibilización de las actividades agrícolas del valle que contemplen tanto los objetivos agronómicos propiamente tal como los objetivos económicos del sector agrícola.

Esta actividad radica básicamente en almacenar los excedentes hídricos del valle que se producen ya sea por lluvias invernales, deshielos o excedentes de agua de riego de los valles interiores. El recurso hídrico almacenado en el embalse, debe entregarse al sector agrícola ubicado aguas abajo del embalse conforme a necesidades hídricas de los cultivos. Por estar ubicado el embalse Santa Juana en una zona desértica, lo ideal es trabajar con dotaciones anuales de agua preestablecidas que debieran definirse con modelos hidrológicos operacionales.

2. - SERVICIO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA.

Implementado un sistema de distribución anual de agua a la zona agrícola bajo embalse Santa Juana, se requiere mantener informado al sector agrícola de la situación hidrológica del sistema de acumulación, regulación y distribución del agua, en lo posible mensualmente.

Esta información hidrológica debe entregarse tanto al sector agrícola ubicado aguas arriba del embalse, como al ubicado aguas abajo del embalse.

Proporcionar información hidrológica al sector agrícola en forma oportuna y mensual, le permitirá a todos los sectores beneficiados por la construcción del embalse Santa Juana, enfrentar con realismo y prevención los años deficitarios en pluviometría.

Esta información hidrológica debiera incluir las estadísticas fluviométricas de las estaciones fluviométricas que mantiene la Dirección General de Aguas en el Valle, la información hidrométrica diaria del embalse, que contempla, los caudales y volúmenes entrantes al embalse, los volúmenes de evaporación, los volúmenes de filtración, los caudales y volúmenes de entrega de agua a la Junta de Vigilancia del Río Huasco y los volúmenes acumulados en el embalse.

Sería adecuado, que esta información hidrométrica fuese complementada con la información hidrométrica que debiera llevar la Junta de Vigilancia del río por cada canal tanto en los valles interiores como en la zona bajo embalse.

3. - INFORMACION MENSUAL DE LOS GASTOS DE ADMINISTRACIÓN.

Tanto la administración del embalse, como los usuarios de este, debieran contar con información mensual detallada por Item de los gastos económicos de la administración del embalse.

Esta información les permitirá optimizar los gastos de administración y en lo posible, generar un fondo para enfrentar los gastos extraordinarios que pudiesen presentarse ante averías mayores que pudiesen presentarse en el embalse o sus elementos.

CAPITULO CUARTO

ANTECEDENTES DE ADMINISTRACIÓN DE OTROS EMBALSES.

Los antecedentes de administración de otras obras de acumulación y regulación de agua, existentes en la zona, tiene como objetivo principal hacer una comparación de las actividades que se desarrollan en estas obras tanto en operación como conservación, especialmente para analizar más adelante los costos de administración de estas obras con respecto a los costos de administración a determinar para el Embalse Santa Juana.

Como se señaló anteriormente, el Embalse Santa Juana es una obra que desde el punto de vista operacional y de distribución de agua se podría catalogar como una obra sencilla, no tiene obras de distribución de agua (canales) y por lo tanto la administración del embalse no desarrolla funciones de conducción, distribución del agua hasta cabecera de predios y mantención de este tipo de obras. Solo ejerce la función de acumular, regular y entregar el agua para riego a nivel de válvulas.

A objeto de hacer un análisis desde el punto de vista privado de la administración del embalse, se recopilaron antecedentes de obras que se encuentren en manos de los regantes y describir las actividades que desarrollan, para posteriormente comparar estas actividades con las del embalse Santa Juana.

1. - EMBALSE COGOTÍ.

El embalse Cogotí es una obra de acumulación, regulación y distribución de agua que se encuentra administrado por sus usuarios desde octubre de 1953.

Este embalse fue construido por el estado, a través del Departamento de riego, hoy Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, entre 1934 y 1939. Sus características principales son:

1.1.- Ubicación

El Embalse Cogotí se ubica en la Provincia de Limarí, Cuarta Región. Fue construido en la confluencia de los ríos Cogotí y Combarbalá.

1.2.- Muro.

Corresponde a un muro de escollera (rock fill), con una pantalla de losas de hormigón armado en el lado aguas arriba, unidas entre sí con láminas de cobre, todas impermeabilizadas con asfalto en una superficie de 16.000 metros cuadrados. La pared moldeada, tiene una profundidad de 23 metros. El muro tiene una altura máxima desde el lecho original del río de 82,7 metros, el ancho máximo basal es de 300 metros y la longitud del coronamiento es de 160 metros, con un ancho de 8 metros

1.3.- Obras de entrega de agua

Las obras de entrega de agua para el riego, se instalaron en el túnel de fondo en una cámara habilitada especialmente para este objetivo. Se accede a esta cámara por un pique de 40 metros de profundidad.

Las obras de entrega corresponden a tres pares de válvulas que corresponden a válvulas de guardia o cierre total y válvulas de operación.

Las válvulas de guardia son válvulas de espejo, de 700 mm de diámetro y de accionamiento óleo-hidráulico.

Las válvulas de operación son válvulas de aguja, de 700 mm de diámetro y de accionamiento mecánico manual..

Estos elementos esta complementados con válvulas by-pass para igualar presiones aguas arriba y aguas abajo de la válvula de guardia y cuentan a su vez con válvulas de aire, que permiten eliminar el aire al momento de realizar la actividad de igualación de presiones aguas arriba y aguas abajo de la válvula de guardia.

Las válvulas fueron probadas a 20 atmósferas de presión y tiene una capacidad de evacuación de 20 m³/seg cada una.

Para casos de emergencia, se construyó a 28 metros sobre el primer túnel un segundo túnel de 220 metros de longitud y 18 metros cuadrados de sección, donde se instalaron dos compuertas Caterpillar o de orugas, que de abrirse totalmente a plena carga, pueden evacuar 150 m³/seg.

1.4.- Vertedero.

El vertedero es la obra de seguridad del embalse, diseñado para evacuar los caudales excedentarios y corresponde a un vertedero de caída libre, de una

longitud de 160 metros, excavado en la roca del costado izquierdo del embalse y revestido en hormigón armado. Tiene una capacidad de evacuación de 5.000 m³/seg.

1.5.- Obras de distribución de aguas.

El embalse Cogotí cuenta además con una red de canales que permiten distribuir el agua para el riego de 12.000 hectáreas de terreno. Esta red tiene una longitud total de 300 kilómetros (canales principales y secundarios).

La red de canales nace 8 kilómetros aguas abajo del embalse Cogotí en el cauce del río Huatulame, donde se construyó una obra de toma de carácter permanente en hormigón armado que intercepta totalmente el cauce del río mediante una barrera tipo vertedero libre, teniendo en su costado izquierdo las compuertas de admisión de agua para el canal Matriz Cogotí.

Los canales principales y sus características son las siguientes:

Canal	Longitud (Km)	Capacidad (m ³ /s)
Matriz Cogotí	30.00	6.00
Matriz Cogotí	40.00	5.00
Matriz Cogotí	38.00	1.10
D. Cauchil	16.80	0.41
D. Cerro Grande	5.50	0.41
Tabalí	17.00	1.32
Punitaqui	27.00	0.50
Ciénago	15.00	0.25
	189.30	

Estos canales están excavados en tierra y cuentan solo con revestimientos parciales de poca envergadura, dificultando las labores de operación, distribución y mantenimiento de ellos. La dificultad es de tal envergadura que en pleno período de máxima demanda (meses de Noviembre y Diciembre) la pérdida por conducción de esta red de canales llega a valores de 45 a 50%. Esta misma dificultad hace que el costo de administración y mantenimiento de esta red, sea gravitante en los costos de la organización de regantes del Embalse Cogotí. Al desarrollar el análisis de costo de esta obra se podrá observar la distribución del presupuesto en los distintos Items. Para efectos de comparación con los costos de administración del embalse Santa Juana, solo se tendrán en cuenta los Items relacionados con la administración y mantenimiento del embalse propiamente tal.

2. - EMBALSE RECOLETA.

Otra obra investigada y analizada para tenerla como punto de comparación es el Embalse Recoleta, obra de riego ubicada en la cuarta región y que también se encuentra en manos de los regantes.

Este embalse también fue construido por el estado, a través del Departamento de riego, hoy Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, entre 1929 y 1934. Sus características principales son:

2.1.- Ubicación

El Embalse Recoleta se ubica en la Provincia de Limarí, Cuarta Región. Fue construido en la confluencia del río Hurtado con la Quebrada de Higuierillas, 18 Km al Nororiente de la ciudad de Ovalle.

2.2.- Muro.

Corresponde a un muro de tierra, con cortina de concreto armado en la parte inferior. El muro tiene una altura máxima desde el lecho original del río de 46,5 metros, la longitud del coronamiento es de 815,5 metros, con un ancho de 10 metros

2.3.- Obras de toma.

En el embalse Recoleta se establecieron dos obras de toma, una para los canales derivados de la ribera derecha del río y otra para los de la ribera izquierda. La primera es una torre de hormigón armado y la segunda un túnel.

La torre de hormigón armado, situada dentro de un pique vertical de 57 metros de profundidad, esta labrada en roca, en el extremo poniente del muro. Entre los 27,0 metros de profundidad y los 49,50 metros la torre esta formada por tres cilindros: dos concéntricos de 3 metros y 8,20 metros de diámetro interior y uno de 2,30 metros de diámetro interior dentro del anillo formado por los cilindros concéntricos, que se prolongan 27 metros hacia arriba hasta la superficie, en el cual se ha colocado la escalera de visita para acceder a las válvulas.

En la pared de cilindro interior se han colocado tres planos de válvulas, situados a 15,60 m., 25,60 m., y 35,60 m bajo el nivel del vertedero. Cada plano esta compuesto de cuatro válvulas de espejo de 600 mm de diámetro, con una

cámara de inspección a la que se tiene acceso por el cilindro de visita. La parte inferior de la torre termina en un pozo de 7,50 metros de profundidad y 5 metros de diámetro, que sirve de colchón de agua.

La admisión del agua a la torre se hace por un túnel de 160 metros de largo y 9 metros cuadrados de sección que da agua al anillo formado por los anillos concéntricos. La evacuación interna de la torre se hace por otro túnel de 240 metros de longitud, por donde se hace la entrega al canal matriz.

La entrega de agua al Canal Villaseca en la ribera izquierda, se hace por un túnel de concreto armado, paralelo al túnel by-pass, de 53 metros de largo y 2,70 metros cuadrados de sección, que desemboca a éste a los 36 metros de su boca de entrada. En esta desembocadura se ha dispuesto un taco con una válvula de espejo de 600 mm de diámetro, colocada a 37,90 metros más abajo que el nivel del vertedero. Desde la válvula, continúa un tubo de concreto armado de 0,6 metros de diámetro, que sigue por el interior del túnel by-pass hasta 10 metros antes de su boca de salida. En este punto se ha dispuesto una cámara con dos válvulas de 400 mm una de aguja y otra de espejo, con las que se hace la entrega del agua por medio de un túnel desviación situado a la izquierda del by-pass.

2.4.- Túnel By-pass

Durante la construcción del embalse fue necesario construir un túnel para desviar las aguas del río. A la entrada de este túnel se han colocado dos compuertas caterpillar de 2,40 metros de alto y 1,80 metro de ancho, capaces de evacuar en un momento eventual 140 m³/seg, estando el embalse lleno. Estas compuertas hoy se encuentran inhabilitadas.

2.5.- Coronamiento.

El coronamiento del muro está habilitado como parte del camino público de Ovalle al interior del río Hurtado, habiéndose realizado las variantes y empalmes necesarios con el antiguo trazado.

2.6.- Vertedero.

El vertedero es un vertedero de caída libre, de una longitud de 232 metros, excavado en la roca del costado derecho del embalse y revestido en hormigón armado. Tiene una capacidad de evacuación de 3.000 m³/seg.

2.7.- Obras de distribución de aguas.

El embalse Recoleta tiene como obras anexas 18 canales de distribución y dos tranques menores de acumulación de agua. La longitud de los canales principales es de aproximadamente 121 kilómetros.

Desde la entrega del lado izquierdo del embalse, nacen los canales Rincón, Isla y Villaseca.

Desde la entrega del lado derecho del embalse, nace el canal Matriz. De este canal derivan los canales Talhuén, Tuquí y Villalón. Del canal Villalón derivan los canales Cerrillos Pobres y Churque

Canal	Longitud (km)	Capacidad (m ³ /s)
Villaseca	7,00	0,500
Isla	1,00	0,150
Rincón	1,00	0,100
Matriz	2,00	4,000
Talhuén	28,00	1,300
Tuquí	15,00	0,500
Villalón	47,00	3,200
Cerrillos Pobres	12,00	0,800
Churques	8,00	0,300
Total	121,00	

La mayoría de estos canales estaban excavados en tierra. La Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, utilizando los beneficios de la Ley 18.450, ha desarrollado un plan masivo de mejoramiento y hoy gran parte de estos canales están revestidos en hormigón armado o con losetas. No obstante el mejoramiento logrado en la red de canales, la conducción y distribución de agua por esta red es compleja y requiere la participación de personal entrenado para esta actividad, dirigidos desde la administración del embalse y su costo, tanto en personal como en mantención de esta red de canales gravita significativamente en la administración de esta organización de regantes. Al igual que en el caso del embalse Cogotí, al desarrollar el análisis de costo de esta obra, se podrá observar la distribución del presupuesto en los distintos Items. Para efectos de comparación con los costos de administración del embalse Santa Juana, solo se tendrán en cuenta los Items relacionados con la administración y mantención del embalse propiamente tal.

3. - ACTIVIDADES DE ADMINISTRACIÓN DE LOS EMBALSES RECOLETA Y COGOTÍ.

En estos dos embalses, las actividades de administración están distribuidas en:

- Operación y Mantenimiento del Embalse
- Operación y mantenimiento de la red de riego
- Actividades administrativas propiamente tal

3.1.- Operación y Mantenimiento del Embalse.

Esta actividad en ambos embalses corresponde a actividades similares a las indicadas en la operación y mantenimiento del embalse Santa Juana, con la diferencia que son obras más antiguas, que no cuentan con dispositivos de automatismo en los mecanismos de entrega de agua y con un control bajo de estabilidad de la presa.

En forma resumida podríamos señalar que la actividad de operación radica básicamente en la apertura y cierre de válvulas, siguiendo las recomendaciones técnicas establecidas para cada embalse y respondiendo a una demanda de agua que se genera en cada regante conforme a una dotación de agua establecida y a la demanda hídrica de los cultivos establecidos por cada regante.

La mantenimiento de la estructura del embalse y sus mecanismos de accionamiento, corresponde básicamente a la reposición de los materiales de lubricación y reposición de pintura de los elementos en general.

Los costos de operación y mantenimiento del embalse Cogotí, en la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí tienen una incidencia porcentual en la administración de la organización de regantes del orden de 13%. En la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, conforme a informaciones de esta organización el costo de operación y mantenimiento del embalse Recoleta es del orden de un 15% del presupuesto total de la organización de regantes.

En ambos casos, el personal de terreno dedicado a las labores de operación y mantenimiento del embalse son cuatro operarios, quienes además de realizar estas actividades, ejercen la labor de vigilancia en la obra.

3.2.- Operación y Mantenimiento de la Red de Riego.

La operación y mantenimiento de la red de riego de ambos embalses, es la actividad más importante en estas obras, a ellas están dedicados el grueso del personal (en promedio unas 12 personas) y el mayor tiempo del administrador.

Su labor radica básicamente en distribuir diariamente el agua a nivel de cabecera de predio y llevar el control del agua consumida por cada regante, información que diariamente es transmitida al equipo administrativo del embalse, el que lleva un control detallado del consumo de agua de cada regante.

La mantención se realiza mediante contrato de maquinaria y obra de mano eventual, la que es dirigida y controlada por el administrador y fiscalizada en terreno por el cuerpo de celadores. La mantención se realiza normalmente en dos épocas, siendo la más importante la del período invernal, donde se suspende la entrega de aguas por un período establecido y planificado por la administración conjuntamente con la directiva de cada organización de regantes. La segunda mantención se realiza al término del período primaveral y corresponde básicamente a la extracción de plantas y algas acuáticas que se desarrollan en el canal.

3.3.- Actividades administrativas propiamente tal.

Estas actividades corresponden a las actividades de:

- Cálculo hidrométrico diario de cada embalse.
- Control diario del consumo de agua de cada regante
- Elaboración mensual de memoria de funcionamiento de la organización de regantes
- Control contable de la organización de regantes
- Mantención de la información legal de propiedad de los derechos de aprovechamiento de los regantes, que finalmente se refleja en el rol de regantes de la organización.

4. - COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DE LOS EMBALSES RECOLETA Y COGOTÍ.

Con el objeto de tener antecedentes de los costos de administración de los embalses Recoleta y Cogotí y tenerlo como un antecedente de referencia con respecto al costo de administración del embalse Santa Juana, se recurrió a las respectivas organizaciones de regantes que administran estos embalses a objeto de interiorizarse de sus gastos de administración. Ambas organizaciones de regantes

entregaron antecedentes de sus últimos costos de administración, pero fue la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí quien proporcionó mayores detalles de la distribución de sus costos y del personal dedicado a las diferentes actividades. La Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta solo señaló que los costos de operación y mantención del embalse, corresponden aproximadamente a un 15% de su presupuesto anual.

Considerando la información recopilada, se presenta un análisis detallado de los costos de la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí y un análisis somero de la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta.

4.1. - Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí.

Como se señaló en el punto N° 3, para la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí, las actividades que demandan mayor preocupación y en donde se invierten mayores recursos económicos y humanos son en las de distribución de agua a sus accionistas y la operación y mantención de la red de riego y, esto se refleja a su vez en los costos de administración de la asociación.

La Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí para la temporada agrícola 2001 – 2002 (la asociación considera la temporada agrícola de Septiembre a Agosto) estableció un presupuesto de \$ 318.300.768 dividido en 13 Items, cuyos valores son:

N°	Item	Valor (\$)
1	Embalse	18.150.000
2	Campamento Celadores	1.500.000
3	Canales	109.750.000
4	Vehículos de administración	13.550.000
5	Personal de administración	81.287.765
6	Comunicaciones	2.810.000
7	Gastos varios	16.872.000
8	Asesoría legal	11.900.000
9	Cuentas por pagar	34.435.321
10	Edificio nuevo centro	6.100.000
11	Costo nueva administración E. Paloma	0
12	Servicio deuda mejoramiento E. Cogotí	4.900.000
13	Imprevistos	17.045.682
	Total	318.300.768

En anexos se adjunta el presupuesto proporcionado por la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí.

Para determinar el costo de administración del embalse Cogotí, excluida de los costos de las otras actividades, conjuntamente con el administrador de la Asociación de Canalistas se analizaron cada uno de los ítems, cargando al costo de administración del embalse aquellos valores que realmente se invierten en esta obra.

En el cuadro que se presenta a continuación, se señalan los ítems considerados como costos atribuibles a la operación y mantención del Embalse Cogotí y más adelante se entrega una explicación de cada uno de los ítems y valores considerados.

El costo total por la administración del embalse Cogotí para la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí es del orden de 41,5 millones de pesos. Es importante destacar que en este costo hay ítems que no son frecuentes y que tienen relación con asesorías y obras extraordinarias que se están ejecutando en el embalse y que incrementan el costo normal de administración en forma significativa, como

**COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENCION DEL
EMBALSE COGOTI**

Item	Identificación	Valor (\$)
1	Embalse	18.150.000
2	Campamento celadores	1.500.000
3	Canales	0
4	Vehiculos de administracion (10%)	445.000
5	Personal de administracion (según detalle)	11.656.955
6	Comunicaciones (10%)	281.000
7	Gastos varios (10%)	1.687.000
8	Asesoria Legal (10%)	1.190.000
9	Cuentas por pagar	0
10	Edificio nuevo centro	0
11	Costo nueva administracion E. Paloma	0
12	Servicio deuda mejoramiento E. Cogoti	4.900.000
13	Imprevistos (4,25% de sumatoria ítem 1-12)	1.691.923
Total		41.501.878

ANÁLISIS DE CADA ÍTEM:

1. Item Embalse.

Item	Anual (\$)	Totales (\$)
1 Embalse		
Traslado y honorarios especialista USA para instalacion cortina neumatica (rubber dam)	10,000,000	
Puesta en marcha electrificacion bomba agua	350,000	
Conservacion ordinaria valvulas y maquinarias	850,000	
Conservacion de tres casas habitacion	750,000	
Electrificacion casas, salas de maquina y cortina	1,300,000	
Construccion linea sala valvulas y huinche c/tableros	1,500,000	
Instalacion bomba agua para campamento	600,000	
600 m tuberia PVC 110 mm para elevacion agua	1,800,000	
Reparacion estanques acumuladores de agua	1,000,000	18,150,000

Del ítem embalse, se han considerado totalmente sus valores, pero es importante destacar que en el presupuesto de la temporada que se analiza, hay actividades extraordinarias que no se desarrollan en todas las temporadas, como son:

- Traslado y honorarios especialista USA para instalación cortina neumática
- Puesta en marcha electrificación bomba agua
- Electrificación casas, salas de maquina y cortina
- Construcción línea sala válvulas y huinche c/tableros
- Instalación bomba agua para campamento
- 600 m de tubería PVC 110 mm para elevación agua.
- Reparación estanques acumuladores de agua.

Los valores ordinarios en la mantención del embalse son: la conservación ordinaria válvulas y maquinarias y conservación de tres casas habitación, que totalizan un monto de \$ 1.600.000.

2. Item Campamento celadores.

2 Campamento Celadores		
Conserv ordin seis casas habitacion	1,500,000	1,500,000

Este ítem se considera anualmente en el presupuesto, por lo tanto se ha considerado 100% en el costo del embalse.

3. **Item Canales.**

Este ítem corresponde a una de las inversiones más altas que se realizan en cada temporada, pero no tiene relación directa con la operación y mantención del embalse Cogotí. Por lo tanto no se ha considerado este costo en la operación y mantención del Embalse Cogotí.

4. **Item Vehículos de administración.**

4 Vehiculos de administracion		
Combustibles vehiculos	5,000,000	
Lubricantes y reparaciones menores	2,200,000	
Reposicion neumaticos	900,000	
Permisos circulacion y rev tecnica	550,000	
Lavados y engrases	200,000	
Pago estacionamientos	500,000	
Renovacion camioneta 1995	4,000,000	
Repuestos motos y bicicletas	200,000	13,550,000

El ítem vehículos de administración, corresponde a los gastos realizados en tres camionetas que la administración de la asociación tiene para el desempeño de todas las actividades de la administración. En la operación y mantención del embalse se usa un vehículo, en forma parcial equivalente al tiempo que dedica el administrador a la operación y mantención del embalse, que es de un 15%.

5. **Item Personal de administración.**

En la operación y mantención del embalse Cogotí, trabaja parte del personal de la asociación de canalistas, algunos con dedicación exclusiva y otros a tiempo parcial. En el cuadro que se presenta a continuación, se ha detallado el personal que tiene participación en la administración del embalse Cogotí, indicando el tiempo dedicado por cada uno de ellos y sus sueldos imposables.

N°	Funcionario	Sueldo Imponible (\$/mes)	% dedicado al embalse	Total (\$/mes)
1	Administrador	1,004,000	15	150,600
2	Contador	382,900	10	38,290
3	Secretaria	341,000	10	34,100
4	Administrativo control hidrometrico	291,500	10	29,150
5	Junior	136,950	10	13,695
6	Celador embalse	199,200	100	199,200
7	Celador embalse	193,800	100	193,800
8	Vig privado	143,750	100	143,750
9	Vig privado	143,750	100	143,750
Total				946,335
Leyes sociales aporte patronal (2.65%)				25,078
Total mensual				971,413
Total Anual				11,656,955

6. Item Comunicaciones.

6	Comunicaciones		
	Mantencion y renovacion de equipos de radio	1,500,000	
	Telefono celular administracion	300,000	
	Impuesto Subsecretaria Telecomunicaciones	200,000	
	Arriendo infraestructura ENTEL-CHILE	460,000	
	Multicarrier	350,000	2,810,000

La Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí tiene una red de comunicaciones con radios de sobremesa y portátiles, que cubren toda la comunicación entre la oficina, embalse y celadores. Para efectos de determinar un valor en este ítem para la administración del embalse, se aplico el 10% del gasto total en comunicaciones.

7. Item Gastos varios.

7 Gastos varios		
Cuota social Jta. Vig. Sist. Paloma	0	
Contrib. Bs. Rs. Vicuña Mackenna 520	300,000	
Contrib. Bs. Rs. Edificio Nuevo Centro	12,000	
Conserv. General Sede Social	250,000	
Seguro contra incendio por garantía hipotecaria	60,000	
Cuotas Confederación de Canalistas	0	
Trabajos de imprenta, art. de escritorio	2,000,000	
Publicaciones prensa y radio	1,000,000	
Reparación y compra mobiliario oficina	1,000,000	
Telefono oficina	2,000,000	
Gastos enerales Admin. Edificio	900,000	
Energia electrica rural EMEC y ELECOOP	350,000	
Relaciones publicas y gastos de representacion	7,500,000	
Reparac y actualizacion programas de computacion	1,500,000	16,872,000

En este ítem, también se aplico un 10% del gasto total de este para considerarlo en los gastos de administración del embalse Cogotí.

8. Item Asesoría legal.

Al igual que los ítems anteriores, se considero un 10% del total de este ítem como gasto en la administración del embalse Cogotí.

9. Items Cuentas por pagar, Edificio nuevo centro y costo nueva administración Embalse Paloma

Estos ítems no se consideraron como gastos en la administración del embalse Cogotí.

10. **Item Servicio deuda mejoramiento E. Cogotí.**

Este ítem corresponde a la deuda contraída por la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí para peraltar el vertedero del embalse mediante una barrera inflable a objeto de recuperar la capacidad de almacenamiento del embalse perdida por embancamiento. Por ser una inversión en la estructura del embalse, se ha considerado totalmente en los gastos de administración del embalse, pero es importante destacar que es un costo extraordinario en el presupuesto normal de la Asociación de Canalistas.

12 Servicio deuda mejoramiento E. Cogoti (Corpbanca)		
Dos cuotas semestrales por UF 3.100 c/u		
Valor UF al 31.08.2001 = \$ 16.014,75		
Alza IPC anual aprox. 5&	4.900.000	4.900.000

11. **Item Imprevistos.**

En el ítem imprevistos se aplicó el mismo porcentaje que aplica la Asociación de Canalistas a este ítem. Este porcentaje se aplicó a la suma de los ítems 1 al 12, estableciéndose como gasto imprevisto un valor de \$ 1.691.923.

4.2. - **Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta.**

Al igual que la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí, la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta administra el embalse Recoleta y toda la red de canales que se derivan de esta obra de acumulación y regulación de agua y las actividades que demandan mayor preocupación y en donde se invierten mayores recursos económicos y humanos son las de distribución de agua a sus accionistas y la operación y mantención de la red de riego.

Desgraciadamente la Asociación de Canalistas no proporcionó mayores antecedentes sobre personal y su distribución en las diferentes actividades y la distribución de los costos en las diferentes actividades, solo informó que aproximadamente el 15% del costo del costo de administración de la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, en los ítems que afectan al embalse, correspondía al gasto que dicha organización de regantes realiza en el embalse.

En anexos, se presenta el presupuesto proporcionado por la Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta.

A continuación se presenta un cuadro en que se determinó el costo aproximado de administración del Embalse Recoleta, en los ítems que se detallan y cuya información base corresponde a lo indicado en la columna N° 2 y en la columna N° 3 se indica el porcentaje aplicado a estos ítems.

En casi todos los ítems se aplicó el porcentaje indicado por la Asociación de Canalistas (15%), excepto en electricidad, mantención de los equipos de radio, mantención y reparación del recinto del embalse, mantención vehículos y mantención válvulas villaseca. El porcentaje aplicado en estos últimos ítems se ha basado en la experiencia de los consultores y a actividades similares que se realizan en el Embalse Cogotí.

Conforme a este cálculo, el costo de administración del embalse Recoleta sería del orden de \$ 31.040.694.

**COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENCION ANUAL DEL
EMBALSE RECOLETA**

EGRESOS	TOTALES (\$)	% dedicado al embalse	TOTAL ANUAL (\$)
SUELDO	91.122.192	15	13.668.329
JORNALES	11.396.880	15	1.709.532
HONORARIOS	11.088.000	15	1.663.200
AFP	25.388.376	15	3.808.256
AGUINALDO	3.388.000	15	508.200
IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	1.320.000	15	198.000
ELECTRICIDAD	3.173.952	40	1.269.581
MANT EQUIPO RADIO	1.204.020	20	240.804
MANT. Y REP. RECINTO EMBALSE	2.696.664	100	2.696.664
MANTENCION VEHICULOS	4.200.000	33	1.400.000
MANT. VALVULAS VILLASECA	2.400.000	100	2.400.000
SUBTOTAL			29.562.566
IMPREVISTOS (5% del subtotal)			1.478.128
TOTAL			31.040.694

Conforme a lo expuesto en este capítulo, el costo de administración de dos embalses privados ubicados en la cuenca del Limarí, Cuarta Región es de:

- Embalse Cogotí \$ 41.501.878
- Embalse Recoleta \$ 31.040.694

Por lo tanto, podemos señalar que el costo medio de administración de embalses similares al embalse Santa Juana y que se encuentran en manos de las respectivas organizaciones de regantes, es del orden de \$ 36.270.000.

CAPITULO QUINTO

OBLIGACIONES Y DEBERES DE LA ADMINISTRACIÓN.

La administración de un embalse, tales como los embalse Recoleta, Cogotí o Santa Juana, es una actividad técnica de gran responsabilidad, no solo por el recurso agua que se está administrando sino que también por la mantención y correcta operación de los elementos del embalse y por el control de la estabilidad de la obra. Es importante destacar que aguas abajo de cada embalse existen terrenos agrícolas y poblacionales que se verán afectados ante una avería o daño severo de la obra.

Conforme a lo anteriormente señalado, la obligación del profesional que se encuentre a cargo de la administración de un embalse es conocer en detalle cada elemento del embalse, mantener una bitácora del estado de conservación de las obras y ante cualquier problema que se detecte, dar solución a éste, o en caso contrario, contratar los servicios de empresas o técnicos especializados para estudiar y solucionar el problema. A continuación, se señalan las obligaciones y deberes de la administración con respecto al recurso agua y a la mantención y control de estabilidad de la obra.

1. - ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO AGUA.

El agua que se logra acumular en un embalse, esta destinada para lograr un desarrollo agrícola real y sustentable del área beneficiada por la obra. Lograr este desarrollo depende de la buena planificación en la distribución de este recurso, planificación que debe llevar involucrado el concepto de seguridad de riego, esto significa, planificar la entrega y distribución de agua para un período prolongado que permita el desarrollo de cultivos de carácter permanente.

Lograr este objetivo depende tanto de la administración del embalse como, de los regantes beneficiados por la obra, quienes finalmente toman la decisión de la modalidad de distribución del agua que se acumule en el embalse.

La responsabilidad en la administración del embalse radica en distribuir el agua conforme a un programa que proporcione una seguridad de abastecimiento al sector agrícola en el tiempo, de tal forma de permitir un desarrollo agrícola continuo y autosustentable. Si no se tiene esta programación, se debe buscar a través de estudios o simulaciones computacionales las alternativas de distribución del agua del embalse para distintas seguridades de riego. Una vez obtenido los resultados de estos estudios, debe darlos a conocer a los regantes a través de jornadas de capacitación, para que éstos, con la asesoría del profesional administrador del embalse, determinen la modalidad de distribución de agua.

2. - OPERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL EMBALSE Y CONTROL DE ESTABILIDAD DE ÉSTE.

La administración del embalse es responsable de la correcta operación de los elementos del embalse y del control de estabilidad de éste. Para lograr este objetivo, los responsables de la administración deben elegir el profesional adecuado para esta actividad, que tenga capacitación en obras civiles y mecánicas. Además, debe capacitarse específicamente en la operación y mantención de los elementos que quedaron implementados en el embalse. Se requiere a su vez que el personal subalterno, que trabaje en la operación directa de los elementos, sea capacitado para ejercer correctamente esta función.

CAPITULO SEXTO

ATRIBUCIONES Y DEPENDENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN.

Mientras la administración del embalse Santa Juana se encuentre en manos de la Dirección de Obras Hidráulicas, dependerá de esta dirección.

No obstante esta dependencia administrativa, la operación del embalse y entrega del recurso agua a los regantes beneficiados por la obra, deberá realizarse conforme a la distribución de los derechos de aprovechamiento de agua en el río (ya existentes), como de la distribución de los derechos generados por la construcción de esta obra. Bajo este aspecto, la entrega de agua desde el embalse está supeditada a la modalidad que los dueños de derecho de aprovechamiento determinen. A futuro, si la administración del embalse es asumida por la organización de regantes, ésta dependerá de la organización de regantes, pero, la organización de regantes deberá informar sobre la operación y mantención del embalse a la Dirección de Obras Hidráulicas y estar sujeta a inspecciones que determine este organismo

Es importante señalar que cabe responsabilidad en la actual administración en llegar a definir conjuntamente con los usuarios del agua, la operación más adecuada del embalse para lograr la optimización del uso del recurso agua, optimización que debe tener como objetivo final el buen aprovechamiento del agua para un desarrollo agrícola sustentable en la cuenca del río Huasco.

Las atribuciones de la administración, estén o no definida la modalidad de distribución de agua, son las de tomar las decisiones adecuadas para una correcta operación y mantención del embalse y sus elementos conforme a las exigencias técnicas.

En esta toma de decisiones, además del aspecto técnico, esta involucrado el costo de la administración, por lo tanto, se considera que es atribución de la administración la elaboración de los presupuestos anuales para financiar la administración del embalse. Este presupuesto debe justificarse, teniendo como base el aspecto técnico en la operación y mantención de la obra.

CAPITULO SEPTIMO

ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA ADMINISTRACION A CONCENSUAR

Además de las actividades propias de la administración del embalse (operación, mantención, relación con la Junta de Vigilancia del Río Huasco, otros), la administración desarrolla otras actividades, como:

- Apoyo profesional a la Dirección Regional de la D.O.H. III Región.
- Inspección fiscal de contratos de la D.O.H.
- Inspección proyectos de Ley 18.450
- Participación en organismos provinciales como, Comité de Emergencia Provincial.
- Apoyo a actividades turísticas y a otras actividades

1. APOYO PROFESIONAL A LA DIRECCIÓN REGIONAL DE LA DOH III REGIÓN

Actualmente el profesional de la Dirección de Obras Hidráulicas que desarrolla la labor de administrador del Embalse Santa Juana, apoya profesionalmente a la Dirección Regional de Obras Hidráulicas de la Tercera Región en la elaboración de bases administrativas y técnicas para la contratación de obras a desarrollar en la tercera región en general.

Estas actividades son de interés para la Dirección de Obras Hidráulicas y la labor que desempeña el profesional de la administración del embalse Santa Juana es necesaria e importante para este servicio, pero no tiene relación directa con la administración del embalse y no sería de interés para los regantes de esta obra.

Estas actividades son eventuales y de tiempo parcial.

2. INSPECTOR FISCAL DE CONTRATOS DE LA DOH III REGIÓN

Eventualmente el profesional administrador del Embalse Santa Juana, ejerce labores de inspección de obras civiles de contratos desarrollados por la Dirección de Obras Hidráulicas de la Tercera Región. Alguna de estas inspecciones tienen relación con obras hidráulicas del mismo valle de Huasco, pero no tienen relación directa con la administración del embalse propiamente tal, por lo tanto, tampoco son de interés para los regantes en general beneficiados por el Embalse Santa Juana.

3. INSPECCIÓN PROYECTOS LEY 18.450

El profesional encargado de la administración del Embalse Santa Juana, eventualmente ejerce labores de inspección en la ejecución de obras bonificadas por la Ley 18.450, especialmente aquellas obras de carácter extrapredial. Si bien esta actividad va en beneficio de algunos regantes del valle del Huasco, tampoco tienen relación directa con la administración del Embalse Santa Juana.

4. PARTICIPACIÓN EN ORGANISMOS PROVINCIALES

El profesional de la administración del Embalse y el Director Regional de la Dirección de Obras Hidráulicas de la tercera Región, participan en actividades en organismos provinciales en donde su presencia y actividad en esos organismos tiene una relación directa con el Embalse Santa Juana y su operación. Esta actividad es de importancia general para el desarrollo del sistema de riego en el valle de Huasco y para los regantes dependientes del recurso agua almacenado y regulado por el Embalse Santa Juana, por lo tanto es una actividad que será de importancia para los regantes beneficiados por el embalse Santa Juana.

5. APOYO A ACTIVIDADES TURÍSTICAS Y OTRAS ACTIVIDADES.

La administración del embalse Santa Juana ha estado apoyando el desarrollo de actividades de carácter turístico en el Embalse Santa Juana. Si bien es una actividad que no tiene relación directa con el riego y los regantes del valle de Huasco, es una actividad que podría ser una fuente de ingreso que permita cofinanciar en parte la operación y mantención del embalse.

Entre otras actividades que la administración del embalse Santa Juana ha estado interesada, es la de generar energía eléctrica aprovechando la presión del agua a la salida de las válvulas. Al igual que el caso anterior, esta actividad no tiene relación con el riego y los regantes, pero es importante para generar recursos económicos que pueden servir para el cofinanciamiento de la operación y mantención del embalse Santa Juana.

6. ACTIVIDADES PARA COMPLEMENTAR EL FUNCIONAMIENTO DEL EMBALSE.

El embalse Santa Juana tiene como función principal acumular y regular agua para el sector agrícola, sin embargo puede ejercer una labor complementaria la que sería servir de amortiguador de crecidas invernales o de deshielo. Para realizar esta última función, que sería de interés tanto para el sector agrícola como para el sector urbano, es necesario implementar e investigar sobre el comportamiento del derretimiento de la nieve ante distintas condiciones de precipitación de ésta en el invierno. Para ello, la actual administración esta impulsando la instalación de plataformas de medición de nieve con control satelital para posteriormente generar una estadística base que permita correlacionar las precipitaciones nivales en la cordillera de valle del Tránsito y San Félix, con los deshielos primaverales y estivales para utilizarlos posteriormente para la elaboración de una metodología de pronósticos de deshielo, lo que permitiría evacuar con anticipación agua desde el embalse y crear un colchón de amortiguación para las crecidas de deshielo.

7. MONITOREO DE LA CALIDAD QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA EN EL RÍO HUASCO DESDE EL EMBALSE A LA DESEMBOCADURA.

Para el desarrollo agrícola del valle del río Huasco, especialmente en la última sección de éste, es importante conocer la calidad química y bacteriológica del agua ante diferentes caudales de agua a entregar al río. El monitoreo químico y bacteriológico podría dar pauta para definir caudales mínimos a conducir en el río para efectos de lavado de suelo; para disminuir la concentración salina producto de aporte de recuperaciones de la parte baja del río y para determinar el efecto de descargas de aguas servidas en el cauce del río.

Considerando todo lo anteriormente señalado, de todas las actividades extra-administración de la actual administración del Embalse Santa Juana, hay cuatro actividades que pueden ser concensuadas con los regantes en la eventualidad de que la administración del embalse continúe en manos de la Dirección de Obras Hidráulicas de la III Región y serían:

- Participación en organismos provinciales
- Apoyo a actividades turísticas y otras actividades.
- Actividades para complementar el funcionamiento del embalse.
- Monitoreo de la calidad química y bacteriológica del agua en el río Huasco desde el embalse a la desembocadura.

Todas las actividades antes señaladas son realizadas por el administrador del embalse o quien lo subrogue.

CAPITULO OCTAVO

DETERMINACION DEL EQUIPO PARA UNA ADMINISTRACION ADECUADA DE NIVEL APROPIADO

Desarrollar una administración adecuada de nivel apropiado comprende básicamente efectuar todas las actividades de operación, mantención, de control de estabilidad del embalse y de servicio a los usuarios en una forma adecuada, óptima y respetando normas de seguridad.

En las actividades de operación, conforme a como están establecido en el manual de operación, estas deben realizarse siguiendo los pasos metódicamente para evitar daños en los elementos y estructura del embalse o poner en riesgo la vida de las personas que operan las obras, sean estas válvulas de entrega de agua, elementos eléctricos, elementos para el accionamiento a control remoto de las válvulas del embalse.

Las mediciones de los elementos que controlan la estabilidad del embalse, deben realizarse con la rigurosidad que se establece en las recomendaciones técnicas dadas por los fabricantes e instaladores de estos elementos, a objeto de recopilar la información sin errores de las lecturas que proporcionen estos elementos.

De la misma forma, deben efectuarse todas las mantenciones de los elementos del embalse, en la frecuencia y rigurosidad con que están establecidas en el manual de operación, para evitar una disminución prematura de la vida útil de estos elementos o poner en riesgo la seguridad del personal y la obra.

Para determinar el equipo necesario para una administración adecuada de nivel apropiado para el Embalse Santa Juana, se hará un resumen de las actividades que se desarrollan en la Administración del embalse, tanto en operación, medición de los elementos que controlan la estabilidad del embalse, como de mantención.

A su vez queremos dejar establecido que si bien la construcción del embalse e implementación de todos los elementos necesarios para que este cumpla las funciones de acumular, regular y entregar agua al área agrícola del Valle del Huasco requirió de un proyecto de ingeniería complejo y de alto nivel y, los elementos con que quedo implementado tanto, para la entrega de agua como, para controlar su estabilidad son constructivamente de alta complejidad, operativamente estos no son complejos en su accionamiento y mantención, por lo tanto, podemos señalar que las actividades de operación y mantención del Embalse Santa Juana no presentan una complejidad técnica, son actividades de acción relativamente simples y rutinarias. Con esto no queremos decir que la persona que tenga la responsabilidad de asumir el cargo de administrador no sea un profesional, al contrario, si bien las actividades son simples y rutinarias, percatarse

que estas se realizan correctamente, interpretar la información de terreno de operación y control de estabilidad del embalse, requiere de un conocimiento base adecuado, que es de carácter profesional.

En el manual de operación, adjunto al presente informe, se establecen los aspectos técnicos de operación, medición y mantención de la estructura y elementos del embalse, pero a través de ellos no es posible visualizar, la ejecución de las actividades propiamente tal, su frecuencia de ejecución y el tiempo promedio en que se ejecutan estas actividades. El resumen de actividades que se presentan a continuación, pretende entregar esa visión sin tener necesidad de volver a repetir las recomendaciones técnicas para su realización y que quedaron estipuladas en el manual de operación.

Este resumen tiene agrupadas las actividades en operación, medición de los elementos que permiten evaluar la estabilidad del embalse y mantención.

1. - RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA.

1.1. - Actividades de operación.

Las actividades de operación son:

PROGRAMA DE TRABAJO EN ACTIVIDADES DE OPERACION		Frecuencia	Tiempo ejecución
N°	Actividad		
1	Operación Válvula Mariposa Caverna (OVMC)	2 / mes	2 hr
2	Operación Sistema Izamiento Caverna (OICAV)	1 / mes	30 min
3	Operación Válvulas Casa de Válvulas (OVCV)	3 / sem	4 hrs
4	Operación Sistema Ventilación (OSV)	1 / mes	30 min
5	Operación Sistema Izamiento Casa Válvulas (OICV)	1 / mes	1 hr
6	Cálculo diario hidrométrico (CH)	1 / día	1 hr
7	Informe mensual hidrométrico (IMH)	1 / mes	2 hrs

1.2. - Actividades de control de estabilidad del embalse

Las actividades de control de estabilidad del embalse son:

PROGRAMA DE TRABAJO EN ACTIVIDADES DE CONTROL ESTABILIDAD		Frecuencia	Tiempo ejecución
N°	Actividad		
8	Nivelación de los monolitos de control	1/mes	1 día
9	Medición celdas de agua (topográficamente)	1/mes	1/2 día
10	Lectura reglas limnimétricas	1/día	1/2 hr
11	Medición de instrumentación de cuerdas vibrantes	1/mes	1/2 día
12	Medición acelerómetros	1/mes	1/2 día

1.3. - Actividades de mantenimiento de la estructura del embalse y sus elementos.

Las actividades de mantenimiento de la estructura del embalse y sus elementos son:

PROGRAMA DE TRABAJO EN ACTIVIDADES DE MANTENCION		Frecuencia	Tiempo ejecucion
N°	Actividad		
MANTENCIÓN EN CAVERNA Y TUNEL			
13	Cambio aceite Sist Acc Val Mariposa 1.600 mm (CAV1600)	1 / año	4 hrs
14	Renovación parcial pinturas tubería y valv 1.600 mm (RPPTV1600)	2 / año	5 días
15	Cambio solenoides transmisores de presión Caverna (CS1600)	1 / año	1 hr
16	Aseo general caverna y túnel (AGCT)	2 / mes	4 hrs
17	Mantenición sistema eléctrico caverna túnel (MSECT)	1 / trim	8 hrs
18	Renovación total pintura elem metálicos caverna y túnel (RTPCyT)	1/2 años	1 mes
19	Renovación pintura caverna (RPC)	1/2 años	5 días
20	Mantenición sistema izamiento (MSIC)	2 / año	2 hrs
21	Cambio ampolletas del sistema iluminación caverna y tunel (CACyT)	1 / trim	8 hrs
MANTENCIÓN EN CASA DE VALVULAS			
22	Cambio aceite Sist Acc Vals Mariposa 1.200 mm (CAVM1200)	1 / año	8 hrs
23	Cambio aceite caja distrib. Valvs Howell-Bunger (CAVHB)	1 / año	4 hrs
24	Cambio grasa tornillo sin fin Valvs Howell-Bunger (CGVHB)	2 / año	4 hrs
25	Relleno de aceite caja distrib. Valvs. Howell-Bunger (RAVHB)	2 / año	1 hr
26	Relleno grasa tornillo sinfin Valvs. Howell-Bunger (RGVHB)	2 / año	1 hr
27	Renovación parcial pinturas tubería y valv 1.200 mm (RPPT1200)	1 / año	10 días
28	Cambio solenoides transmisores de presión Casa Valvulas (CSCV)	1 / año	1 hr
29	Cambio sello de Valvs. Mariposa 1.200 mm (CSVM1200)	1/2 años	16 hrs
30	Cambio sello de Valvs. Howell-Bunger (CSVHB)	1/2 años	16 hrs
31	Cambio ampolletas del sistema iluminación casa de válvulas (CACV)	1 / bim	4 hrs
32	Renovación total pinturas elementos metálicos de Casa de Válvulas (RTPCV)	1/2 años	1,5 mes
33	Aseo general casa de válvulas (AGCV)	2 / mes	8 hrs
34	Mantenición sistema eléctrico (MSECV)	1 / trim	8 hrs
35	Renovación pinturas casa de válvulas (RPCV)	1 / año	5 días
MANTENCIÓN EN CAMINO DE CORONAMIENTO MURO			
36	Renovación pinturas luminarias camino coronamiento muro (RPLCM)	1 / año	5 días
37	Renovación pinturas murales de camino coronamiento muro (RPMCM)	2 / año	5 días
38	Renovación pintura escultura del embalse (RPEE)	1 / año	2 días
39	Cambio ampolletas del sistema iluminación muro (CASIM)	1 / bim	1 día
40	Aseo general muro y mirador (AGMM)	4 / mes	1 día
41	Mantenición sistema eléctrico muro (MSEM)	1 / trim	8 hrs
MANTENCIÓN EN OFICINA			
42	Aseo oficina (AO)	1 / día	2 hrs
43	Mantenición sistema eléctrico oficina (MSEO)	1 / trim	8 hrs
44	Renovación pinturas oficina (RPO)	1 / año	5 días
MANTENCIÓN EN CAMPAMENTO			
45	Control sistema agua potable (CSAP)	1 / día	1 hr
46	Mantenición jardines (MJ)	1 / sem	4 hrs
47	Aseo campamento (AC)	1 / día	2 hrs

2. - DEFINICIÓN DEL PERSONAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL EMBALSE SANTA JUANA.

Teniendo presente estas actividades, y su distribución en el año calendario (en anexo se presenta esta distribución) en función de su frecuencia y tiempo de ejecución, se definió el personal mínimo necesario para una buena administración del embalse Santa Juana.

El personal definido es el siguiente:

Nº	Personal
1	Administrador
2	Sub-administrador o Jefe de Terreno
3	Secretario Técnico
4	Operario
5	Operario

Con este personal se pueden ejecutar todas las actividades rutinarias y de operación, medición de los elementos de control de estabilidad del embalse, mantenciones en general y de carácter menor en pintura de los elementos metálicos, renovación de elementos menores del sistema eléctrico, renovación de aceites y grasas, pero no se cubren, las mantenciones o reparaciones de carácter mayor, como son:

- Renovación total de pinturas de los elementos metálicos.
- Reparación de motores eléctricos.
- Reparación de circuitos eléctricos.

Estas mantenciones o reparaciones mayores deben contratarse a empresas externas especializadas en la materia.

Para definir el personal, se tuvo en consideración los periodos de vacaciones de cada uno de ellos, de tal forma, que en todo momento exista el personal suficiente para desarrollar las actividades de operación y mantencion de las obras, sin tener que postergar alguna de estas actividades.

CAPITULO NOVENO

PERFIL DEL PERSONAL Y COSTO DE CADA UNO.

1. – PERFIL DEL PERSONAL

1.1. - ADMINISTRADOR.-

Como ya se ha dicho, la mantención y operación del Embalse Santa Juana requiere un equipo de trabajo con una capacidad de manejo de un conjunto de actividades de carácter multidisciplinario, esto obliga a tener en la dirección de la administración un profesional que sea capaz de interiorizarse técnicamente de todos los elementos e instrumentos instalados en el embalse para dirigir correctamente las actividades de operación, mantención, control de estabilidad de la presa y sea a su vez capaz de interpretar las evaluaciones que se realizan en el embalse, especialmente las de estabilidad de la obra.

Desde el punto de vista de formación académica el perfil de profesional más idóneo para el cargo debería estar dentro de las siguientes especialidades:

- ≡ Ingeniero Civil en Obras Civiles
- ≡ Ingeniero Civil Mecánico
- ≡ Ingeniero Civil Agrícola
- ≡ Ingeniero Agrónomo
- ≡ Ingeniero en ejecución mecánica.-
- ≡ Constructor Civil

Los profesionales señalados en este informe, no tienen la posibilidad de capacitarse específicamente en los elementos que se encuentran en el embalse o los embalses en general, tales como válvulas de diámetros mayores, elementos para controlar la estabilidad de la obra y otros. Pero si están capacitados en materias a fines como son: equipos y elementos mecánicos, eléctricos, oleohidráulicos, tractores, maquinarias agrícolas, tanto en su operación como en su mantención, maquinarias o elementos que son más complejos desde el punto de vista operativo y de mantención, que los elementos que se encuentran en el embalse. Por lo tanto, estos profesionales están preparados para que a través de una capacitación específica en operación y mantención de los elementos que se encuentran en el embalse, puedan entender, operar y mantener dichos elementos.

La toma de decisión sobre que profesional contratar para que ejerza la función de administrador, dependerá de los objetivos secundarios o materias

complementarias que estime la organización de regantes a realizar, ya que conforme a los antecedentes recopilados, el tiempo que requiere ocupar el administrador en calcular, dirigir la operación y mantención en el embalse no va más allá de medio día. Como antecedente base, los administradores de los embalses Recoleta y Cogotí en el Valle de Limarí, ocupan en promedio un 15% de su tiempo en la administración del embalse, el resto de su tiempo está destinado a las actividades de distribución de agua a nivel de cabecera de predio, control del consumo de agua, mantenciones rutinarias y extraordinarias de la red de canales de distribución del agua, que es bastante extensa. Es importante señalar que la implementación técnica de estos embalses es inferior a la del embalse Santa Juana, de allí que se estima un tiempo máximo de dedicación del administrador al embalse del orden del 50% del tiempo o actividad diaria.

Se estima que el profesional que se contrate para desarrollar la función de administrador, debiera ser de tiempo completo y el resto del tiempo en que este no está dedicado a la administración del embalse se dedique a actividades que sean de interés para la organización de regantes en el desarrollo de programas de optimización del uso del agua, sean estos a nivel extrapredial o intrapredial.

No se considera la contratación por media jornada de un profesional, ya que normalmente este tipo de contratación es de mayor costo.

Los niveles académicos de los profesionales seleccionados como adecuados para ejercer la función de administrador del embalse Santa Juana, se presentan en anexos.

1.2. - SUB-ADMINISTRADOR O JEFE DE TERRENO.

Las labores de operación y mantención del embalse deben ser supervisadas por el administrador y eventualmente serán dirigidas directamente por él. Por lo tanto, será el sub-administrador o jefe de terreno quien sea el responsable directo de dirigir y ejecutar las labores de operación y mantención del embalse.

Es importante señalar que las labores de mantención pueden delegarse totalmente en el jefe de terreno, pero, las actividades de operación de las válvulas de seguridad y Howell-Bunger deben ser supervisadas directamente por el administrador y eventualmente ser delegadas totalmente en el jefe de terreno. De la misma forma, los cálculos hidrométricos del embalse y las mediciones de los instrumentos de control de estabilidad del embalse, deben ser controlados y supervisados por el administrador.

El profesional que ejerza la función de Sub-administrador o Jefe de Terreno deberá tener la preparación y capacidad suficiente para entender, operar y

mantener todos elementos e instrumentos necesarios, sean estos mecánicos, oleohidráulicos, eléctricos, computacionales, de cuerda vibrante, topográficos, etc. Este profesional se constituirá en el brazo derecho del administrador y si las circunstancias lo hacen necesario debería reemplazarlo ocasionalmente sin mayores inconvenientes.

Desde el punto de vista de formación académica el perfil del profesional idóneo para cumplir la función de Jefe de terreno debería estar dentro de las siguientes profesiones u otras afines:

- ☐ Técnico Universitario en obras civiles
- ☐ Técnico universitario en mecánica industrial

Los niveles académicos de los profesionales seleccionados como adecuados para ejercer la función de sub-administrador o jefe de terreno del embalse Santa Juana, se presentan en anexos.

1.3. - SECRETARIO TECNICO

Además de las labores propias de la administración del embalse antes señaladas, toda administración debe llevar un control administrativo y contable. No obstante y considerando que además pueda ejercer las labores de operario suplente en el embalse, se ha preferido asignar a esta persona como secretario técnico.

Las labores administrativo propias del embalse comprenden básicamente en llevar un registro hidrométrico del embalse, que corresponde a caudales afluentes, efluentes, volúmenes almacenados, volúmenes evaporados, eventualmente volúmenes rebasados. Llevar los archivos de correspondencia, sean estas enviadas o recibidas, llevar un control contable básico de ingresos, egresos, inventario, elementos dados de baja y un registro de las mantenciones que se realizan y que debieran estar acordes con el programa anual de mantencion recomendado técnicamente.

El control contable estará remitido a recibir y llevar un registro del pago de las cuotas mensuales definidas por la organización de regantes y recibidas de las comunidades de agua beneficiadas por el servicio que otorga el embalse, beneficio que es de carácter directo e indirecto para los regantes del valle del Huasco.

Las labores administrativas propiamente tal estarán remitidas simplemente a realizar los pagos de los sueldos de los trabajadores y calcular y pagar las planillas de imposiciones de los trabajadores. Teniendo presente que las organizaciones de usuarios de agua no tienen fines de lucro, no corresponde que lleven una contabilidad

tributaria, por lo tanto no requiere hacer declaraciones mensuales de impuestos, balance anual ni pago de impuesto anual.

El secretario técnico deberá cumplir además funciones propias de secretario, para atender la oficina, recibir y responder llamados telefónicos, desarrollar cotizaciones y colaborar con el administrador y sub-administrador.

Teniendo presente que el administrador solo requiere una función de tiempo parcial y que las principales actividades del sub-administrador son en terreno, el secretario técnico puede desarrollar sus funciones propiamente tal en medio día, y el resto del tiempo colaborar con el equipo de operación y mantención del embalse. Para esto se requerirá establecer oficialmente un horario de atención de la oficina de administración del embalse a objeto que autoridades y usuarios del embalse tengan presente esta modalidad de funcionamiento de la oficina.

La persona que ejerza la función de secretario técnico, no requiere ser profesional ni técnico. Su requisito mínimo es tener enseñanza media cumplida y completar una capacitación en materias de contabilidad mientras se desempeña en la administración del embalse.

1.4. - OPERARIOS

Los operarios son los colaboradores directos del jefe de terreno en la realización de las labores de mantención principalmente y, eventualmente en las de operación y control del embalse que se han indicado anteriormente. Lo ideal, sería que este trabajador tenga capacidad, preparación y/o experiencia suficiente en actividades similares o tener una preparación en liceo politécnico o industrial con mención en mecánica. No obstante lo anterior y considerando que estas actividades son de fácil realización y rutinarias, esta demostrado por experiencia en la administración de otros embalses que se encuentran en manos de organizaciones de regantes, que personas con niveles de educación de enseñanza media, sin experiencia en trabajos de esta índole, pueden capacitarse y desarrollar estas actividades sin mayores dificultades. También logran ser buenos ayudantes en las actividades de operación de las válvulas, elementos de izamiento, motores y/o equipos de ventilación.

Es importante señalar que la capacitación mínima que deben tener las personas que ejerzan las labores de operarios debe ser cuarto medio, ya que deben tomar conocimiento del manual de operaciones para desarrollar adecuadamente sus actividades y contar con esa educación media para responder a programas o cursos de capacitación en prevención de riesgos, técnicas de operación y mantención específica en sistemas oleohidráulicos, sistemas de izamientos, como tecles y hinches, capacitación básica en mantenciones eléctricas primarias, como cambios de interruptores, enchufes, utilización

de líneas a tierra, uso de solventes de grasas y pinturas, aplicación de pinturas epóxicas, que debiera impartir la jefatura de la administración, ya sea en forma directa o contratando servicios especiales de capacitación en estas materias.

2. - DETERMINACION DEL COSTO DEL PERSONAL.

Para determinar el costo del personal se investigó sobre valores medios en el mercado privado de los profesionales, mandos medios y operarios del personal anteriormente definido para cada una de las funciones señaladas. Se considero una experiencia mínima de cinco años en estas actividades o similares. Los valores determinados son:

Profesional	Sueldo mensual (\$)	Cotizaciones (\$)	Sueldo Total (\$)
Ingeniero Civil	800,000	200,000	1,000,000
Ingeniero Civil Mecanico	800,000	200,000	1,000,000
Ingeniero Civil Agricola	700,000	175,000	875,000
Ingeniero Agronomo	700,000	175,000	875,000
Constructor Civil	700,000	175,000	875,000
Ingeniero Ejecucion Mecanica	500,000	125,000	625,000
Tecnicos			
Tec Univ en Obras Civiles	350,000	87,500	437,500
Tec Univ en Mec Industrial	350,000	87,500	437,500
Mandos medios y Operarios			
Sec Tecnico (4° medio)	250,000	62,500	312,500
Operarios (4° medio)	250,000	62,500	312,500

CAPITULO DECIMO

VALIDACION DE LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO DE CADA ESPECIALIDAD

La validación de los programas de mantenimiento del embalse se realizo en cada visita que se efectuó a la obra, tanto para recopilar información del embalse, como para indagar de las actividades de operación y mantención.

Como se señaló al inicio de este informe, la mantención de la estructura del embalse y sus elementos son actividades simples y que la Dirección de Obras Hidráulicas cumple rigurosamente.

Se revisaron todas las recomendaciones técnicas de mantención de los proveedores de los elementos del embalse, se compararon con las pautas y manual de mantención que tiene la administración del embalse y se comprobó que estas corresponden a lo recomendado, e incluso se han mejorado algunos aspectos como es la instalación de un sistema de ventilación para reducir la humedad ambiental en la Caverna cuando en esta se realizan renovaciones parciales de pinturas. De la misma forma se modificaron sistemas de aislamiento de los cables eléctricos de la caverna y casa de válvulas, recurriendo a la instalación de elementos de sello hermético para evitar la acción de la humedad relativa en las cajas de distribución eléctrica y bases de ampolletas u otros elementos de iluminación, a objeto de reducir o eliminar la acción de la humedad ambiental y de esta forma, reducir a su vez el costo de mantención o renovación de los elementos. De la misma forma se instalo un cielo falso de polietileno, a objeto de impedir la caída directa de agua de filtraciones de la parte superior de la caverna sobre la válvula y sus sistemas de accionamiento.

A criterio de los profesionales que desarrollan la consultoría, los programas de mantenimiento de cada especialidad cubren totalmente las exigencias de control del estado y mantención de la estructura del embalse y sus elementos de accionamiento, no siendo necesario modificar o complementar dicho programa de mantención.

A objeto de mayor comprensión de las mantenciones y su validación se hará una breve descripción de estas actividades y se señalará el estado en que se encuentran la estructura y los elementos del embalse al momento de desarrollarse la presente consultoría.

1. - MANTENCIONES EN LA CAVERNA.

Las mantenciones en la caverna del embalse son:

- Aseo General de la Caverna.
- Mantencion del sistema eléctrico
- Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos
- Mantenciones de pintura de las paredes de la caverna
- Mantenciones de manómetros y solenoides
- Mantenciones del sistema oleo-hidráulico del accionamiento de la válvula de mariposa
- Mantenciones de los accionamientos eléctricos de la válvula de by-pass.
- Mantenciones del sistema de izamiento

1.1. - Aseo General de la caverna.

El aseo general de la caverna se realiza cada 15 días. Toda la caverna se observa totalmente aseada.

1.2. - Mantención del sistema eléctrico.

El sistema eléctrico de la caverna se revisa cada vez que se realiza el aseo de la caverna, en esta revisión rutinaria se detectan básicamente el correcto funcionamiento del sistema de luminarias y del sistema de fuerza de la caverna, es decir, el correcto funcionamiento de los motores eléctricos que accionan el sistema oleo-hidráulico y de las válvulas by-pass de la válvula de mariposa. En esta mantencion rutinaria se reemplazan las ampolletas o luminarias que se hubiesen quemado y se registran las fallas menores que pudiese presentar el sistema eléctrico en general, sea en los tableros, telecomando del sistema de izamiento o motores.

Las mantenciones eléctricas mayores están contratadas a una empresa privada de servicios eléctricos, cuyo contrato anual estipula visitas trimestrales y eventualmente visitas extraordinarias. En las visitas trimestrales debe revisarse el sistema eléctrico en general y repararse todas las fallas detectadas por el personal sea en el sistema de iluminación o sistema de fuerza en general del embalse, esto es, la caverna, casa de válvulas y sistema de iluminación del muro. En la eventualidad de falla de motores, se contempla una reparación de estos o su reemplazo, debiendo cancelarse esta mantención extraordinaria.

Teniendo presente esta rutina de mantención eléctrica, la que se realiza normalmente, se pudo constatar que el sistema eléctrico de la caverna se encuentra en perfectas condiciones.

Es importante destacar que las visitas trimestrales de la empresa privada de servicios eléctricos, era necesaria mientras se complementaba el sistema eléctrico construido inicialmente. Hoy que prácticamente se encuentran todos los circuitos eléctricos que se requieren en el embalse, se han sellado todos los ductos de las redes eléctricas que se vieron afectadas por la alta humedad relativa, especialmente en la caverna, por lo tanto estas asesorías técnicas en mantención del sistema eléctrico del embalse, pueden realizarse, sin afectar la calidad de mantención de los sistemas eléctricos, semestralmente.

1.3. - Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos.

Los elementos metálicos del embalse en general y en este caso de la caverna están protegidos con pinturas epóxicas. Estas tienen dos manos de anticorrosivo epóxico de 1,5 mils cada una y dos manos de pintura epóxica de terminación, de 1 mils cada una. La administración cuenta con los elementos para limpiar el metal, aplicar la pintura y medir sus espesores.

La mantención de las pinturas es una actividad que se realiza cuando se presenta una superficie acumulada de daño en la pintura o presencia de puntos de oxidación de alrededor de un metro cuadrado de superficie metálica. Pero en esta actividad de mantención de las pinturas, debe considerarse como parte de ella las actividades de detección de los daños en la pintura y esta radica básicamente en la observación rutinaria de la pintura de los elementos metálicos, cuando se realiza el aseo, reportando la aparición de puntos de oxidación, los que se observa su avance o apareamiento de nuevos puntos de oxidación y cuando se tiene una superficie oxidada suficiente como para efectuar una renovación parcial de la pintura (podríamos decir alrededor de medio metro cuadrado) se procede a ejecutarla.

No obstante lo anterior, se considera la renovación total de la pintura de los elementos metálicos cada dos años. Durante el presente año, se realizó la renovación total de las pinturas de los elementos metálicos con una empresa externa.

Considerando lo anteriormente explicado y las observaciones efectuadas en terreno, podemos señalar que la administración del embalse Santa Juana realiza normalmente la mantención primaria (renovación parcial) de las pinturas de los elementos metálicos, no así, su renovación total, que es contratada a empresas externas.

1.4. - Mantención de pintura de las paredes de la caverna.

La mantención de pintura de las paredes de la caverna, tiene primeramente una revisión similar a la indicada para las pinturas de los elementos

metálicos y su renovación se realiza cada dos años. En este caso no se realizan renovaciones parciales, por no ser necesarios desde el punto de vista de mantención. En el presente año, también se renovó la pintura de las paredes de la caverna.

1.5. - Mantenciones de manómetros y solenoides.

Es importante señalar que no existe mantención de manómetros y solenoides. Tampoco está definido un reemplazo preventivo de estos elementos. En estos elementos solo se revisa el buen funcionamiento de estos y, ante la evidencia de que alguno de ellos está fallando, se procede a cambiarlo.

La administración del embalse ha cambiado dos solenoides y un manómetro. Los manómetros y solenoides instalados al realizar esta consultoría, se encontraban funcionando correctamente.

1.6. - Mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de la válvula de mariposa.

Las mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de la válvula de mariposa, comprende varias acciones: Primero, rellenar el estanque del sistema oleo-hidráulico si el nivel de este ha bajado producto de fuga de aceite, fuga que puede ocasionarse en las mangueras de presión del sistema, en los acoples de las mangueras de presión o por los sellos del pistón. En segundo término, renovar totalmente el aceite hidráulico una vez al año, como medida preventiva y en tercer lugar, reparar o renovar los elementos que estén presentando fuga de aceite.

La administración del embalse anualmente a renovado totalmente el aceite del estanque del sistema oleo-hidráulico. A su vez, reemplazó mangueras de presión que estaban presentando fugas de aceite por sus acoples.

Al inspeccionar la mantención del sistema oleo hidráulico, se pudo constatar que este está funcionando correctamente y las mantenciones se habían realizado conforme a lo estipulado por los proveedores del sistema y de acuerdo al manual de operación.

1.7. - Mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass.

Las mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass, las realiza la empresa externa contratada por la administración del embalse. Conforme a lo observado estos sistemas de accionamiento se encuentran en perfecto

funcionamiento y no se observan fallas o daños en ellos. Conforme a lo informado por la administración del embalse, cada vez que la empresa eléctrica realiza su inspección, revisa este sistema, haciéndolo funcionar a objeto de detectar alguna falla. La empresa entrega un informe escrito de las revisiones que realiza y su estado de mantención.

1.8. - Mantenciones del sistema de izamiento.

El sistema de izamiento, también es revisado por la empresa externa de electricidad. Al desarrollar la presente consultoría, la administración informó que el sistema de telecomando del sistema de izamiento estaba fallando, aspecto que fue detectado por el personal del embalse. Fue revisado por la empresa externa de electricidad y conforme a su diagnóstico el telecomando fue afectado por la humedad ambiental. El daño sufrido no tiene reparación, por lo tanto se ha considerado reemplazar el telecomando por otro sellado al 100% para evitar la acción de la humedad relativa.

Es importante señalar que en la válvula de mariposa de 1.600 mm hay elementos que si bien no requieren mantención deben reemplazarse si estos se dañan o fallan. Estos elementos corresponden a los sellos tipo orrin que tiene la válvula en su interior y que solo puede cambiarse cuando el embalse se encuentre totalmente seco. También la válvula de mariposa cuenta con un dispositivo de seguridad, que detecta cuando por efecto de fallas en las válvulas Howell-Bunger, aumentase considerablemente el caudal de entrega de agua. Al incrementarse el caudal de entrega, se incrementa la velocidad del agua, accionando este dispositivo, el que a su vez acciona un switch que pone en accionamiento el sistema oleo-hidraulico en su función de cerrar la válvula. Este sistema de accionamiento se encuentra fuera de funcionamiento ya que se ha dañado dos veces y se ha considerado la posibilidad de reemplazarlo por otro sistema, lo que debe ser estudiado por algún especialista en la materia.

2. - MANTENCION EN CASA DE VALVULAS

Las mantenciones en la casa de válvulas son similares a las de la caverna, se incrementa en esta la mantención de las válvulas de operación o Howell-Bunger, la del pupitre de operación de las válvulas a control remoto y la de los tableros eléctricos de iluminación general y de fuerza.

Las mantenciones a realizar son las siguientes:

- Aseo General de la Casa de válvulas
- Mantención del sistema eléctrico
- Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos

- Mantenciones de pintura de las paredes de la casa de válvulas
- Mantenciones de manómetros y solenoides
- Mantenciones de los sistema óleo-hidráulico de accionamiento de las válvulas de mariposa
- Mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass de las válvulas de mariposa.
- Mantenciones de las cajas de distribución de las válvulas Howell-Bunger
- Mantenciones del tornillo sin fin de las válvulas Howell-Bunger
- Mantenciones del sistema de izamiento

2.1. - Aseo General de la Casa de Válvulas.

El aseo general de la casa de válvulas se realiza cada 15 días. El aseo comprende toda la limpieza de la casa de válvulas, es decir, pisos, paredes, barandas, elementos metálicos del conjunto de las válvulas. Es importante señalar que cuando se realiza el aseo de la casa de válvulas, los operarios deben observar y revisar el estado de conservación de las pinturas, verificar el buen funcionamiento de los elementos eléctricos, tales como enchufes, interruptores, luminarias y reportar su estado y operación al administrador o subadministrador.

Durante el período en que se desarrolló esta consultoría, en todas las visitas realizadas a la obra, se observó un buen aseo en la caverna.

2.2. - Mantenimiento del sistema eléctrico.

El sistema eléctrico de la casa de válvulas se revisa cada vez que se realiza el aseo de este sector, en esta revisión rutinaria se detectan básicamente el correcto funcionamiento del sistema de luminarias y del sistema de fuerza de la casa de válvulas, es decir, el correcto funcionamiento de los motores eléctricos que accionan el sistema oleo-hidráulico y de las válvulas by-pass de las válvulas de mariposa. Al igual que en la caverna, en esta mantención rutinaria se reemplazan las ampolletas o luminarias que se hubiesen quemado y se registran las fallas menores que pudiese presentar el sistema eléctrico en general, sea en los tableros, telecomando del sistema de izamiento o motores.

Las mantenciones eléctricas mayores son realizadas por la empresa privada de servicios eléctricos antes mencionada.

Teniendo presente esta rutina de mantención eléctrica, la que se realiza normalmente, se pudo constatar que el sistema eléctrico de la caverna se encuentra en perfectas condiciones.

2.3. - Mantenciones de pinturas de los elementos metálicos.

Los elementos metálicos del embalse en general y en este caso de la casa de válvulas están protegidos con pinturas epóxicas. Estas también tienen dos manos de anticorrosivo epóxico de 1,5 mils cada una y dos manos de pintura epóxica de terminación, de 1 mils cada una. La administración cuenta con los elementos para limpiar el metal, aplicar la pintura y medir sus espesores.

Al igual que en la caverna, la mantención de las pinturas comprende la observación rutinaria del estado de las pinturas, cuando se realiza el aseo, reportando la aparición de puntos de oxidación, los que se observa su avance o apareamiento de nuevos puntos de oxidación y cuando se tiene una superficie oxidada suficiente como para efectuar una renovación parcial de la pintura (podríamos decir alrededor de medio metro cuadrado) se procede a ejecutarla.

No obstante lo anterior, se considera la renovación total de la pintura de los elementos metálicos cada dos años. Durante el presente año, se realizó la renovación total de las pinturas de los elementos metálicos con una empresa externa.

Considerando lo anteriormente explicado y las observaciones efectuadas en terreno, podemos señalar que la administración del embalse Santa Juana realiza normalmente la mantención primaria (renovación parcial) de las pinturas de los elementos metálicos, no así, su renovación total, la cual se realiza con empresas externas especializadas en la materia.

2.4. - Mantención de pintura de las paredes de la casa de válvulas.

La mantención de pintura de las paredes de la casa de válvulas, tiene primeramente una revisión similar a la indicada para las pinturas de los elementos metálicos y su renovación se realiza cada dos años. En este caso no se realizan renovaciones parciales, por no ser necesarios desde el punto de vista de mantención. En el presente año, también se renovó la pintura de las paredes de la caverna.

2.5. - Mantenciones de manómetros y solenoides.

La mantencion de los manómetros y solenoides es idéntica a la modalidad explicada anteriormente en las mantenciones de la caverna. Literalmente no existe mantención de estos elementos, solo su reemplazo total si se detecta mal funcionamiento de ellos. Tampoco esta definido un reemplazo preventivo de estos elementos.

La administración del embalse ha cambiado una vez los solenoides de la casa de válvulas. Los manómetros y solenoides instalados al realizar esta consultoría, se encontraban funcionando correctamente.

2.6. - Mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de las válvulas de mariposa.

La modalidad de las mantenciones del sistema oleo-hidráulico de accionamiento de las válvulas de mariposa de la casa de válvulas es idéntica a las realizadas para la válvula de mariposa de la caverna, el que comprende todas las acciones antes detalladas y que son: Primero, rellenar el estanque del sistema oleo-hidráulico si el nivel de este ha bajado producto de fuga de aceite, fuga que puede ocasionarse en las mangueras de presión del sistema, en los acoples de las mangueras de presión o por los sellos del pistón. En segundo termino, renovar totalmente el aceite hidráulico una vez al año, como medida preventiva y en tercer lugar, reparar o renovar los elementos que estén presentando fuga de aceite.

Al inspeccionar la mantención del sistema óleo-hidráulico, se pudo constatar que este esta funcionando correctamente y las mantenciones se habían realizado conforme a lo estipulado por los proveedores del sistema y de acuerdo al manual de operación.

2.7. - Mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass.

Las mantenciones de los accionamientos eléctricos de las válvulas de by-pass de las válvulas de mariposa, las realiza la empresa externa contratada por la administración del embalse. Conforme a lo observado estos sistemas de accionamiento se encuentran en perfecto funcionamiento y no se observan fallas o daños en ellos. Conforme a lo informado por la administración del embalse, cada vez que la empresa eléctrica realiza su inspección, revisa este sistema, haciéndolo funcionar a objeto de detectar alguna falla. La empresa entrega un informe escrito de las revisiones que realiza y su estado de mantención.

2.8. – Mantenciones de la caja de distribución de movimiento de las válvulas Howell-Bunger

Las válvulas de Howell-Bunger cuentan con una caja de distribución del movimiento de accionamiento de estas a los tornillos sin fin ubicados a ambos costados del cuerpo de las válvulas. Esta se asemeja a la caja de distribución de los vehículos y el piñón de ataque y los satélites se encuentran inmersos en aceite W 90.

La mantención consiste en rellenar la caja con aceite en la eventualidad que se presente alguna fuga de este. Las fugas de aceite se pueden presentar en los retenes, si esto acontece, será necesario cambiar los retenes. Una vez al año se debe renovar totalmente el aceite de la caja.

Las válvulas Howell-Bunger tiene también dos tornillos sin fin a ambos costados de su cuerpo, tornillos que se mantienen engrasados y están protegidos por un fuelle de goma.

Al inspeccionar la mantención de las cajas de distribución de movimiento de las válvulas Howell-Bunger, se pudo constatar que estas están funcionando correctamente y las mantenciones se habían realizado conforme a lo estipulado por los proveedores del sistema y de acuerdo al manual de operación.

2.9. - Mantenciones de los sistemas de izamiento.

Los sistemas de izamiento para las válvulas de la casa de válvulas, son revisados por la empresa externa de electricidad. Al desarrollar la presente consultoría, los sistemas de izamiento se encontraban operativos.

3. - MANTENCION EN CAMINO DE CORONAMIENTO MURO

Las mantenciones en el camino de coronamiento de muro, radican básicamente en una mantencion de la estética del muro y su iluminación.

Las mantenciones a realizar son las siguientes:

- Aseo general del muro
- Mantención del sistema eléctrico del muro
- Renovación de pinturas de la estructura de las luminarias
- Renovación de pintura de los murales del camino de coronamiento

- Renovación de pintura de la escultura del muro

3.1. - Aseo general del muro del embalse.

El aseo general del muro debe realizarse cada semana, limpiando todo el sector, recogiendo la basura de los basureros instalados para tales objetivos.

3.2. - Mantenimiento del sistema eléctrico del muro.

El sistema eléctrico del muro se revisa cada vez que se realiza el aseo de este sector. En esta revisión rutinaria se verifica el correcto funcionamiento del sistema de luminarias. En esta revisión se detectan ampolletas o luminarias quemadas, éstas se y se registran las fallas menores que pudiese presentar el sistema eléctrico en general, el que es reparado posteriormente por la empresa eléctrica privada contratada para tales efectos.

3.3. – Renovación de pinturas de la estructura de las luminarias.

La estructura de las luminarias está expuesta a los daños del medio ambiente, especialmente la luz solar, por lo tanto, una vez al año se requiere renovar la pintura epóxica de las estructuras de las luminarias.

3.4. – Renovación de pintura de los murales del camino de coronamiento.

El muro del coronamiento cuenta con murales, los que normalmente son rallados por los visitantes al embalse. Debido a este daño, la administración tiene como programa renovar la pintura de los murales como mínimo dos veces al año.

3.5. – Renovación de pintura de la escultura del embalse.

La pintura de la escultura construida en el embalse se renueva una vez al año.

Se constató que la pintura de la escultura del embalse, se encuentra en buen estado hasta la última visita efectuada en esta consultoría.

4. - MANTENCION EN OFICINA

Las mantenciones en la oficina consisten en mantener esta aseada y ordenada, además de tener en buen estado el sistema eléctrico, de agua potable y alcantarillado.

Las mantenciones a realizar son las siguientes:

- Aseo general de la oficina.
- Mantención del sistema eléctrico de la oficina.
- Mantención de la red de agua potable de la oficina
- Renovación de pintura de la oficina.

4.1. - Aseo general de la oficina.

El aseo general de la oficina se realiza diariamente.

4.2. - Mantencion del sistema eléctrico de la oficina.

La mantención del sistema eléctrico comprende la revisión de ampolletas, enchufes e interruptores, los que de presentar daños son reemplazados. Mantenciones mayores en el circuito eléctrico de la oficina, son desarrollados por la empresa eléctrica privada.

Todo el sistema eléctrico de la oficina, fue chequeado y se verificó su buena mantención y perfecto funcionamiento.

4.3. – Renovación de pinturas de la oficina.

Anualmente se renueva la pintura de la oficina. Al momento de efectuar esta consultoría, se observó que las pinturas de las oficinas estaban en buen estado.

Las mantenciones definidas para la oficina cubren todas las necesidades al respecto, por lo tanto al validar estas actividades se pudo constatar que no es necesario modificar o complementar este programa de mantención.

5. - MANTENCION EN CAMPAMENTO.

Las mantenciones que se realizan en el campamento abarca todo el campamento del embalse Santa Juana, manteniendo en buen estado los jardines, casas, sectores de esparcimiento y oficina. Comprende también la preocupación de mantener el sistema de agua potable, alcantarillado y extracción de basura.

No obstante todas estas actividades, las que se ejecutan perfectamente, para efectos de los costos de administración solo se consideraran aquellas mantenciones que se realizan alrededor de la oficina, que corresponden a aseos, mantencion de jardines en su contorno y las redes de agua potable y alcantarillado de esta.

Al validar estas actividades de mantención, se ha constatado que estas cumplen los requisitos necesarios de mantención del campamento alrededor de la oficina.

No obstante que esto no tiene relación directa con la administración del embalse propiamente tal, evaluado desde el punto de vista privado, es importante señalar que la mantención general del campamento es buena.

Es importante señalar en este capítulo que los elementos de control de estabilidad del embalse no requieren de mantención, con excepción de los Acelerógrafos. Estos elementos estan incorporados en la estructura del embalse, de tal forma que es imposible realizarles mantenciones y menos reemplazarlos. Por lo tanto, podríamos señalar que si llegan a fallar, sencillamente quedan inutilizados, de hecho, ya hay algunas celdas de agua que no estan funcionando.

La mantención de los Acelerógrafos esta contratada a un especialista en la materia.

CAPITULO ONCE AVO

NÓMINA DE EMPRESAS DE MANTENIMIENTO Y PROVEEDORES.

La mantención de un embalse es una actividad poco común y por lo tanto son muy pocas las empresas y/o proveedores que se dedican a otorgar servicios a este tipo de estructuras.

Las empresas que hoy se han especializado en mantenciones específicas de elementos del embalse, son aquellas que en contacto directo con la administración, a través de los contratos ya realizados han ido especializándose en esta materia.

Hoy la administración del embalse tiene una lista de empresas que otorgan servicio de mantención a diferentes elementos o servicios básicos, como son en electricidad, mantención de válvulas y de los sistemas de control remoto y también servicios en evaluación de la información recopilada de los elementos de control de estabilidad de la obra o de chequeo de la calibración de estos, por lo tanto, el listado de empresas de mantenimiento que se adjunta, corresponde a las actuales empresas que de una u otra forma han otorgado servicio de mantención a este u otro embalse similar.

Los proveedores de materiales pueden ser los que actualmente trabajan con la administración del embalse u otros nuevos, especialmente en lo que se refiere a proveedores de pinturas y lubricantes.

La nómina de empresas de servicios de mantención para los elementos del embalse son:

1. - MANTENCIONES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE FUERZA:

- ❑ Las mantenciones en esta clasificación están referidas a:
- ❑ Mantenimiento, revisión y chequeo de consola de control y PLC
- ❑ Mantenimiento y revisión de tableros de comando
- ❑ Revisión y ajuste de calibración de instrumentos
- ❑ Verificación de la tensión de la red eléctrica, protecciones, funcionamiento y limpieza de contactores, reapriete general de bornes y conexiones, inspección del estado de los cables eléctricos y revisión de las líneas.
- ❑ Revisión, mantenimiento y limpieza de todos los motores del sistema.

Las empresas que han trabajado o trabajan actualmente con la Administración del embalse son: DLT Ltda, ubicada en Coquimbo; WIT Ltda, ubicada en Santiago; JLV Ingeniería S.A., ubicada en Santiago.

2. - MANTENCIONES DE INSTRUMENTACIÓN

Corresponden a las mantenciones de cuerda vibrante y acelerómetros, a los cuales se les debe realizar chequeo de señales eléctricas, calibración y mantenimiento y cambio de baterías de respaldo.

La única empresa que actualmente otorga servicios al embalse es C. Fahrenkrog y Cía Ltda, con sede en Viña del Mar.

3. - MANTENCIONES DE EQUIPOS OLEO-HIDRAULICOS

Las mantenciones de los equipos óleo-hidráulico comprende la reparación y/o reemplazo de elementos del sistema oleo-hidráulico y el cambio de sellos de los cilindros.

Las empresas que han prestado servicio al respecto a la administración del embalse son: Voest Alpine CME Chile, con sede en Santiago y Hydraulik Benz S.A., también con sede en Santiago.

4. - MANTENCIONES DE EQUIPOS MECÁNICOS

Las mantenciones de los equipos mecánicos comprende la lubricación de los elementos de las válvulas y cambio de sellos en las válvulas de mariposa y Howell-Bunger o cambio de O'ring en válvulas de mariposa.

Las empresas que han prestado servicios a la administración del embalse son: DLT Ltda., con sede en Coquimbo y Voest Alpine CME Chile, con sede en Santiago.

5. - MANTENCIONES DE ELEMENTOS METÁLICOS

Las mantenciones de los elementos metálicos comprende la renovación parcial o total de las pinturas en tuberías, válvulas y cierres metálicos, barandas y portones.

Las empresas que han prestado servicios a la administración del embalse son: DLT Ltda., con sede en Coquimbo y Denees Naim Flores, con sede en Vallenar.

6. - REPARACIONES DE MOTORES ELÉCTRICOS

Comprende la reparación o reemplazo de los motores eléctricos de accionamiento de las válvulas, equipos óleo-hidráulicos, tecles (sistemas de izamiento) y sistema de ventilación.

Las empresas que han prestado servicios a la administración del embalse son: DLT Ltda., con sede en Coquimbo y Juan Poblete, con sede en Vallenar

7. - REPARACIONES DE ELEMENTOS DE LAS VÁLVULAS

Las reparaciones de elementos de las válvulas comprende básicamente el cambio de anillos de las válvulas Howell-Bunger; discos de las válvulas de mariposa; anillos en las válvulas de mariposa; vástagos de by-pass y cambio de válvulas.

Las empresas consideradas por la administración del embalse son: INAMAR Ltda., con sede en Santiago, Schwarze y Bernabé Ltda., con sede en Vallenar y Llorente Industrial S.A., con sede en Vallenar.

8. - OTRAS EMPRESAS DE SERVICIOS Y PROVEEDORES.

En el mercado hay presente varias empresas de servicios y proveedores; de estas se han elegido aquellas que, a través de consultas telefónicas han señalado desarrollar actividades que son similares a las actividades de operación y mantención de los equipos implementados en el embalse Santa Juana. Entre estas empresas tenemos:

EMPRESAS ELECTRICAS

Nombre	Materias	Fono	Fax	E-mail	Pag Web
CLAS Ingeniería Eléctrica S. A.	Instrumentos automáticos Contactores y reles de sobrecarga Interruptores y contactores de M. T. Analizadores de redes eléctricas Reguladores de factor de potencia	2.6225212	2.6223565	ventas@clas-sa.com	www.clas-sa.com
A.A. ABAREC Ing Eléctrica Ltda.	Trabajos en alta y baja tensión Transformadores de potencia	2.6460080	2.6460008	abartec@terra.cl	
ABACO Ingeniería Ltda.	Trabajos en alta y baja tensión Proyectos eléctricos	2.6695902 2.6467538		abaco@terra.cl	
ABMATIC	PLC - Software supervisor Control industrial. Sensores Variadores de velocidad Centro control de motores	2.2044665	2.2048364		www.abmatic.cl
PINEDO Hnos y Cia Ltda Ingenieros		2.2320326	2.2322817		www.pinedohnos.com

EMPRESAS OLEOHIDRAULICAS

Nombre	Materias	Fono	Fax	E-mail	Pag Web
EXIMTEC	Importadora y exportadora de bombas de paleta y pistón, válvulas, sistemas motrices oleohidráulicos y servicios. Asesores de fabricantes de equipos Vendedores de repuestos	2.2076590	2.2076591	eximte@eximte.cl	www.eximte.cl
HYDROCAR	Proveedores de Sistemas oleohidráulicos, de bombas y motores de pistones y engranajes; válvulas; powerpack filtros, acoples, conexiones.	2.6030299	2.6030307		www.hydrocar.cl
Maestranza Diesel	Servicios de reparación de componentes oleohidráulicos y proyectos de ingeniería. Venta de productos. Asistencia técnica in situ.	2.5567439	2.5550938	susconsultas@md.cl	www.mdoleohidraulica.cl

CAPITULO DOCE AVO

DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS BÁSICOS Y SERVICIOS E INSUMOS DE MANTENIMIENTO DE CADA ESPECIALIDAD.

Conforme con los antecedentes recopilados y cotizaciones efectuadas, los costos básicos de la administración, de los servicios e insumos de mantenimiento son:

1. - INSUMOS BASICOS

Se han definido como insumos básicos la energía eléctrica y la comunicación telefónica.

Con respecto a la energía eléctrica, es importante destacar que la administración del embalse Santa Juana ha desarrollado un programa para racionalizar el consumo eléctrico, aspecto que ha desarrollado muy bien, ya que el actual consumo de energía eléctrica en el embalse y su potencia instalada se ha reducido prácticamente a la mitad con respecto a la fecha en que la obra entró en operación.

Con respecto a las comunicaciones telefónicas, debido a lo accidentado de la topografía del valle y a lo estrecho de éste y sus sinuosidades, las señales telefónicas no llegan al punto geográfico en que se encuentra emplazado el embalse, de ahí que la Dirección de Obras Hidráulicas tiene contratado con Telefónica Chile un servicio especial mediante microondas, de alto costo, en donde solo el cargo fijo mensual es de alrededor de \$ 210.000.

Considerando que es importante disponer de energía eléctrica en la potencia actualmente contratada y contar con la comunicación telefónica, se mantendrá para efectos de determinar el costo medio anual de la administración del embalse los valores actuales de estos insumos.

Insumos basicos

N°	Item	Proveedor	Valor medio Mensual (\$)
1	E. Electrica	EMELAT	250.000
2	Telefono	CTC	280.000

2.- SERVICIO DE MANTENCIONES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN

Tal como se señaló en capítulos anteriores, la operación y mantención de un embalse no es una actividad común, por lo tanto, los servicios de mantenciones para esta obra son servicios especiales y por tener esta calidad, es difícil encontrar en el mercado una variedad de empresas que otorguen estos servicios, es más, las empresas que prestan estos servicios, al momento de contratarse tienen que asumir una especialización específica para esta obra, de tal forma que llegan a ser servicios de mantenciones prácticamente fijos en el tiempo.

Teniendo en consideración lo anteriormente expuesto y al no recibir cotizaciones de otras empresas contactadas, ya que para cotizar un servicio especial de mantención para el embalse requieren conocer en detalle los elementos a mantener, se considerará para efectos de los costos de administración del embalse Santa Juana, los valores de las empresas actualmente contratadas en los servicios de mantención de los equipos eléctricos e instrumentación.

Es importante señalar que el actual costo de mantención de los equipos eléctricos no solo comprende la mantención de estos elementos sino que además involucra la modificación y/o complementación de los circuitos eléctricos, aspecto que ya se han cumplido y ya no se requerirán a futuro. Las inspecciones actuales se realizan cada dos meses y se tienen consideradas dos visitas extraordinarias. Se estima que a futuro las inspecciones de mantención de los equipos eléctricos serán cada seis meses.

Servicio de Mantenciones

N°	Item	Proveedor	Valor medio Anual (\$)	Valor medio Visita (\$)
1	Equipos electricos (8 visitas)	DLT Ltda	5.600.000	700.000
2	Instrumentacion	C Fahrenkrog	3.000.000	3.000.000

3. - INSUMOS PARA MANTENCION

Los insumos para mantención de las válvulas y elementos metálicos del embalse son básicamente lubricantes y pinturas epóxicas.

En función de las reposiciones y renovaciones totales tanto, de los lubricantes como, de las pinturas, se determinó la cantidad anual a requerir de estos insumos y se cotizaron a empresas proveedoras del mercado nacional.

Entre las empresas proveedoras de lubricantes se encuentran COPEC, MOBIL, SHELL, y casas comerciales distribuidoras de estos elementos.

Entre las empresas proveedoras de pinturas epóxicas en el mercado nacional tenemos a Chilcorrofin; A.S.; Pinturas Ceresitas; Sherwin Williams.

Conforme a las cotizaciones realizadas, los valores anuales en pinturas y lubricantes son:

Insumos para mantencion

N°	Item	Proveedor	Valor medio Anual (\$)
1	Lubricantes	Varios	150.000
2	Pinturas Epoxicas	Varios	240.000

4. - ROPA DE SEGURIDAD

Para efectos de seguridad y conforme a las exigencias del Ministerio de Obras Públicas al respecto, se consideró la renovación anual de elementos y ropa de seguridad. Estos fueron cotizados en fabricas de la cuarta Región localizadas en la ciudad de Coquimbo y también se consideraron cotizaciones de fabricas de Santiago.

Se consideró el valor unitario de ropa y elementos de trabajo.

Ropa de Seguridad por persona

N°	Item	Proveedor	Valor medio Anual (M\$)
1	Overoles	Varios	9,110
2	Parka	Varios	16,100
3	Zapatos de Seguridad	Varios	17,500
4	Guantes (12 pares)	Varios	12,480
5	Cascos	Varios	2,050
Total			57,240

5. - MOVILIZACION

Actualmente la administración del embalse cuenta con movilización arrendada, que considera: vehículo, chofer, mantención del vehículo, reposición inmediata de la movilización si el vehículo arrendado tuviese fallas mayores y

kilometraje base de recorrido mensual. Este servicio cubre más allá de las necesidades propias de la administración, ya que es utilizado por el profesional administrador del embalse, además de las labores propias de la administración, en actividades de apoyo a la Dirección Regional de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Para efectos del cálculo del costo de administración del embalse Santa Juana, se considerará un vehículo arrendado, por mes, sin combustible y mantenimiento y sin chofer. Para estos efectos se ha considerado un arriendo de una camioneta mensual de un valor de \$ 15.000 día. El combustible y el costo de mantenimiento considerados son:

Cálculo combustible vehiculo por mes

Vehiculo	Recorrido (Km/día)	Rendimiento (Km/lt)	Total Combustible	
			(lt/día)	(lt/mes)
Camioneta	160	10	16	480

Costo operacional movilización

Item	Unidad	Cantidad	PU (\$)	Valor mes (\$)
Combustible	lt	480	450	216.000
Mantenimiento Mensual	gl	1	20.000	20.000

CAPITULO TRECE AVO

COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA.

Para determinar el costo medio anual del embalse Santa Juana, se tuvieron en consideración los siguientes aspectos:

- Mantener una operación y mantención de buen nivel para el embalse, similar al que hoy día mantiene la Dirección de Obras Hidráulicas.
- Mantener las mediciones de control de estabilidad del embalse, por ser una obra de gran envergadura y que además aguas abajo de ella se ubican centros poblacionales importantes. Por lo tanto mantener a su vez los servicios especializados para interpretar las lecturas de terreno de los instrumentos que permiten controlar la estabilidad del embalse.
- Mantener un nivel profesional para la administración del embalse similar a la actual administración, a pesar que existen profesionales de mayor nivel que podrían asumir la administración del embalse, pero que de no tener actividades complementarias a la administración, pueden transformarse en una rotativa de profesionales que podría perjudicar la calidad de la administración y seguridad de la obra. Por lo tanto entre todos los profesionales cuyo perfil se describió, se ha seleccionado para efectos de cálculo del costo medio anual de la administración del Embalse Santa Juana a un Constructor Civil.
- Considerar como tiempo ocupacional del profesional solo media jornada de trabajo, ya que conforme a la evaluación de las actividades a realizar y su tiempo estimado en esas actividades, no se requerirá jornada completa de trabajo del profesional.
- Se han reducido algunos costos de la actual administración, como son los costos de movilización, costos de mantención del sistema eléctrico, ropa de trabajo e insumos para mantención. Esta reducción esta en función del análisis efectuado en detalle para estos items.

Actualmente el costo de movilización es alto debido a que la administración actual del embalse contrata servicio completo de movilización, es decir, vehículo con mantención, chofer y kilometraje mínimo de recorrido. Para los efectos del costo medio anual estudiado se ha considerado solo el arriendo mensual de un vehículo (camioneta), la mantención y chofer serán de cargo de la administración.

Referente al costo de mantención del sistema eléctrico, se ha considerado adecuada el actual sistema de mantención mediante una empresa especializada en la materia, externa a la administración. No obstante esto y, considerando que el actual contrato de mantención comprendió no solo la mantención propiamente tal, sino que además la complementación de circuitos eléctricos y la modificación de los instalados originalmente y considerando, por parte de la actual administración que esta

complementación se ha completado y finiquitado, no será necesario incluir este costo a futuro, por lo tanto el costo de mantención del sistema eléctrico que hoy comprende visitas inspectivas cada dos meses, se reducirá a visitas inspectivas cada seis meses, estableciendo un costo por visita inspectiva de \$ 700.000.

Conforme con lo anteriormente señalado, el costo medio anual determinado para la administración del embalse Santa Juana es de \$ 42.918.200

**COSTO MEDIO ANUAL
EMBALSE SANTA JUANA**

ITEM	UNIDAD	CANT.	P.U. M\$	TOTAL M\$
ADMINISTRACION				
Administrador	mes	6	875.000	5.250.000
Subadministrador o Jefe de Terreno	mes	12	437.500	5.250.000
Administrativo tecnico	mes	12	312.500	3.750.000
Operario 1	mes	12	312.500	3.750.000
Operario 2	mes	12	312.500	3.750.000
Sub total				21.750.000
Energía eléctrica	mes	12	250.000	3.000.000
Movilización del personal	mes	12	450.000	5.400.000
Teléfono, fax , fotocopias, radios	mes	12	280.000	3.360.000
Combustible y mant vehiculo	mes	12	236.000	2.832.000
Articulos Ofic. y Mant. Campto.	mes	12	50.000	600.000
Sub total				15.192.000
Mant. Acelerómetros	año	1	3.000.000	3.000.000
Mant . Equ. electr. y calib. Electromec.	semestral	2	700.000	1.400.000
Repuestos, Pinturas, Aceites y Grasas	año	1	390.000	390.000
Ropa Trabajo	trabajador	5	57.240	286.200
Subtotal				5.076.200
Amortiz Repos Pinturas y otros				900.000
Total				42.918.200

ANEXOS

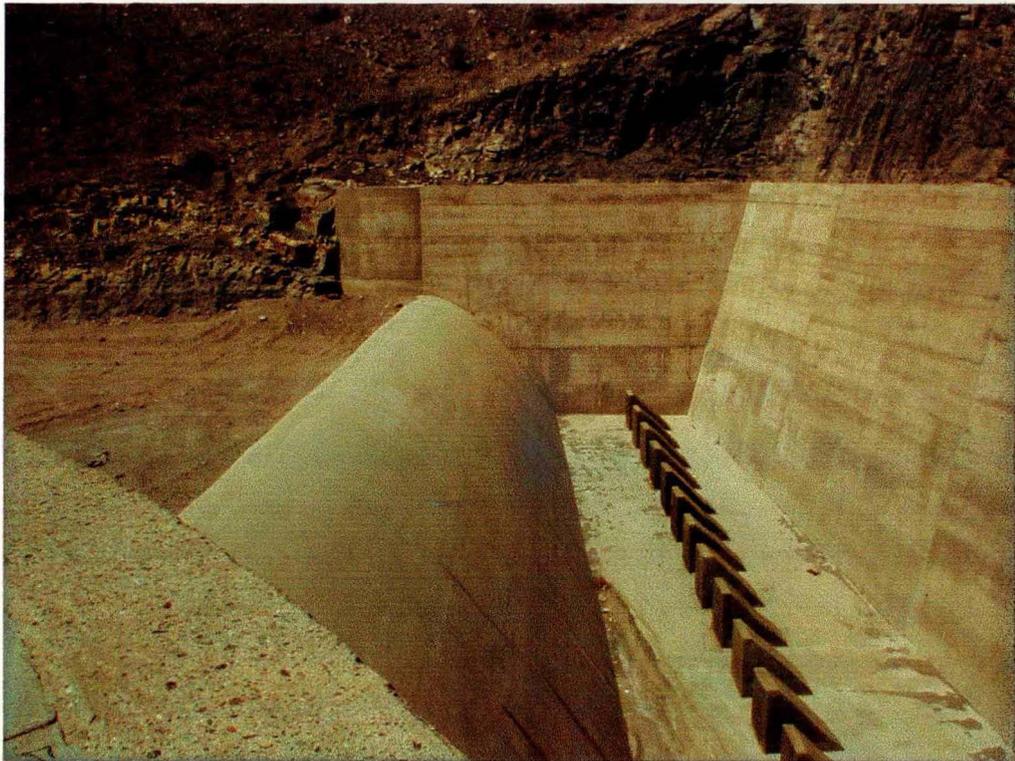
FOTOGRAFIAS



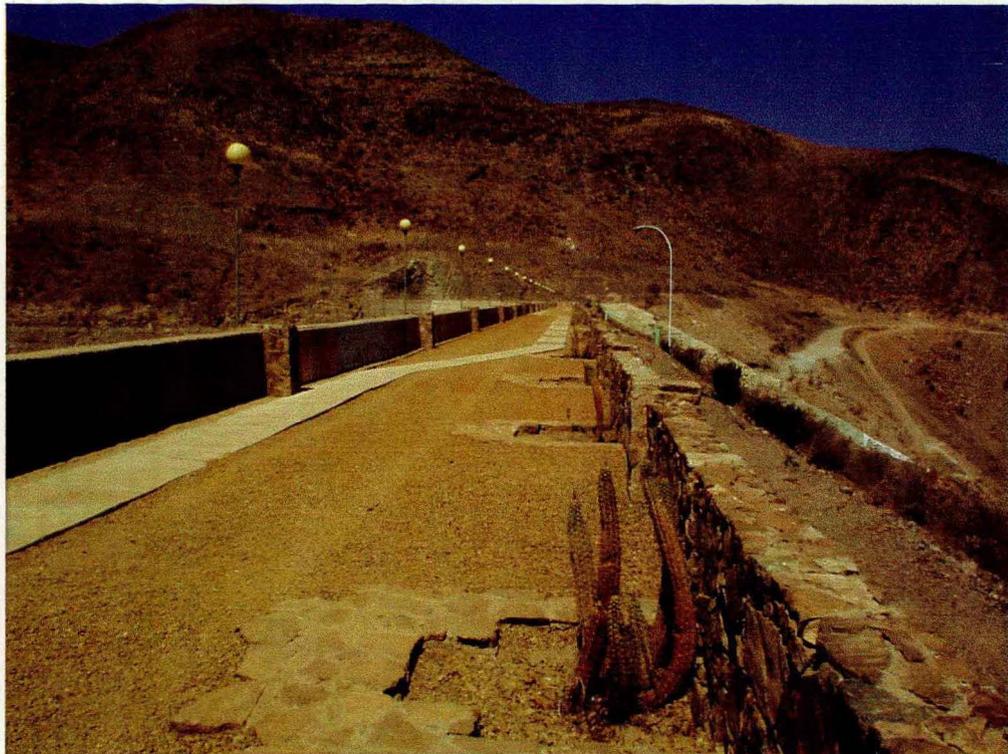
**Vista General. Muro de tipo CFGD
(Muro de gravas Compactadas con Pantalla de Hormigón Armado,
en talud aguas arriba)**



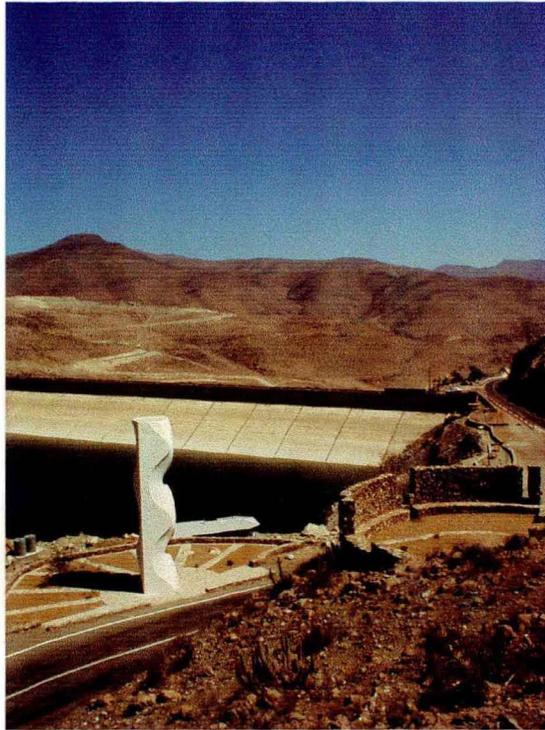
Vista Talud Aguas Abajo y Vertedero



Vertedero del embalse. Se observa el vertedero de descarga y canal colector con sus dientes de hormigón armado para disipar energía



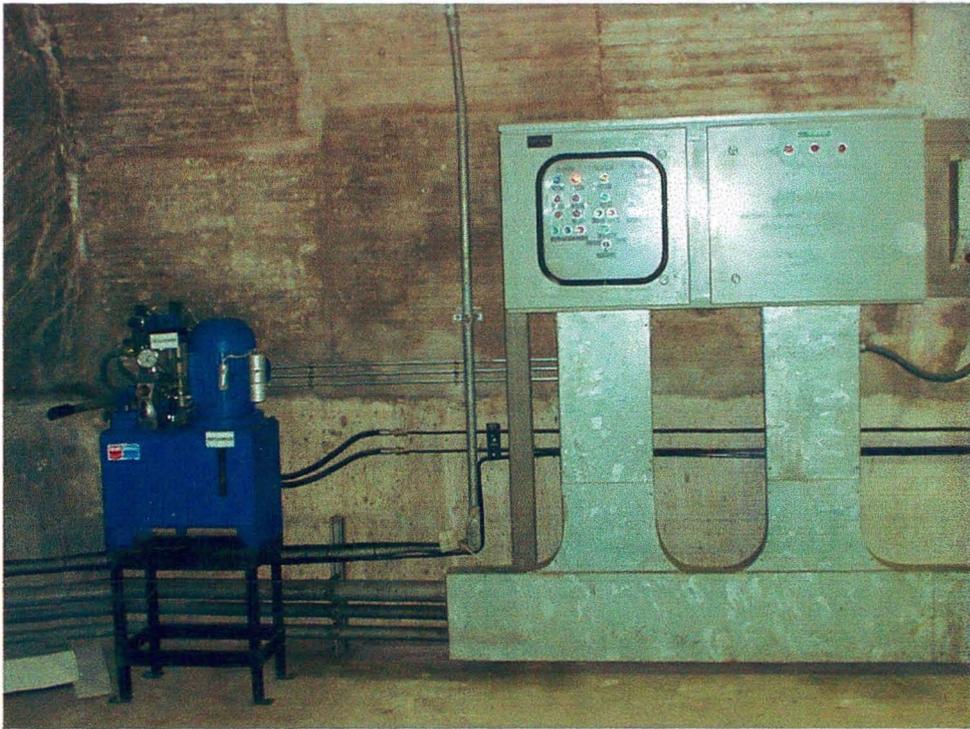
**Camino de Coronamiento del Muro del Embalse.
Se observa la ornamentación e iluminación**



**Vista Presa Talud Aguas Arriba.
Se observa Figura Símbolo del Embalse y parte del Mirador**



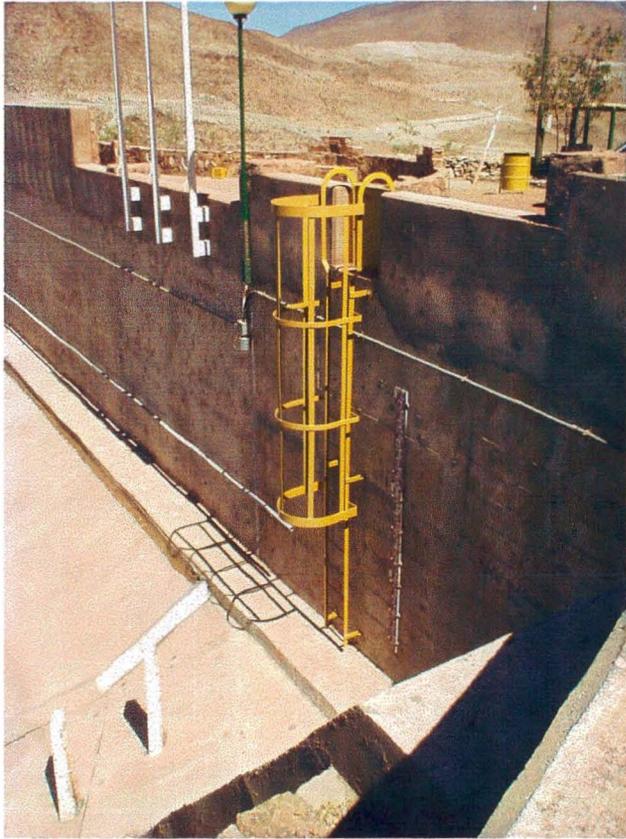
**Vista de la Casa de Válvulas
Se observa Chorro de Agua de la Valvula Howell-Bunger,
a la izquierda parte final del rápido del vertedero**



**Tablero Eléctrico y Comando Oleo-Hidráulico
de la Válvula de Mariposa de 1.600 mm ubicada en la Caverna**



Tubería de 1.600 mm (en amarillo), Válvula de Mariposa y sus accesorios (en azul) y pisos de reja y barandas de protección para el desplazamiento seguro del personal



**Limnigrafos del Embalse ubicados en el costado derecho del talud aguas arriba
Se observa la escalera de acceso a los limnigrafos**



**Portal de Acceso al Túnel y la Caverna, con su reja de protección
Se observa el equipo de ventilación de la caverna**



Válvula de Compuerta de 600 mm para drenaje del Túnel



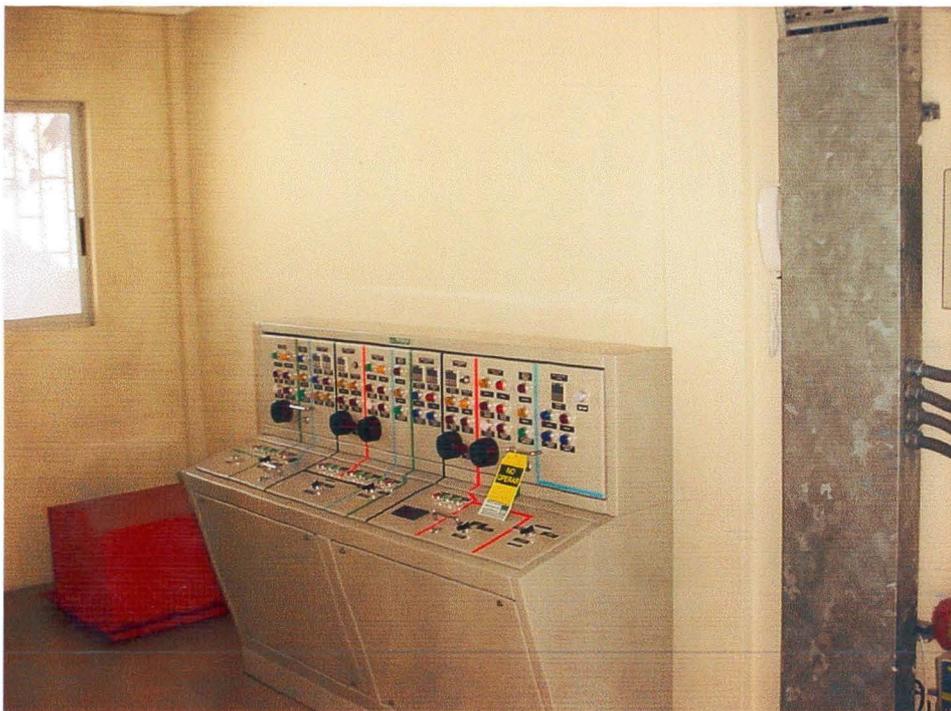
Sistema de Izamiento de la Caverna



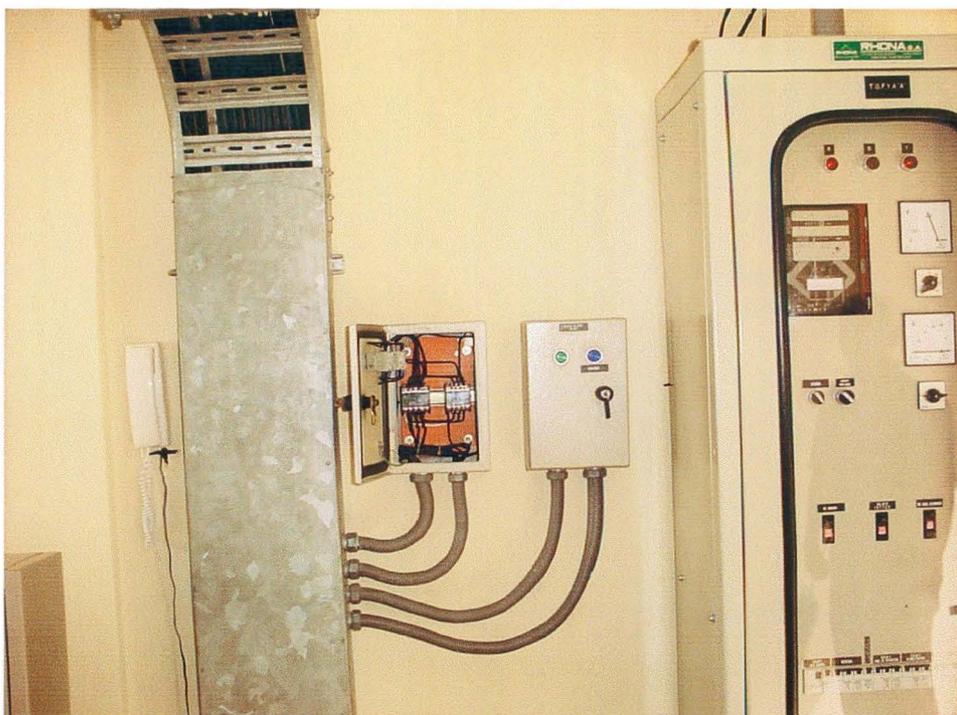
Interior Casa de Válvulas
Se observan los pisos de reja metálica y barandas de protección



Sistema de Izamiento de la Casa de Válvulas e iluminación



**Sala de Control y armario de accionamiento a control remoto de las válvulas.
Ubicada en la casa de Válvulas
Al fondo se observa acelerógrafo con su cubierta protectora**



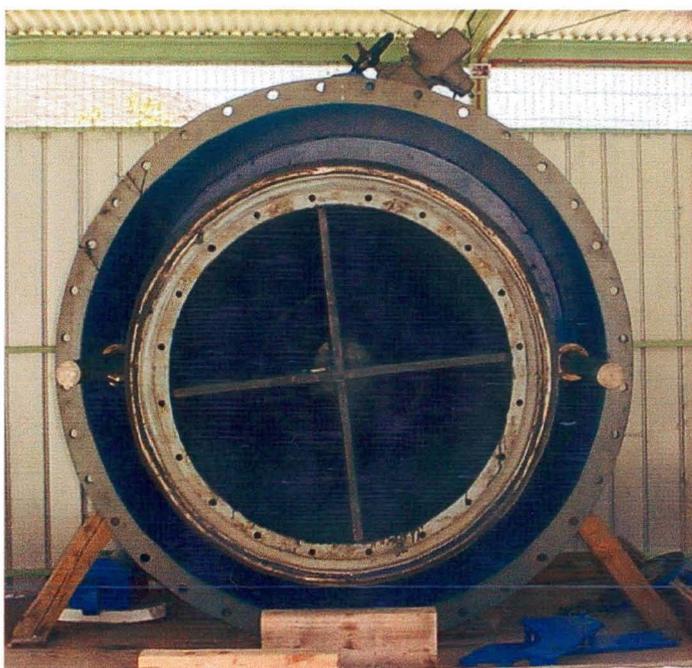
**Tablero Eléctrico General de Fuerza y Alumbrado
ubicado en la Sala de control de la Casa de Válvulas**



**Válvula de Mariposa de 1.200 mm (en azul), Tubería de 1.200 mm (en amarillo)
Sistema de by-pass con sus válvulas (en plomo)**



**Válvula de Mariposa de 1.200 mm de repuesto, en bodega
Se observa el cuerpo de la válvula, su lenteja de cierre en posición abierta
y parte del contrapeso**



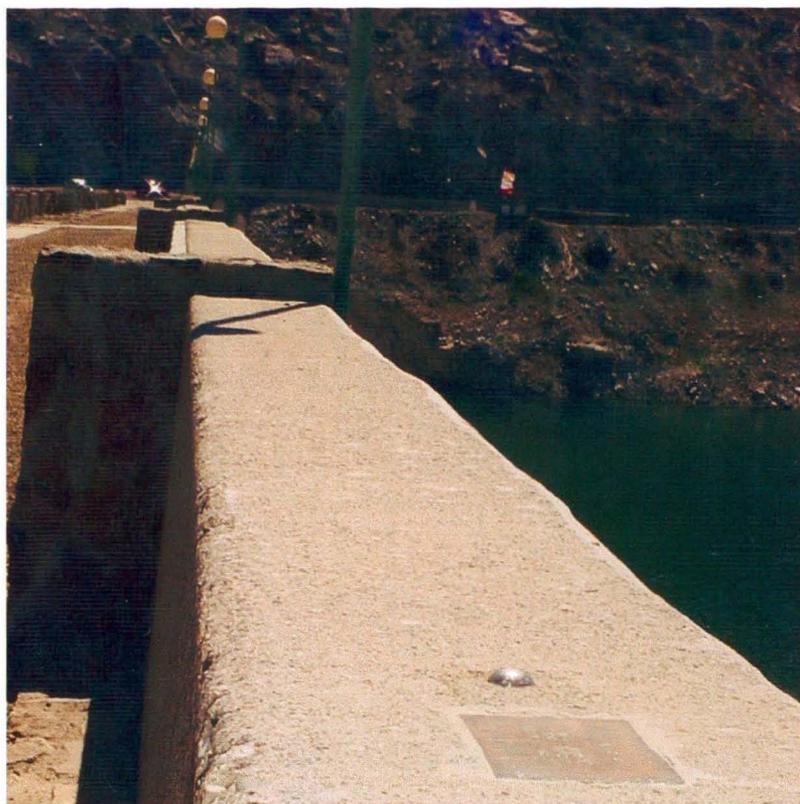
Válvula Howell-Bunger, en bodega
Se observa de frente el cono difusor y a sus costados la protección de los tornillos sin fin de accionamiento



Sistema de accionamiento de la Válvula Howell-Bunger de 1.200 mm
Se observa la cubierta de protección del tornillo sin fin, la tuerca afianzada al manguito deslizante de la válvula y en su parte superior su cabezal de accionamiento



**Terminales de sensores de control de elementos de estabilidad del embalse.
Se ubica al centro de la presa, cerca del camino de coronamiento**



Punto de control de nivelación, ubicado en el parapeto de coronamiento

**NIVELES ACADÉMICOS
DE PROFESIONALES
SELECCIONADOS**

NIVELES ACADEMICOS DE LOS PROFESIONALES SELECCIONADOS COMO ADECUADOS PARA EJERCER LA FUNCION DE ADMINISTRADOR DEL EMBALSE SANTA JUANA

Tal como se señaló en el texto del informe, desde el punto de vista de formación académica el perfil de profesional más idóneo para ejercer el cargo de administrador del Embalse Santa Juana, debería estar dentro de las siguientes especialidades:

- ☐ Ingeniero Civil en Obras Civiles
- ☐ Ingeniero Civil Mecánico
- ☐ Ingeniero Civil Agrícola
- ☐ Ingeniero Agrónomo
- ☐ Ingeniero en ejecución mecánica.-
- ☐ Constructor Civil

Los niveles académicos de estos profesionales seleccionados es el siguiente:

1.1. - INGENIERO CIVIL EN OBRAS CIVILES

El Ingeniero Civil en Obras Civiles, es un profesional con seis años de estudios universitarios, posee un conjunto armónico de conocimientos de ciencias básicas en matemáticas y físicas y de ciencias de ingeniería que lo capacitan para proyectar, diseñar y administrar empresas y proyectos relacionados con el campo de la Ingeniería Civil.

Posee sólidos conocimientos en ingeniería estructural y geotecnia; ingeniería hidráulica, sanitaria, ambiental y de recursos hídricos; ingeniería de transporte, materiales de construcción, métodos y planificación de la construcción de obras; economía y administración. No tiene una gran preparación en lo que respecta a equipos y elementos mecánicos, eléctricos, oleohidráulicos, etc. , pero esta capacitado para entender estos aspectos y con una preparación breve puede dirigir actividades relacionadas con esta materia en la administración de un embalse.

Entre las materias específicas que forman a este profesional podemos destacar las siguientes relacionadas con las labores de administración del Embalse Santa Juana: dibujo técnico; ingles; programación y computación, mecánica, mecánica de sólidos, termodinámica, mecánica de fluidos, electrotecnia, materiales de

construcción, análisis estructural, tecnología del hormigón, construcción, geología aplicada, hormigón armado, mecánica de suelos, topografía general, hidrología, ingeniería sanitaria, ingeniería antisísmica, estructuras de acero, fundaciones, computación aplicada a la ingeniería civil, evaluación de proyectos, caminos, ingeniería ambiental, legislación aplicada a la construcción, estructuras de madera, prevención de riesgos, administración de proyectos, electivos de especialización (hidráulica, estructuras, construcción)

1.2. - INGENIERO CIVIL MECANICO

El Ingeniero Civil Mecánico, es un profesional con seis años de estudios universitarios, posee una sólida base científica, tecnológica y empresarial, que le capacita para desarrollar actividades de proyección, diseño, instalación y mantenimiento de sistemas y dispositivos mecánicos, innovación tecnológica, organización y administración de recursos humanos y financieros para la producción de bienes y servicios. A pesar que específicamente no está especializado en hidrología e hidráulica, cuenta con base suficiente como para completar su capacitación en estas materias.

Entre las materias específicas que forman a este profesional podemos destacar las siguientes relacionadas con las labores de administración del Embalse Santa Juana: Dibujo técnico; programación y computación; mecánica; física; mecánica de sólidos; termodinámica; mecánica de fluidos; electrotecnia; maquinas eléctricas; tecnología mecánica; mecánica de maquinas; transferencia de calor; elementos de maquinas; taller mecánico; vibraciones mecánicas; turbomáquinas; diseños mecánico; maquinas térmicas; laboratorio de termofluidos; control neumático hidráulico; prevención de riesgo; control automático e instrumentación; mantenimiento industrial.-

1.3. - INGENIERO CIVIL AGRICOLA

El Ingeniero Civil Agrícola, es un profesional con seis años de estudios universitarios, capacitado para liderar equipos multidisciplinarios en la planificación, evaluación y supervisión de proyectos de ingeniería orientados al desarrollo agrícola, pecuario, y agroindustrial del país. Su preparación pasa por el dominio de las herramientas científicas que lo capacitan para realizar investigaciones tecnológicas y divulgarlas, como asimismo, para dominar las técnicas de administración que le permiten ocupar posiciones directivas en empresas del sector agrario. Así puede

desempeñarse perfectamente en instituciones y empresas públicas y privadas y como consultor independiente.-

Su área de acción abarca los siguientes campos:

- En riego y drenaje:
 - Diseño de estructuras hidráulicas
 - Diseño, operación de sistemas de riego y drenaje.
 - Elaboración y ejecución de proyectos

- En mecanización y energía:
 - Diseño y fabricación de máquinas
 - Prueba, selección y comercialización de equipos.
 - Diseño y administración de empresas de mecanización agrícola.
 - Desarrollo de proyectos prediales de energía

- En proceso de productos agrícolas:
 - Diseño y administración de plantas agroindustriales
 - Diseño de equipos para procesamiento, conservación, transporte y almacenaje de productos agrícolas.
 - Desarrollo de procesos agroindustriales.

- En construcciones rurales:
 - Diseño y construcción de estructuras agropecuarias
 - Diseño de sistemas de electrificación rural
 - Control ambiental en edificios agrícolas

1.4. - INGENIERO AGRONOMO.

La universidad de Chile cuenta con la carrera profesional de Ingeniero Agrónomo, con mención en Ingeniería y suelos, con un periodo de capacitación de cinco años de estudios. Esta mención capacita a los estudiantes en una serie de materias relacionadas con suelos, Ingeniería hidráulica, maquinarias agrícolas y motores, topografía y programas computacionales, materias que son de utilidad para la administración de una obra de riego, como son los embalses.

Entre las materias que debe aprender en su preparación el ingeniero agrónomo y que le son de utilidad para ejercer la actividad de administrador de un embalse tenemos, álgebra y trigonometría; geografía general; calculo II; física general; edafología; relación agua planta; agroclimatología; riego y drenaje; maquinaria agrícola; administración general; evaluación de proyectos; finanzas; Física de suelos; hidrología; ingles técnico; operación de maquinaria agrícola; tractores; sistemas de riego; evaluación de suelos; programación computacional.

1.5. - CONSTRUCTOR CIVIL

El constructor civil es un profesional con cinco años de estudios universitarios, preparado para administrar empresas de la construcción, dirigir la ejecución técnica de obras, planificar, evaluar, realizar y controlar proyectos específicos de su campo de acción. Es un profesional con conocimientos básicos que le permiten capacitarse o especializarse en faenas específicas como puede ser la administración y mantención de obras.

Entre las materias específicas que forman a este profesional podemos destacar las siguientes relacionadas con las labores de administración del Embalse Santa Juana: Construcción general; dibujo técnico; programación y computación; ingles; materiales de construcción; mecánica; tecnología del hormigón; topografía general y de obras; circuitos eléctricos; resistencia de materiales; maquinas; mecánica de fluidos; estabilidad; administración de empresas; maquinas de construcción; edificación; construcciones viales; mecánica de suelos; computación aplicada; hidráulica sanitaria; hormigón armado; instalaciones sanitarias; construcciones hidráulicas; Construcción de puentes y túneles; presupuestos y costos de construcción; legislación en la construcción; contabilidad aplicada a la construcción; instalaciones eléctricas; planificación programación y control de obras; evaluación de proyectos; Urbanismo; prevención de riesgos; dirección de obras.

1.6. - INGENIERO EN EJECUCION MECANICA

El Ingeniero en ejecución mecánica es un profesional con cuatro años de estudios universitarios, posee sólidas bases científicas y tecnológicas que le permiten aplicar tecnologías, organizar y administrar recursos humanos y financieros, permitiéndole desempeñarse en la parte operacional de una empresa, en actividades de supervisión, control y mantenimiento mecánico, en procesos productivos industriales.

Entre las materias específicas que forman a este profesional podemos destacar las siguientes relacionadas con las labores de administración del

Embalse Santa Juana: Introducción a la ingeniería; dibujo de ingeniería I; Inglés I; programación y computación; mecánica I; dibujo de ingeniería II; resistencia de materiales I; inglés II; tecnología mecánica; mecánica II; dibujo de máquinas; ciencia de los materiales; resistencia de los materiales II; termodinámica; taller mecánico; conformado de materiales; seguridad industrial; mecánica de fluidos; administración de empresas; elementos de máquinas; métodos de mantención; electrotecnia; máquinas hidráulicas; transferencia de calor; procesos de fabricación; lubricación; planificación; proyectos mecánicos; máquinas térmicas; máquinas eléctricas; procesos de fabricación II; control automático.

Si bien todos estos profesionales tienen la preparación suficiente para desempeñarse como administradores de una obra como el embalse Santa Juana, es importante destacar aspectos que le permiten al profesional desarrollarse como tal en una determinada actividad.

Normalmente profesionales de mayor capacitación, como son los Ingenieros civiles, Ingeniero Civil Mecánico, Ingeniero Civil Agrícola, Ingeniero Agrónomo, al desarrollar una actividad que si bien puede presentar complejidades por su carácter multidisciplinario, como es la administración de un embalse, deja de ser atractiva al tomar conocimiento cabal de ella y transformarse en una actividad sencilla y de carácter rutinario. Normalmente estos profesionales están capacitados para enfrentar una serie de obras, sean en estudios o de ejecución, que les permiten desarrollar aspectos creativos o enfrentar nuevos desafíos o avances tecnológicos. Contratar un profesional de este nivel, para hacerse cargo de la administración de una obra, como el Embalse Santa Juana, podría significar que la administración se transforme en una rotativa de profesionales, que puede perjudicar la calidad de la operación y mantención de la obra.

Es importante señalar que en otros países, como Perú, México, España la administración de las obras de riego para el sector agrícola es desempeñado por profesionales del agro, quienes están más capacitados para dar respuestas en este aspecto a los agricultores y para programar las mantenciones de los elementos del embalse teniendo en consideración las curvas de demanda de agua por parte del sector agrícola y evitar daños en productividad al suspender el abastecimiento de agua en períodos de desarrollo de los cultivos y además porque pueden asesorar a los usuarios en aspectos de optimización en el uso del agua.

No obstante lo anterior y teniendo en cuenta los perfiles de formación académica del Constructor Civil o del Ingeniero en ejecución mecánica, podrían estos profesionales asumir la administración del embalse, y teniendo

conocimientos en hidráulica y obras de riego, también pueden ser de gran utilidad en el mejoramiento de la red de riego del valle del Huasco. Bajo este aspecto, estos profesionales al igual que el Ingeniero Agrónomo, podrían dedicar parte de su tiempo a la administración del embalse y el resto del tiempo a la inspección, supervisión y mejoramientos de la estructura de las redes de riego del valle.

Considerando el aspecto multidisciplinario de la operación y mantenimiento del embalse, el profesional que administre el embalse Santa Juana requerirá, tal como ocurre actualmente, de asesorías y asistencias técnicas externas específicas desarrolladas por especialistas en las diferentes materias que involucra la operación y mantenimiento de esta obra hidráulica dotada de la última tecnología en equipos mecánicos, eléctricos, oleohidráulicos e instrumentación de control de la presa.

NIVELES ACADÉMICOS DE LOS PROFESIONALES SELECCIONADOS COMO ADECUADOS PARA EJERCER LA FUNCIÓN DE SUB-ADMINISTRADOR O JEFE DE TERRENO DEL EMBALSE SANTA JUANA

Desde el punto de vista de formación académica el perfil del profesional idóneo para cumplir la función de Jefe de terreno debería estar dentro de las siguientes profesiones u otras afines:

- ⇒ Técnico Universitario en obras civiles
- ⇒ Técnico universitario en mecánica industrial

Los niveles académicos de los profesionales seleccionados como adecuados para ejercer la función de sub-administrador o jefe de terreno del embalse Santa Juana, son las siguientes:

2.1. - TECNICO UNIVERSITARIO EN OBRAS CIVILES.

Este es un profesional técnico operativo con los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para organizar, dirigir y controlar las labores de construcción en obras viales, de edificación, industriales, hidráulicas, civiles de minería, portuarias y aeropuertos, incorporando a ellas las tecnologías más adecuadas que permitan el mejor rendimiento y buena calidad de las obras.

El técnico universitario en obras civiles es un profesional altamente capacitado para desarrollar labores específicas tales como: ejecutar, controlar y dirigir los procesos de transformación de las materias primas de obras, estudios de costos, de cubicación, programación de obras, levantamientos topográficos, confeccionar e interpretar planos de construcción y manejo de personal.

Su desventaja es no tener preparación en mantención de maquinarias o elementos similares a las válvulas, pero está capacitado para aprender estas actividades y dirigirlas.

2.2. - TECNICO UNIVERSITARIO EN MECANICA INDUSTRIAL

Es un profesional operativo de terreno, su competencia lo habilita para:

- Efectuar actividades de mantención, control y operación de plantas industriales.

- Efectuar actividades de producción, control y operación de equipos y máquinas herramientas en el área metalmecánica.
- Planificar y programar actividades de mantenimiento.
- Diseñar y fabricar componentes mecánicos.
- Diseñar y efectuar montajes de circuitos neumáticos y oleohidráulicos.
- Programar , operar y desarrollar algoritmos de control secuencial para controladores lógicos programables PLC.
- Programar y operar máquinas de control numérico computarizado CNC.
- Supervisar equipos multidisciplinarios de trabajo y administrar empresas o secciones relacionadas con Mecánica Industrial.

Desde el punto de vista académico, ambos profesionales tienen la preparación suficiente para el cargo de sub-administrador, sin embargo el Técnico Universitario en mecánica industrial se complementa mejor con el grueso de las actividades que conforman la operación y mantención del embalse Santa Juana.

Sería interesante que la persona que opte a este cargo tenga experiencia en este tipo de faenas o similares. Señalamos faenas similares, ya que trabajos en embalses no son comunes y por lo tanto, no será posible encontrar en el mercado de técnicos, personas que tengan experiencia específica en operación y mantención de elementos de embalses.

**CUADRO
HIDROMETRICO
MENSUAL**

DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
 EMBALSE SANTA JUANA
 III REGION - ATACAMA

EMBALSE SANTA JUANA

CAPACIDAD UTIL EMBALSE 166 Hm3
 GASTO MAXIMO VERTEDERO 1,530 m3/seg
 Cota Umbral Vertedero 646,52
 Cota inicio reja torre de toma 572,48
 Cota je tubería de entrega 555,00

Observaciones mes de : MAYO 2002

1	1A	2	3	3A	4	5	5A	6	6A	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DIA	HORA	LLUVIA	COTA	CARGA	VOL. TOTAL EMB.	VAR. VOL.	SUPERFICIE	EVAPORACION			FILTRACIONES		AGUA ENTREG. por Válv.		DESCARGA por VERTEDE.		Tot. Agua SALIDA	TOTAL AGUA ENTRADA	
		mm	LAGO (m)	m	m3	EMB. (m3)	m2	mm	mm*0,7	m3/DIA	l/seg	m3/DIA	m3/seg	m3/DIA	m3/seg	m3/DIA	m3/DIA	m3/seg	m3/DIA
30-04-02	08:30	0,00	637,24	82,24	133.453.753	134.496	3.639.879	4,2	2,94	10.701	38,2	3.279	4,80	414.720	0,00	0	428.700	6,52	563.196
1	08:30	0,00	637,27	82,27	133.577.412	123.659	3.641.765	3,4	2,38	8.667	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.688	6,37	550.347
2	08:30	0,00	637,31	82,31	133.701.138	123.726	3.643.652	2,2	1,54	5.611	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.632	6,34	547.358
3	08:30	0,00	637,34	82,34	133.799.438	98.300	3.645.151	3,2	2,24	8.165	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.186	6,07	524.486
4	08:30	0,00	637,37	82,37	133.926.926	127.488	3.647.095	2,1	1,47	5.361	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.382	6,38	550.870
5	08:30	0,00	637,40	82,40	134.036.257	109.331	3.648.762	4,3	3,01	10.983	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	429.003	6,23	538.334
6	08:30	0,00	637,43	82,43	134.145.640	109.383	3.650.429	7,3	5,11	18.654	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	436.674	6,32	546.057
7	08:30	0,00	637,45	82,45	134.218.590	72.950	3.651.541	4,2	2,94	10.736	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	428.756	5,81	501.706
8	08:30	0,00	637,48	82,48	134.309.811	91.221	3.652.931	4,3	3,01	10.995	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	429.016	6,02	520.237
9	08:30	0,00	637,49	82,49	134.371.861	62.050	3.653.877	6,4	4,48	16.369	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	434.390	5,75	496.440
10	08:30	0,00	637,51	82,51	134.437.580	65.719	3.654.879	2,1	1,47	5.373	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.393	5,66	489.112
11	08:30	0,00	637,53	82,53	134.510.622	73.042	3.655.992	2,2	1,54	5.630	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.651	5,75	496.693
12	08:30	0,00	637,55	82,55	134.583.687	73.065	3.657.105	2,3	1,61	5.888	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	423.908	5,75	496.973
13	08:30	0,00	637,57	82,57	134.656.776	73.089	3.658.219	3,2	2,24	8.194	38,2	3.300	4,80	414.720	0,00	0	426.215	5,78	499.304
14	08:30	11,00	637,66	82,66	134.967.658	310.882	3.662.954	0,0	0,00	0	38,2	3.300	2,70	233.280	0,00	0	236.580	6,34	547.462
15	08:30	2,00	637,77	82,77	135.388.925	421.267	3.669.370	0,0	0,00	0	38,2	3.300	3,00	259.200	0,00	0	262.500	7,91	683.767
16	08:30	0,00	637,86	82,86	135.719.144	330.219	3.674.397	2,1	1,47	5.401	38,2	3.300	3,00	259.200	0,00	0	267.902	6,92	598.121
17	08:30	0,00	637,92	82,92	135.939.550	220.406	3.677.751	1,2	0,84	3.089	38,2	3.300	4,12	355.968	0,00	0	362.358	6,74	582.764
18	08:30	0,00	637,98	82,98	136.160.164	220.614	3.681.108	1,0	0,70	2.577	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	368.757	6,82	589.371
19	08:30	0,00	638,04	83,04	136.380.986	220.822	3.684.468	1,3	0,91	3.353	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	369.533	6,83	590.355
20	08:30	0,00	638,10	83,10	136.602.017	221.031	3.687.830	1,2	0,84	3.098	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	369.278	6,83	590.309
21	08:30	0,00	638,16	83,16	136.823.256	221.239	3.691.195	2,3	1,61	5.943	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	372.123	6,87	593.362
22	08:30	0,00	638,22	83,22	137.044.705	221.449	3.694.562	3,2	2,24	8.276	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	374.456	6,90	595.905
23	08:30	0,00	638,28	83,28	137.262.666	217.961	3.697.876	2,1	1,47	5.436	38,2	3.300	4,48	387.072	0,00	0	395.808	7,10	613.769
24	08:30	0,00	638,33	83,33	137.451.236	188.570	3.700.743	3,2	2,24	8.290	38,2	3.300	4,50	388.800	0,00	0	400.390	6,82	588.960
25	08:30	1,50	638,50	83,50	138.080.897	629.661	3.710.311	3,2	2,24	8.311	38,2	3.300	2,90	250.560	0,00	0	262.172	10,32	891.833
26	08:30	25,00	638,80	83,80	139.196.179	1.115.282	3.727.249	0,0	0,00	0	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	3.300	12,95	1.118.582
27	08:30	1,50	639,26	84,26	140.916.534	1.720.355	3.753.351	0,0	0,00	0	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	3.300	19,95	1.723.655
28	08:30	0,00	639,46	84,46	141.668.408	751.874	3.764.751	1,0	0,70	2.635	38,2	3.300	0,00	0	0,00	0	5.936	8,77	757.810
29	08:30	0,00	639,70	84,70	142.585.125	916.717	3.778.643	0,0	0,00	0	38,2	3.300	2,00	172.800	0,00	0	176.100	12,65	1.092.817
30	08:30	0,00	639,90	84,90	143.334.677	749.552	3.789.998	1,5	1,05	3.979	38,2	3.300	2,70	233.280	0,00	0	240.560	11,46	990.112
31	08:30	0,00	640,05	85,05	143.900.278	565.601	3.798.564	4,0	2,80	10.636	38,2	3.300	4,20	362.880	0,00	0	376.816	10,91	942.417
T. MES		41,00		2,81	10.322.866		158.685			191.651		102.315		10.108.800		0	10.402.766		20.849.291
PROMEDIO				0,09	332.995,68		5.119			6.182		3.300	3,77	326.090	0	0	335.573	7,78	672.558

**PROGRAMA DE
ACTIVIDADES
ADMINISTRACION
EMBALSE SANTA JUANA**

**PROGRAMA DE ACTIVIDADES
ADMINISTRACIÓN EMBALSE SANTA JUANA**

Mes de Enero

Horas	M 1	M 2	J 3	V 4	S 5	D 6	L 7	M 8	M 9	J 10	V 11	S 12	D 13	L 14	M 15	M 16	J 17	V 18	S 19	D 20	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25	S 26	D 27	L 28	M 29	M 30	J 31
8 - 9		1+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+14	6+14	3+6+14	6+14+40	3+6+14			1+6+10	6+10	3+6+10	6+10	3+6+33			3+6+36	6+36	3+6+36	6+36+40	3+6+36			3+6+10	6+8+10	3+6+10	6+33+10
9 - 10		1+45	13+40+45	3+45			3+14+10	14+10	3+14+10	14+40+10	3+14+10			1+45	16+21+45	3+45	31+45	3+33+10			3+36+10	36+10	3+36+10	36+40+10	3+36+10			3+34+45	8+41+45	3+43+45	33+45
10 - 11		2+47	13+40+47	3+47			3+14+45	14+45	3+14+45	14+40+45	3+14+45			2	16+21	3	31	3+33+45			3+36+45	36+45	3+36+45	36+40+45	3+36+45			3+34	8+41	3+43	33
11 - 12		4+47	13+40+47	3+5+47			3+14	14	3+14	14+40	3+14			4	16+21	3	31	3+33			3+36	36	3+36	36+40	3+36			3+34	8+41	3+43	33
13 - 14		7+11	13+40	16			14+47	14+47	14+47	14+40+47	46+14+47			3+12+47	16+21+47	24+47	31+9+47	46+33+47			36+47	36+47	36+47	36+40+47	46+36+47			34+47	8+41+47	46+43+47	33+47
14 - 15		3+11	15+40	46+16			14+47	14+47	14+47	14+40+47	46+14+47			3+12+47	25+21+47	24+47	9+47	46+33+47			36+47	36+47	36+47	36+40+47	46+36+47			34+47	8+41+47	46+43+47	33+47
15 - 16		3+11	28+40	46+16			14	14	14	14+40	46+14			3+12	26+21	24	9	46+33			36	36	36	36+40	46+36			34	8+41	46+43	33
16 - 17		3+11+42	40+42	46+16+42			14+42	14+42	14+42	14+40+42	46+14+42			3+12+42	21+42	24+42	9+42	46+33+42			36+42	36+42	36+42	36+40+42	46+36+42			34+42	8+41+42	46+42+43	33+42
17 - 18		3+11+42	40+42	46+42			14+42	14+42	14+42	14+40+42	14+42			12+42	21+42	24+42	9+42	33+42			36+42	36+42	36+42	36+40+42	36+42			34+42	8+41+42	42+43	33+42

Mes de Febrero

	V 1	S 2	D 3	L 4	M 5	M 6	J 7	V 8	S 9	D 10	L 11	M 12	M 13	J 14	V 15	S 16	D 17	L 18	M 19	M 20	J 21	V 22	S 23	D 24	L 25	M 26	M 27	J 28				
8 - 9	3+6+10			1+3+6	6	3+6+39	6+22+40	3+6+33			3+6+29	6+29	3+6	6+30+40	3+6+30			1+6+37	6+37	3+6+37	6+37+40	3+6+37				3+6+8	6	3+6	6+33+40			
9 - 10	3+45			1+10	4+10	3+39+10	22+40+10	3+33+10			3+29+10	29+10	3+10	30+40+10	3+30+10			1+37+10	37+10	3+37+10	3+37+10	3+37+10				3+6+10	10	3+10	33+40+10			
10 - 11	3			2+5+45	4+45	3+39+45	22+40+45	3+33+45			3+28+45	29+45	3+45	30+40+45	3+30+45			2+37+45	37+17+45	3+37+45	37+40+45	3+37+45				3+6+45	45	3+45	33+40+45			
11 - 12	3			4	4	3+5+39	22+40	46+39+33			3+29	29	3	30+40	3+30			4+37	37+17	3+37	37+40	3+37				3+6+47	47	3+47	33+40+47			
13 - 14	46+7+47			3+11+47	4+12+47	39+47	22+40+47	46+33+16			29+47	29+47	9+47	30+40+47	46+30+47			37+47	37+17+47	37+47	37+40+47	46+37+47				8+47	46+47	16+47	33+40+47			
14 - 15	46+23+47			3+11+47	20+12+47	39+47	22+40+47	46+33+16			29+47	29+47	9+47	30+40+47	46+30+47			27+37+47	37+17+47	37+47	37+40+47	46+37+47				8	46	16	33+40			
15 - 16	46+23			3+11	20+12	39	22+40	46+33+16			29	29	9	30+40	46+30			27+37	37+17	37	37+40	46+37				8	46	16	33+40			
16 - 17	46+23+42			3+11+42	12+42	39+42	22+40+42	33+16+42			29+42	29+42	9+42	30+40+42	46+30+42			27+37+42	37+17+42	37+42	37+40+42	46+37+42				8+42	46+42	16+42	33+40+42			
17 - 18	23+42			1+42	12+42	39+42	22+40+42	33+42			29+42	29+42	9+42	30+40+42	30+42			27+37+42	37+17+42	37+42	37+40+42	37+42				8+42	42	16+42	33+40+42			

Mes de Marzo

	V 1	S 2	D 3	L 4	M 5	M 6	J 7	V 8	S 9	D 10	L 11	M 12	M 13	J 14	V 15	S 16	D 17	L 18	M 19	M 20	J 21	V 22	S 23	D 24	L 25	M 26	M 27	J 28	V 29	S 30	D 31	
8 - 9	3+6+10			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+10	6+33+10	3+6+10	3+6+10	3+6+10			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10				3+6+8	6+33	3+6	6+40			
9 - 10	3+45			1+45	4+45	3+45	40+45	3+45			3+45	33+45	3+45	3+45	3+45			1+45	4+45	3+45	40+45	3+45				3+6+10	33+10	3+10	40+10			
10 - 11	3+47			2+47	4+47	3+47	40+47	3+47			3	33	3	3	3			2	4	3	40	3				3+6+45	33+45	3+45	40+45			
11 - 12	3+47			4+47	4+47	3+5+47	40+47	3+47			3	33	3	3	3			4	4	3	40	3				3+8	33	3	40			
13 - 14	46+7			3+11	4+12	16	40	46			9	33		3+14+40	46			3	4	16+47	40+47	46+47				8+47	33+47	46+47	46+40+47			
14 - 15	46			3+11	12	16	40	46			9+47	33+47	47	40+47	46+47			3+47	47	16+47	40+47	46+47				8+47	33+47	46+47	46+40+47			
15 - 16	46			3+11	12	16	40	46			9+47	33+47	47	40+47	46+47			3+47	47	16	40	46				8	33	46	46+40			
16 - 17	46+42			3+11+42	12+42	16+42	40+42	46+42			9+42	33+42	42	40+42	46+42			3+42	42	16+42	40+42	46+42				8+42	33+42	46+42	46+40+42			
17 - 18	42			1+42	12+42	42	40+42	42			9+42	33+42	42	40+42	42			42	42	42	40+42	42				8+42	33+42	42	40+42			

Mes de Abril

	L 1	M 2	M 3	J 4	V 5	S 6	D 7	L 8	M 9	M 10	J 11	V 12	S 13	D 14	L 15	M 16	M 17	J 18	V 19	S 20	D 21	L 22	M 23	M 24	J 25	V 26	S 27	D 28	L 29	M 30
8 - 9	1+6+10	6+10	3+6+10	6+39+10	3+6+10			3+6+10	6+33+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+8	6+40	3+6	6+33	3+6			3+6	6+40
9 - 10	1+45	4+45	3+45	39+45	3+21+45			3+45	33+45	3+45	40+45	3+45			1+45	4+41+45	3+34+45	40+45	3+45			3+6+10	40+10	3+10	6+33	3+10+43			3+6	40+10+45
10 - 11	2+47	4+47	3+47	39+47	3+21+47			3+47	33+47	3+47	40+47	3+47			2	4+41	3+34	40+47	3+47			3+6+45	40+45	3+45	33+45	3+43+45			3	40
11 - 12	4+47	4+47	3+5+47	39+47	3+21+47			3+47	33+47	3+47	40+47	3+47			4	4+41	3+34	40	3			3+6	40	3	33	3+43			3	40
13 - 14	7+11	4	40	39	46+21			12	33+16	9	40	46			3+47	4+41+47	3+47	40+47	46+47			8+47	40+47	16+47	33+47	46+43+47			47	40+47
14 - 15	3+11	4	40	39	46+21			12	33+16	9	40	46			3+47	41+47	3+47	40+47	46+47			8+47	40+47	16+47	33+47	46+43+47			47	40+47
15 - 16	3+11	40	40	39	46+21			12	33+16	9	40	46			3	41	34	40	46			8	40	16	33	46+43			40	40
16 - 17	3+11+42	40+42	40+42	39+42	46+21+42			12+42	33+16+42	9+42	40+42	46+42			3+42	41+42	3+42	40+42	46+42			8+42	40+42	16+42	33+42	46+42+43			42	40+42
17 - 18	3+11+42	40+42	40+42	39+42	21+42			12+42	33+42	9+42	40+42	42			42	41+42	3+42	40+42	42			8+42	40+42	42	33+42	42+43			42	40+42

PROGRAMA DE ACTIVIDADES
ADMINISTRACIÓN EMBALSE SANTA JUANA

Mes de Mayo

	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
8 - 9		6+10	3+6+10			1+6+10	6+40+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+10	6+10	3+6+10	6+10	3+6+10			1+6+10			3+6+8	6+40+10	3+6+10						6+33+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10
9 - 10		4+45	3+45			1+45	40+45	3+45	33+45	3+45			3+45	4+45	3+45	3+17+45	31+45	3+45			1+45			3+8+10	40+45	3+45					33+45	3+45	40+45	3+45
10 - 11		4+47	3+47			2+47	40+47	3+47	33+47	3+47			3	4+47	3+47	3+17+47	31+47	3+47			2			3+8+45	40	3					33+47	3+47	40+47	3+47
11 - 12		4+47	3+47			4+47	40+47	3+47	33+47	3+47			3	4+47	3+47	3+17+47	31+47	3+47			4			3+8	40	3					33+47	3+47	40+47	3+47
13 - 14		4	46+40			3+11	40+12	9+16	33	46			47	4	40+17	31	46+40			3+47			8+47	40+47	46+47					33	16	40	46	
14 - 15		40	46+40			3+11	40+12	9+16	33	46			47	40	40+17	40	46+40			3+47			8+47	40+47	46+47					33	16	40	46	
15 - 16		40	46+40			3+11	40+12	9+16	33	46			47	40	40+17	40	46+40			3			8	40	46					33	16	40	46	
16 - 17		40+42	46+40+42			3+11+42	40+12+42	9+16+42	33+42	46+42			42	40+42	40+17+42	40	46+40+42			3+42			8+42	40+42	46+42					33+42	16+42	40+42	46+42	
17 - 18		40+42	40+42			11+42	40+12+42	9+42	33+42	42			42	40+42	40+17+42	40+42	40+42			42			8+42	40+42	42					33+42	42	40+42	42	

Mes de Junio

	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
8 - 9			1+6+10	6+10	3+6+33	6	3+6+33			3+6+14	6+14	3+6+14	6+14	3+6+14			1+6+10	6+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+8	6+40+10	3+6+10								
9 - 10			1+45	4+45	3+33+10	10	3+33+10			3+14+10	14+10	3+14+10	14+10	3+14+10			1+45	4+45	3+45	3+34+5	3+45			3+6+8	6+40+10	3+6+10								
10 - 11			2	4	3+33+45	45	3+33+45			3+14+45	14+45	3+14+45	14+45	3+14+45			2	4	3	33	3+45			3+8+10	45	3+45								
11 - 12			4	4	3+5+33	40	3+5+33			3+14	14	3+14	14	3+14			4	4	3	33	3			3+8+45	40	3								
13 - 14			7+11+47	4+12+47	33+16+47	40+47	46+39+47			14+47	14+47	14+47	14+47	46+14+47			3+16+47	4+47	40+47	33+47	46+47			8+47	9+47	16+47								
14 - 15			3+11+47	24+12+47	33+16+47	40+47	46+39+47			14+47	14+47	14+47	14+47	46+14+47			3+16+47	40+47	40+47	33+47	46+47			8+47	9+47	16+47								
15 - 16			3+11	24+12	33+16	40	46+39			14	14	14	14	46+14			3+16	40	40	33	46			8	9	16								
16 - 17			3+11+42	24+12+42	33+16+42	40+42	46+39+42			14+42	14+42	14+42	14+42	46+14+42			3+16+42	40+42	40+42	33+42	46+42			8+42	9+42	16+42								
17 - 18			3+11+42	24+12+42	16+42	40+42	39+42			14+42	14+42	14+42	14+42	46+14+42			42	40+42	40+42	33+42	42			8+42	9+42	42								

Mes de Julio

	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
8 - 9	1+6+10	6+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+37	6+37	3+6+37	6+37+10	3+6+37			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+10	6+33+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10						
9 - 10	1+45	4+45	3+20+45	33+45	3+21+45			3+37+10	37+10	3+37+10	37+45	3+37+10			1+45	4+45	3+45	40+45	3+45			3+34+45	33+45	3+45	40+45	3+43+45						
10 - 11	2+47	4+47	3+20+47	33+47	3+21+47			3+37+45	37+45	3+37+45	37	3+37+45			2	4	3	40	3			3+34	33	3	40	3+43						
11 - 12	4+47	4+47	3+5+47	33+47	3+21+47			3+37	37	3+37	37	3+37			4	4	3	40	3			3+34	33	3	40	3+43						
13 - 14	7+11	4+12	40	33+16	46+21			37+47	37+47	37+47	37+47	46+37+47			3+47	4+47	9+47	40+47	46+47			34+47	33+47	16+47	40+47	46+43+47						
14 - 15	3+11	40+12	40	33+16	46+21			37+47	37+47	37+47	37+47	46+37+47			3+31+47	25+47	9+47	40+47	46+47			34+47	33+47	16+47	40+47	46+43+47						
15 - 16	3+11	40+12	40	33+16	46+21			37	37	37	37	46+37			3+31	26	9	40	46			34	33	16	40	46+43						
16 - 17	3+11+42	40+12+42	40+42	33+16+42	46+21+42			37+42	37+42	37+42	37+42	46+37+42			3+31+42	42	9+42	40+42	46+42			34+42	33+42	16+42	40+42	46+42+43						
17 - 18	3+11+42	40+12+42	40+42	33+42	21+42			37+42	37+42	37+42	37+42	37+42			31+42	42	9+42	40+42	42			34+42	33+42	42	40+42	42+43						

Mes de Agosto

	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
8 - 9	7+10	3+6+39			1+6+10	6+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+10	6+38+10	3+6+38			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+8	6+40	6+40	3+6	6+33	3+6			
9 - 10	8	3+39+10			1+45	16+45	3+45	33+17+45	3+45			3+45	38+45	3+38+10			1+45	4+45	3+45	40+45	3+45			3+8+10	40+10	3+10	33+10	3+10				
10 - 11	45	3+39+45			2+47	16+47	3+47	33+17+47	3+47			3	38	3+38+45			2	4	3	40	3			3+8+45	40+45	3+45	33+45	3+45				
11 - 12	47	3+39			4+47	16+47	3+47	33+17+47	3+47			3	38	3+38			4	4	3	40	3			3+8	40	3	33	3				
13 - 14	46+47	39+47			3+11	16+12	40	33+17	46			40+47	38+47	38+47			3	4+16	9	40	46			8+47	40+47	47	33+47	46+47				
14 - 15	46	39+47			3+11	40+12	40	33+17	46			40+47	38+47	38+47			3+47	16+47	9+47	40+47	46+47			8+47	40+47	47	33+47	46+47				
15 - 16	46	39			3+11	40+12	40	33+17	46			40	38	38			3+47	16+47	9+47	40+47	46+47			8	40	46	33	46				
16 - 17	46+42	39+42			3+11+42	40+12+42	40+42	33+17+42	46+42			40+42	38+42	38+42			3+42	16+42	9+42	40+42	46+42			8+42	40+42	42	33+42	46+42				
17 - 18	42	39+42			11+42	40+12+42	40+42	33+17+42	42			40+42	38+42	38+42			42															

**PROGRAMA DE ACTIVIDADES
ADMINISTRACIÓN EMBALSE SANTA JUANA**

Mes de Septiembre

	D 1	L 2	M 3	M 4	J 5	V 6	S 7	D 8	L 9	M 10	M 11	J 12	V 13	S 14	D 15	L 16	M 17	M 18	J 19	V 20	S 21	D 22	L 23	M 24	M 25	J 26	V 27	S 28	D 29	L 30	
8 - 9			6+7+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			1+6+10	6+10							3+6+10	6+40+10	3+6+8	6+33+10	3+6+10			3+6+10
9 - 10			4+5	3+4+5	33+45	3+4+5			3+4+5	31+45	3+4+5	40+45	3+4+5			1+4+5	4+5							40+44	40+44	3+8+10+44	33+44	3+4+4			3+4+5
10 - 11			4	3	33	3			3	31	3	40	3			2	4							3+44	40+44	3+8+44	33+44	3+4+4			3
11 - 12			4	3+5	33	3			3	31	3	40	3			4	4							3+44	40+44	3+8+44	33+44	3+4+4			3
13 - 14			4+47	40+47	33+16+47	46+47			11+47	31+12+47	9+47	40+47	46+47			3	4+16							44+45	40+44+45	8+44+45	33+44+45	46+44+45			
14 - 15			40+47	40+47	33+16+47	46+47			11+47	12+47	9+47	40+47	46+47			3+47	16+47							44+47	40+44+47	8+44+47	33+44+47	46+44+47			47
15 - 16			40	40	33+16	46			11	12	9	40	46			3+47	16+47							44+47	40+44+47	8+44+47	33+44+47	46+44+47			47
16 - 17			40+42	40+42	33+16+42	46+42			11+42	12+42	9+42	40+42	46+42			3+42	16+42							42+44	40+42+44	8+42+44	33+42+44	46+42+44			42
17 - 18			40+42	40+42	33+42	42			11+42	12+42	9+42	40+42	42			42	42							42+44	40+42+44	8+42+44	33+42+44	42+44			42

Mes de Octubre

	M 1	M 2	J 3	V 4	S 5	D 6	L 7	M 8	M 9	J 10	V 11	S 12	D 13	L 14	M 15	M 16	J 17	V 18	S 19	D 20	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25	S 26	D 27	L 28	M 29	M 30	J 31
8 - 9	7+10	3+6+39	6+33	3+6			1+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			3+6+10	6+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			1+6+10	6+40+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+8	6+10	3+6+10	6+40+10
9 - 10	6	3+39+10	33+10	3+10			1+4+5	4+5	3+4+5	40+45	3+4+5			3+4+5	4+22+45	3+4+5	40+45	3+4+5			1+4+5	40+45	3+4+5	33+45	3+4+5			3+8+10	3+4	3+4+3	40
10 - 11	4+4+5	3+39+45	33+45	3+4+5			2+47	47	3+4+7	40+47	3+4+7			3+21	4+22	3	40	3			2	40	3+41	33	3			3+8+45	3+4+5	3+4+3+45	40+45
11 - 12	4	3+39	33	3			4+47	47	3+5+47	40+47	3+4+7			3+21	4+22	3	40	3			4	40	3+41	33	3			3+8	3+4	3+4+5	40
13 - 14	4	39	33+16	46+40			3+11	12	9	40	46			21+47	4+22+47	16+47	40+47	46+47			3+47	40+47	41+47	33+47	46+47			8+47	3+4+7	43+47	40+47
14 - 15	4+47	39+47	33+16+47	46+40+47			3+11	12	9	40	46			21+47	22+47	16+47	40+47	46+47			3+47	40+47	41+47	33+47	46+47			8+47	3+4+7	43+47	40+47
15 - 16	47	39+47	33+16+47	46+40+47			3+11	12	9	40	46			21	22	16	40	46			3	40	41	33	46			8	3+4	43	40
16 - 17	42	39+42	33+16+42	46+40+42			3+11+42	12+42	9+42	40+42	46+42			21+42	22+42	16+42	40+42	46+42			3+42	40+42	41+42	33+42	46+42			8+42	3+4+2	42+43	40+42
17 - 18	42	39+42	33+42	40+42			11+42	12+42	9+42	40+42	42			21+42	22+42	42	40+42	42			42	40+42	41+42	33+42	42			8+42	3+4+2	42+43	40+42

Mes de Noviembre

	V 1	S 2	D 3	L 4	M 5	M 6	J 7	V 8	S 9	D 10	L 11	M 12	M 13	J 14	V 15	S 16	D 17	L 18	M 19	M 20	J 21	V 22	S 23	D 24	L 25	M 26	M 27	J 28	V 29	S 30
8 - 9				1+6+27	6+27	3+6+27	6+27	3+6+27			3+6+27	6+27	3+6+27	6+27	3+6+27			1+6+10	6+10+40	3+6+10	6+1+100	3+6+10				3+6+8	6+33+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10
9 - 10				1+27+10	4+27+10	3+27+10	27+10+45	3+27+10			3+27+45	27+10+45	3+27+10	27+10+45	3+27+10			1+4+5	4+40+45	3+33+40	31+45	3+4+5				3+8+10	33+45	3+4+5	40+45	3+4+5
10 - 11				2+27+45	4+27+45	3+27+45	27+17	3+27+45			3+27	27	3+27+45	27	3+27+45			2	4+40	3+33+40	31	3				3+8+45	33	3	40	3
11 - 12				4+27	4+27	3+5+27	27+17	3+27			3+27	27	3+27	27	3+27			4	4+40	3+33+40	31	3				3+8	33	3	40	3
13 - 14				27+47	4+27+47	27+47	27+17+47	46+27+47			27+47	27+47	27+47	27+47	46+27+47			3+11	4+12+47	40+33+45	31+9	46				8+47	33+47	16+47	40+47	46+47
14 - 15				3+27+47	27+47	27+47	27+17+47	46+27+47			27+47	27+47	27+47	27+47	46+27+47			3+11+47	40+12+47	40+33+47	9+47	46+47				8+47	33+47	16+47	40+47	46+47
15 - 16				3+27	27	27	27+17	46+27			27	27	27	27	46+27			3+11+47	40+12+47	40+33+47	9+47	46+47				8	33	16	40	46
16 - 17				3+27+42	27+42	27+42	27+17+42	46+27+42			27+42	27+42	27+42	27+42	46+27+42			3+11+42	40+12+42	40+33+42	9+42	46+42				8+42	33+42	16+42	40+42	46+42
17 - 18				3+27+42	27+42	27+42	27+17+42	27+42			27+42	27+42	27+42	27+42	27+42			11+42	40+12+42	40+33+42	9+42	42				8+42	33+42	42	40+42	42

Mes de Diciembre

	D 1	L 2	M 3	M 4	J 5	V 6	S 7	D 8	L 9	M 10	M 11	J 12	V 13	S 14	D 15	L 16	M 17	M 18	J 19	V 20	S 21	D 22	L 23	M 24	M 25	J 26	V 27	S 28	D 29	L 30	M 31	
8 - 9		1+6+10	6+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10			3+6+39	6+40+10	3+6+10	6+40+10	3+6+10			1+6+10	6+10	3+6+10	6+33+10	3+6+10				3+6+35	6+35+10		6+35+10	3+6+35			3+6+8	6+40
9 - 10		1+4+5	4+4+5	3+4+5	33+45	3+4+5			3+39+10	40+45	3+4+5	40+45	3+35+45			1+19+45	4+19+45	3+19+45	33+19+45	3+19+45				3+35+10	35		35	3+35+10			3+8+10	40+10
10 - 11		2	4	3	33	3			3+39+45	40	3	40	3+35			2+19	4+19	3+19	33+19	3+19				3+35+45	35+45		35+45	3+35+45			3+8+45	40+45
11 - 12		4	4	3+5	33	3			3+39	40	3	40	3+35			4+19	4+19	3+19	33+19	3+19				3+35	35		35	3+35			3+8	40
13 - 14		7+11+47	4+12+47	40+47	33+47	46+47			39+47	40+47	9+16+47	40+47	46+35+47			3+19+47	4+19+47	40+19+47	33+19+47	46+19+47				35+47	35+47		35+47	46+35+47			8+47	40+16+47
14 - 15		3+11+47	40+12+47	40+47	33+47	46+47			39+47	40+47	9+16+47	40+47	46+35+47			3+19+47	40+19+47	40+19+47	33+19+47	46+19+47				35+47	35+47		35+47	46+35+47			8+47	40+16+47
15 - 16		3+11	40+12	40	33	46			39	40	9+16	40	46+35			3+19	40+19	40+19	33+19	46+19				35	35		35	46+35			8	40+16
16 - 17		3+11+42	40+12+42	40+42	33+42	46+42			39+42	40+42	9+16+42	40+42	46+35+42			3+19+42	40+19+42	40+19+42	33+19+42	46+19+42				35+42	35+42		35+42	46+35+42			8+42	40+16+42
17 - 18		3+11+42	40+12+42	40+42	33+42	42			39+42	40+42	9+42	40+42	35+42			19+42	40+19+42	40+19+42	33+19+42	19+42				35+42	35+42		35+42	35+42			8+42	40+42

**CUADRO COSTO
ADMINISTRACIÓN ASOC.
CAN. EMB. COGOTI**

PRESUPUESTO EGRESOS SEPTIEMBRE 2001 AGOSTO 2002
JUNTA GENERAL ORDINARIA DE ACCIONISTAS OCTUBRE 2001

Item	Anual (\$)	Totales (\$)
1 Embalse		
Traslado y honorarios especialista USA para instalacion cortina neumatica (rubber dam)	10,000,000	
Puesta en marcha electrificacion bomba agua	350,000	
Conservacion ordinaria valvulas y maquinarias	850,000	
Conservacion de tres casas habitacion	750,000	
Electrificacion casas, salas de maquina y cortina	1,300,000	
Construccion linea sala valvulas y huinche c/tableros	1,500,000	
Instalacion bomba agua para campamento	600,000	
600 m tuberia PVC 110 mm para elevacion agua	1,800,000	
Reparacion estanques acumuladores de agua	1,000,000	18,150,000
2 Campamento Celadores		
Conserv ordin seis casas habitacion	1,500,000	1,500,000
3 Canales		
Canal Matriz Cogoti - 110 Km.	40,000,000	
Canal Palqui Cauchil - 18 Km. (Inc rozaduras verano)	5,500,000	
Canal Tabali y derivados - 35 Km	8,200,000	
Canal Punitaqui - 27 Km.	5,000,000	
Canal Real y otros chicos La Chimba - 20 Km	4,000,000	
Canal Paloma Derivado Cogoti - 30 Km.	9,000,000	
Arenado y pintura parcial sifon Peñones	12,000,000	
Materiales para mantencion canales y obras de arte	2,500,000	
Leyes sociales de trateros	10,000,000	
Adquisicion y aplic matamelezas para taludes	3,000,000	
Habilitamiento y mantencion caminos de borde	1,500,000	
Arriendo vehic mov personal de limpias (6*45 dias)	4,050,000	104,750,000
3.01 Mantencion canal alimentador Recoleta		
Limpias y aplicación matamelezas	3,506,000	
Ctas sociales J.V.Rio Limari x 1500 derechos eventuales	1,494,000	5,000,000

ASOCIACION DE CANALISTAS
 EMBALSE COGOTI
 OVALLE

**PRESUPUESTO EGRESOS SEPTIEMBRE 2001 AGOSTO 2002
 JUNTA GENERAL ORDINARIA DE ACCIONISTAS OCTUBRE 2001**

Item	Anual (\$)	Totales (\$)
4 Vehiculos de administracion		
Combustibles vehiculos	5,000,000	
Lubricantes y reparaciones menores	2,200,000	
Reposicion neumaticos	900,000	
Permisos circulacion y rev tecnica	550,000	
Lavados y engrases	200,000	
Pago estacionamientos	500,000	
Renovacion camioneta 1995	4,000,000	
Repuestos motos y bicicletas	200,000	13,550,000
5 Personal de administracion		
Ejecutivos y administrativos	24,300,000	
Celadores embalses y canales	34,300,000	
Horas extraordinarias	4,000,000	
Aguinaldo Fiestas Patrias	1,025,000	
Gastos movilizacion	6,050,000	
Gratificacion anual	5,300,000	
Dos vigilantes privados obligatorios	3,450,000	
Gastos instruccion y practicas de tiro vig privados	250,000	
Honorarios Jefe vigilantes privados	720,000	79,395,000
5.01 Leyes sociales (aporte empleador)		
Asoc. Chilena de Seguridad (2.65%)	1,892,765	1,892,765
6 Comunicaciones		
Mantencion y renovacion de equipos de radio	1,500,000	
Telefono celular administracion	300,000	
Impuesto Subsecretaria Telecomunicaciones	200,000	
Arriendo infraestructura ENTEL-CHILE	460,000	
Multicarrier	350,000	2,810,000

ASOCIACION DE CANALISTAS
 EMBALSE COGOTI
 OVALLE

**PRESUPUESTO EGRESOS SEPTIEMBRE 2001 AGOSTO 2002
 JUNTA GENERAL ORDINARIA DE ACCIONISTAS OCTUBRE 2001**

Item	Anual (\$)	Totales (\$)
7 Gastos varios		
Cuota social Jta. Vig. Sist. Paloma	0	
Contrib. Bs. Rs. Vicuña Mackenna 520	300,000	
Contrib. Bs. Rs. Edificio Nuevo Centro	12,000	
Conserv. General Sede Social	250,000	
Seguro contra incendio por garantia hipotecaria	60,000	
Cuotas Confederacion de Canalistas	0	
Trabajos de imprenta, art. de escritorio	2,000,000	
Publicaciones prensa y radio	1,000,000	
Reparacion y compra mobiliario oficina	1,000,000	
Telefono oficina	2,000,000	
Gastos enerales Admin. Edificio	900,000	
Energia electrica rural EMEC y ELECOOP	350,000	
Relaciones publicas y gastos de representacion	7,500,000	
Reparac y actualizacion programas de computacion	1,500,000	16,872,000
8 Asesoría Legal		
Asesoría Legal Permanente	3,400,000	
Gastos Judiciales, cuotas y notariales varios	3,500,000	
Inscripcion franja expropada de canales 1ra etapa	5,000,000	11,900,000
9 Cuentas por pagar		
Imposiciones previsionales Agosto 2001	2,663,161	
Facturas varias	1,772,160	
Devolucion a accionistas costos construccion canal real	30,000,000	34,435,321
10 Edificio nuevo centro		
Dividendos Dpto 401 y 403	6,100,000	6,100,000

ASOCIACION DE CANALISTAS
 EMBALSE COGOTI
 OVALLE

**PRESUPUESTO EGRESOS SEPTIEMBRE 2001 AGOSTO 2002
 JUNTA GENERAL ORDINARIA DE ACCIONISTAS OCTUBRE 2001**

Item	Anual (\$)	Totales (\$)
11 Costo nueva administracion E. Paloma		
38.17% de \$ 250.000.000 de costo anual. Porcentaje de beneficio definido por INGENDESA	0	0
12 Servicio deuda mejoramiento E. Cogoti (Corpbanca)		
Dos cuotas semestrales por UF 3.100 c/u Valor UF al 31.08.2001 = \$ 16.014,75 Alza IPC anual aprox. 5%	4,900,000	4,900,000
13 Imprevistos		
Aprox 4,25% del presupuesto total	17,045,682	17,045,682
TOTAL EGRESOS 2001 - 2002		318,300,768

**CUADRO COSTO
ADMINISTRACIÓN ASOC.
CAN. EMB. RECOLETA**

PRESUPUESTO 2002 - 2003 ASOCIACION DE CANALISTAS EMBALSE RECOLETA

EGRESOS	May-02	Jun-02	Jul-02	Ago-02	Sep-02	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-02	Feb-02	Mar-02	Abr-02	TOTALES
SUELDO	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	7.593.516	91.122.192
JORNALES	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	949.740	11.396.880
HONORARIOS	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	11.088.000
AFP	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	2.115.698	25.388.376
AGUINALDO					1.694.000			1.694.000					3.388.000
ASIGNACION ESCOLAR											363.000		363.000
BECA ESCUELA AGRICOLA	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	1.200.000
INDEMNIZACIONES	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.400.000
IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	1.320.000
CUOTAS SINDICALES	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	12.397	148.764
TELEFONOS CELULARES	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	266.585	3.199.020
ELCTRICIDAD	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	264.496	3.173.952
GASTOS COMUNES Y ESTAC	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	70.800	849.600
CONTRIBUCIONES		46.273			46.967			46.967			49.852		190.059
MANTENCION EDIFICIO	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	660.000
GASTOS MENORES	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	132.000	1.584.000
INSUMOS COMPUTACIONALES	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	55.000	660.000
EQUIPOS COMPUTACIONALES	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	1.440.000
LIBRERIA	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	47.300	567.600
UNIFORMES						385.000							385.000
MANT EQUIPO RADIO	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	100.335	1.204.020
COMPUERTAS Y AFORADOR	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.400.000
REP. MANT VERMAS Y CANALES	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	12.000.000
COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	12.000.000
ARRIENDO MAQUINARIA	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	12.000.000
MANT. Y REP. RECINTO EMBALSE	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	224.722	2.696.664
MANTENCION VEHICULOS	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	4.200.000
MANT. VALVULAS VILLASECA	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	2.400.000
SIFON LA PLACA 2 MOP				6.279.282						6.279.282			12.558.564
J.V.RIO HURTADO	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	1.552.200	18.626.400
J.V. SISTEMA PALOMA	2.500.000												2.500.000
GASTOS CORPADECO	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	64.146	769.752
CONTROL R. H. AGUAS ABAJO	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	1.680.000
COMISION DE SERVICIO	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	1.320.000
RELACIONES PUBLICAS	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	1.800.000
GASTOS DE REPRESENTACION	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	600.000
SERVICIOS BANCARIOS	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	540.000
GASTOS NOTARIALES	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	1.800.000
GASTOS INSTITUCIONALES	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	1.320.000
INVERSIONES													
CONFECCION DE PROYECT.	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	14.400.000
NUEVO FONDEF													
OTROS	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	680.000	8.160.000
SUBTOTAL	23.842.935	21.389.208	21.342.935	27.622.217	23.083.902	21.727.935	21.342.935	23.083.902	21.342.935	27.622.217	21.755.787	21.342.935	275.499.843
IMPREVISTOS	1.192.147	1.069.460	1.067.147	1.381.111	1.154.195	1.086.397	1.067.147	1.154.195	1.067.147	1.381.111	1.087.789	1.067.147	13.774.992
TOTAL	25.035.082	22.458.668	22.410.082	29.003.328	24.238.097	22.814.332	22.410.082	24.238.097	22.410.082	29.003.328	22.843.576	22.410.082	289.274.835

INFORME DE IDIEM



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

EMBALSES PARA RIEGO: OPERACIÓN,
SEGURIDAD Y SEGUIMIENTO

INFORME FINAL EMBALSE SANTA JUANA



IDIEM – Geotecnia, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
UNIVERSIDAD DE CHILE, Plaza Ercilla 883 – Casilla 1420 – Santiago

OCTUBRE - 2000

INDICE

1	INFORMACION GENERAL.....	1
1.1	RESUMEN CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	1
1.2	DESCRIPCIÓN Y ANTECEDENTES RELEVANTES DEL EMBALSE SANTA JUANA.....	2
2	GEOMETRIA ZONA DEL MURO	3
3	DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DE PRESA Y FUNDACION.....	3
3.1	CUERPO DE LA PRESA.....	3
3.1.1	<i>Rellenos de la presa.....</i>	3
3.1.2	<i>Pantalla de hormigón.....</i>	4
3.1.3	<i>Plinto.....</i>	4
3.1.4	<i>Pared moldeada.....</i>	4
3.2	MATERIAL DE FUNDACIÓN Y ESTRIBOS.....	4
3.2.1	<i>Fundación en el valle.....</i>	4
3.2.2	<i>Fundación de estribos.....</i>	5
4	PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES.....	6
4.1	PROSPECCIONES REALIZADAS.....	6
4.2	CUERPO DEL MURO	8
4.2.1	<i>Pantalla de Hormigón.....</i>	8
4.2.2	<i>Materiales de Relleno.....</i>	8
4.3	MATERIAL DE FUNDACIÓN Y ESTRIBOS.....	13
4.3.1	<i>Fundación en el valle.....</i>	13
4.3.2	<i>Fundación de estribos.....</i>	17
5	ANALISIS DE FILTRACIONES.....	19
5.1	DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN.....	19
5.2	PROCESAMIENTO DE REGISTROS DISPONIBLES.....	19
5.2.1	<i>Filtraciones.....</i>	19
5.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	21
6	ANALISIS DE TENSIONES Y DEFORMACIONES	22
6.1	DESCRIPCIÓN DE SISTEMA DE MEDICIÓN	22
6.2	PROCESAMIENTO DE REGISTROS DISPONIBLES	22
6.3	MODELACIÓN NUMÉRICA DE CONDICIÓN ESTÁTICA	24
6.3.1	<i>Consideraciones Generales.....</i>	24
6.3.2	<i>Resultados Obtenidos.....</i>	25
6.3.3	<i>Análisis de deformación con $E = f(\sigma_3)$.....</i>	26
6.4	MODELACIÓN NUMÉRICA DE CONDICIÓN SÍSMICA.....	26
6.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	27
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29

FIGURAS

FOTOS

1 INFORMACION GENERAL

1.1 Resumen Características Principales

Ubicación	: III Región de Atacama
Ciudad más Cercana	: Vallenar
Río	: Huasco
Período de Construcción	: Noviembre 1991 – Julio 1995
Tipo de Presa	: Grava y Enrocado con Pantalla de Hormigón
Material de Fundación	: Relleno Fluvial
Impermeabilización Fundación	: Pared Moldeada Aguas Arriba Cortina de Inyecciones en Roca Basal
Material de Estribo Izquierdo	: Roca
Impermeabilización Estribo Izquierdo	: Cortina de Inyecciones en Roca
Material de Estribo Derecho	: Roca
Impermeabilización Estribo Derecho	: Cortina de Inyecciones en Roca
Instrumentación	: Monolitos de Control Medidores de Juntas Acelerógrafos Termómetro Medidor de Deformación del Hormigón Piezómetro Eléctrico Piezómetro Medidor Continuo de Nivel Limnímetros
Altura Máxima	: 113.4 m
Altura de Aguas Máxima	: ~106 m (con respecto al sello de fundación)
Cota Coronamiento	: 653.40 m.s.n.m.
Longitud Coronamiento	: 390 m
Ancho Coronamiento	: 6.0 m
Talud Aguas Arriba	: 1(V):1.5(H)
Talud Aguas Abajo	: 1(V):1.6(H)
Volumen del Muro	: 2700000 m ³
Capacidad Embalse	: 166 mill. m ³

1.2 Descripción y Antecedentes Relevantes del Embalse Santa Juana

El Embalse Santa Juana se ubica en el lecho del río Huasco, a unos 17 km al oriente de la ciudad de Vallenar, en la III Región de Chile (Fig. 14.1). Presenta una capacidad de embalse máximo de 160 millones de m³.

169,88

7 (114,3 % sello) (101 % valle)

La presa corresponde a un Muro de 113.4 m de altura, formado por gravas arenosas fluviales y enrocado proveniente de excavaciones en roca (foto 14.1), con una pantalla impermeable y una pared moldeada hasta el basamento rocoso, ubicada junto al talud de aguas arriba del muro. La unión entre el material del muro y la fundación en las laderas está materializada por un elemento de hormigón denominado plinto, en tanto que la unión entre la pantalla de hormigón y la pared moldeada, corresponde al plinto horizontal.

En el coronamiento del muro se realizó un parapeto de hormigón, dejando una pasarela para inspección en el sector de aguas arriba (fotos 14.2 y 14.3).

Las obras de desviación están constituidas por un túnel, al costado derecho del valle, de 416.5 m de longitud y sección de 25 m².

Las obras de entrega están representadas por una estructura de captación, con una torre de 21 m de altura y un sistema de evacuación hasta una casa de válvulas, para regular la entrega (foto 14.4).

57,726 El aliviadero de crecidas consiste en un vertedero lateral en el costado izquierdo del valle, de 56.73 m de longitud, que descarga a un canal colector, del cual nace un rápido de descarga, el que se encuentra revestido en su primer tramo para continuar en roca hasta su término en el fondo del valle (fotos 14.1, 14.5 y 14.6).

La construcción se llevó a cabo en 2 etapas: la primera, consistente en el túnel de desviación y la torre de toma, se realizó entre Noviembre '91 y Septiembre '92; la segunda etapa, consistió en la ejecución del camino, presa y obras anexas, se realizó entre Octubre 1992 y Julio 1995.

Durante la ejecución de las excavaciones para la fundación de la presa, se detectaron capas de arenas y materiales arcillosos, los que habían sido considerados en el proyecto como lentes o bolsones. Frente a esto se removió parte de las arenas y material fino bajo la presa, quedando una parte importante del muro apoyada sobre el horizonte de material fino (Fig. 14.4).

Durante el funcionamiento del vertedero, entre Diciembre 1997 y Junio 1998, con un caudal máximo sobre 80 m³/seg, se produjeron desprendimientos significativos de rocas en el rápido de descarga, dejando al descubierto la inferior calidad de la roca (frente a la socavación) respecto de lo considerado en el proyecto. Todo esto llevó a realizar reparaciones en el sector en el mes de Diciembre 1998, para detener la socavación, y en meses posteriores para estabilizar el rápido de descarga.

La instrumentación del embalse Santa Juana es la más moderna utilizada en este momento en el país, con mediciones de deformación tanto al interior del muro como en la superficie, incluyendo deformaciones en el hormigón. Sin embargo, parte de esta instrumentación se encuentra inoperante.

2 GEOMETRIA ZONA DEL MURO

Una vista general en planta que indica la zona abarcada por el muro, se muestra en la Fig. 14.2. El perfil longitudinal se entrega en la Fig. 14.3. El perfil transversal de la presa se presenta en la Fig. 14.4. Adicionalmente, en la Fig. 14.5 se indican las prospecciones realizadas.

Por su parte, en la Fig. 14.6 se muestra una zonificación del material de fundación donde se emplaza el muro de la presa.

3 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DE PRESA Y FUNDACION

3.1 Cuerpo de la Presa

3.1.1 Rellenos de la presa

Los materiales de relleno de la presa provienen del yacimiento aluvial del río Huasco, sector La Higuera, la mayor parte sin tratamiento.

Tal como se muestra en la Fig. 14.4 adjunta, la sección transversal del muro de presa está constituida por distintos tipos de relleno, los que se describen brevemente como sigue:

La mayor parte del cuerpo de la presa está constituida por un aluvial sin procesamiento (materiales 3A y 3B), con una zona en la mitad aguas abajo con material proveniente de excavaciones en roca (material 3B).

Entre la pantalla de hormigón y los aluviales sin procesar se tiene un material aluvial preparado, compuesto por gravas de tamaño máximo 3" y con 4 a 12% de finos (material 2B). La función de este relleno es dar a la pantalla de hormigón una superficie de apoyo lisa, homogénea y estable.

Se tiene además, un material que cubre el plinto horizontal, que corresponde a un suelo impermeable no cohesivo consistente en arenas limosas con sobre un 40% de finos (bajo la malla #200; material 1).

En la zona próxima al plinto se tiene un material procesado que actúa como filtro respecto a los limos que cubren el plinto (material 2A).

También se realizó una remoción de finos entre 2 y 4 m de profundidad, en un material que va entre 6 m aguas arriba de la pared moldeada y 70 m aguas abajo de ésta, en todo el ancho del valle. Este material se reemplazó por gravas compactadas y seleccionadas con tamaño máximo 3" (material 2C).

En base a esto se removió parte de las arenas y suelos finos bajo el pie del talud aguas abajo y totalmente bajo el talud aguas arriba. Esta remoción parcial dejó un espesor remanente de material fino entre el fluvial subyacente y el relleno de la excavación, de hasta unos 8 m de espesor en la parte central del muro, como se aprecia en la Fig. 14.4.

3.2.2 Fundación de estribos

Las excavaciones de fundaciones en empotramiento se realizaron de acuerdo a su ubicación respecto de los elementos y obras de impermeabilización (clasificadas como Zona A a Zona D (Fig. 14.6)).

En la zona de fundación del plinto, las excavaciones alcanzan roca incompresible e inyectable.

Desde el plinto hasta unos 30 m hacia aguas abajo, se excavó toda la sobrecarga de suelos y roca suelta, hasta encontrar matriz sana y sin grietas de más de 10 cm de ancho.

Desde la línea anterior y hasta el eje de la presa, se extrajeron los materiales sueltos, permaneciendo los suelos que presentan compacidad similar a la de los rellenos de la presa. Se retiraron además los materiales cohesivos.

Entre el eje de la presa y la traza de aguas abajo se retiran todos los suelos sueltos y de baja resistencia y densidad, permaneciendo los compactos, sean granulares o cohesivos (95% Proctor Modificado para suelo cohesivo, y 80% D. R. para suelo no cohesivo).

A continuación se tiene una descripción visual del material de los principales sectores de empotramiento en las laderas:

- Ladera Zona C: Morrena deslizada. Gravas limo arcillosas, con clastos de hasta 6" y ocasionalmente mayores, del tipo roca fracturada, café claro.
- Ladera Zona D: Limo arcilloso, color gris café (arcilloso). Plasticidad alta. Húmedo a Saturado. Consistencia Blanda.

Con respecto a la roca de fundación, según informe de opinión de calidad geotécnica de Enero de 1994, las rocas excavadas a la fecha eran de calidad geotécnica promedio sólo regular a menos que regular, considerando, para dicha calificación, el hecho de que un 60% aproximadamente presentan 10 a 15 fracturas por metro; en tanto que el 10% restante sería de buena y muy mala calidad, esto es, con 5 a 10 fracturas por metro en algunos casos y con más de 20 fracturas por metro en otros.

PROPIEDADES GEOTECNICAS DE LOS MATERIALES

4.1 Prospecciones Realizadas

Con motivo del diseño del embalse Santa Juana, en 1991 se realizó una serie de prospecciones geotécnicas con el objeto de realizar una caracterización geotécnica del sitio de emplazamiento de este.

Además, con motivo de la detección de suelos finos en la zona de fundación, en 1993, se realizaron nuevas prospecciones, que corresponden a nuevas calicatas y zanjas en dicho sector. En la tabla 14.1 se resumen dichas prospecciones, las cuales se aprecian en la Fig. 14.5.

Tabla 14.1: Prospecciones Realizadas para Estudio de Materiales

Nombre	Tipo	Año	Profundidad m	Ubicación
C-1	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-2	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-3	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-4	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-5	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-6	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-7	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-8	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-9	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-10	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-11	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-12	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-13	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
C-14	Calicata	1991	6.0	Depósito Aluvial Aguas Arriba
SN-101	Sondaje	1991	35.0	Ladera Derecha
SN-102	Sondaje	1991	35.4	Fondo del Valle
SN-103	Sondaje	1991	60.0	Ladera Derecha
SN-104	Sondaje	1991	20.5	Fondo del Valle
SN-105	Sondaje	1991	20.0	Ladera Izquierda
SN-106	Sondaje	1991	33.0	Ladera Izquierda
SN-107	Sondaje	1991	30.0	Ladera Derecha
SN-108	Sondaje	1991	20.5	Fondo del Valle
Z-1	Zanja	1993	7	Fondo del Valle
Z-2	Zanja	1993	5	Fondo del Valle
Z-3	Zanja	1993	4	Fondo del Valle
Z-4	Zanja	1993	4	Fondo del Valle
Z-5	Zanja	1993	4	Fondo del Valle
Z-6	Zanja	1993	4	Fondo del Valle
Z-7	Zanja	1993	4	Fondo del Valle
Z-8	Zanja	1993	5	Fondo del Valle
P-1	Calicata	1993	9	Fondo del Valle

Nombre	Tipo	Año	Profundidad m	Ubicación
P-2	Calicata	1993		Fondo del Valle
P-3	Calicata	1993		Fondo del Valle
P-4	Calicata	1993	6	Fondo del Valle
P-5	Calicata	1993	7	Fondo del Valle

Además, para la construcción de la pared moldeada se realizó una serie de sondajes, como se resume en la siguiente tabla.

Tabla 14.2: Sondajes en sector de Pared Moldeada

Sondaje	Contacto Roca m	Profundidad Final m
SR-1	15.40	17.00
SR-2	15.30	21.30
SR-3	12.00	12.50
SR-4	30.60	30.80
SR-5	13.70	15.80
SR-6	14.90	17.10
SR-7	-	23.45
SR-8	31.85	37.80
SR-9	32.00	36.20
SR-10	32.00	36.15
SR-11	32.05	36.40
SR-12	24.50	27.70
SR-13	26.45	31.95
SR-14	17.30	20.45
SR-15	18.65	22.90
SR-16	18.65	22.30
SR-17	18.00	23.10
SR-18	17.00	25.00
SR-19	-	33.25
SR-20	32.70	34.80
SR-21	33.40	39.65
SR-22	32.60	35.25
SR-23	11.00	17.10
SR-24	15.30	33.70
SR-25	15.75	24.85
SR-26	20.50	27.30
SR-27	23.75	27.20
SR-28	32.50	36.00
SR-29	32.90	35.70
SR-30	31.20	32.0

4.2 Cuerpo del Muro

4.2.1 Pantalla de Hormigón

La pantalla de hormigón tiene un espesor variable desde 50 cm hasta 31 cm, cuya calidad corresponde a una resistencia característica cúbica mayor que 250 kg/cm² (H25). La cuantía de armadura es de 0.4% vertical y 0.35% horizontal.

4.2.2 Materiales de Relleno

En lo que sigue se entregan los valores correspondientes a las principales propiedades de los materiales de relleno de la presa.

En relación a la granulometría, se entregan algunos datos relevantes de este análisis. También se comparan algunos valores especificados en el diseño con los resultados en terreno.

En los gráficos de análisis granulométrico adjuntos (Figs. 14.7 a, b, c, d, e y f) se aprecia tanto la distribución por tamaño de las partículas en cada sector de la presa, como la dispersión que estos tienen.

Con respecto a la resistencia al corte y rigidez de los materiales, se explica al final los parámetros a considerar.

• Material 1

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores de Peso específico (G_s) e Índice de Plasticidad siguientes, corresponden a un promedio de 3 muestras obtenidas durante la ejecución de la obra. Para el caso del Índice de Plasticidad sólo en una de las muestras se obtuvo un valor igual a 1, con un Límite Líquido LL = 17%, y un Límite Plástico LP = 16%.

Los resultados de Peso Específico e Índice de Plasticidad son los siguientes:

G_s : 3.07
I.P. : NP

Granulometría (Fig. 14.7 a)

Clasif. USCS : ML
 D_{15} : 0.038 mm
 D_{85} : 0.246 mm
% Bajo #200 : 50 ± 14% (real) > 40% mín. (especificado) OK

• **Material 2A**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores de densidad seca (γ_d), densidad relativa (DR), espesor de capas (e_{capas}) y humedad de colocación (ω_{coloc}) siguientes, corresponden a un promedio de 26 muestras aleatorias del control de compactación, realizado por la Inspección Técnica durante la obra.

La humedad de extracción (ω_{extr}) corresponde a un promedio de 14 muestras para ensayos granulométricos de la Inspección Técnica.

Los valores de peso específico de los sólidos (G_s) y porcentaje de absorción de agua de los áridos $> 4''$ (α), corresponden a un solo valor medido para una muestra representativa en el control granulométrico.

Los valores obtenidos son los siguientes:

γ_d	: $2.3 \pm 0.1 \text{ T/m}^3$
D.R.	: $97 \pm 12\%$
e_{capas}	: $0.34 \pm 0.03 \text{ m}$
ω_{coloc}	: $6 \pm 1\%$
ω_{extr}	: $4 \pm 2\%$
G_s	: 2.714
α	: 0.7%

Granulometría (Fig. 14.7 b)

Según especificación técnica, el material 2A debe ser filtro del material 1. Para esto se debe cumplir:

- 1) $D_{15}(2A) < 4 \times D_{85}(1)$
- 2) $D_{15}(2A) > 4 \times D_{15}(1)$
- 3) $D_{15}(2A) < 7 \text{ mm}$

Según informe de Laboratorio Autocontrol, se tiene:

- 1) $D_{15}(1) = 0.027 \text{ mm}$
- 2) $D_{85}(1) = 0.25 \text{ mm}$

Por lo tanto, el material 2A debe cumplir lo siguiente:

- 1) $D_{15}(2A) < 1 \text{ mm}$
- 2) $D_{15}(2A) > 0.1 \text{ mm}$
- 3) $D_{15}(2A) < 7 \text{ mm}$

Es decir, la granulometría del material 2A debe ser tal que el diámetro de una malla teórica por la que pase el 15% del peso debe estar comprendido entre 0.1 y 1 mm.

De las curvas granulométricas adjuntas se realizó un análisis estadístico y se determinó el siguiente valor real para dicho diámetro:

$$D_{15}(2A) = 0.38 \pm 0.05 \text{ mm}$$

Por lo que cumple perfectamente los requisitos especificados.

Por otro lado, se especificó un 5% máximo de finos, siendo el valor real el siguiente (promedio de 14 curvas granulométricas aleatorias):

$$\% \text{ Bajo \#200} : 2.3 \pm 0.8\% \text{ (real)} < 5\% \text{ máx. (especificado) OK}$$

- **Material 2B**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores de densidad seca (γ_d), densidad relativa (DR), espesor de capas (e_{capas}) y humedad de colocación (ω_{coloc}) siguientes, corresponden a un promedio de 52 muestras aleatorias del control de compactación, realizado por la Inspección Técnica durante la obra.

Debemos mencionar que la baja densidad relativa obtenida, se debe en parte a que el control de compactación de este material se realizó mediante proctor estándar, por un período de unos 5 meses, sobre un total de 19 meses, no habiendo aparentemente motivo para esto. Por lo tanto, se realizó la transformación de las densidades a densidad relativa.

Los valores de peso específico de los sólidos (G_s) y porcentaje de absorción de agua de los áridos > 4" (α), corresponden a un solo valor medido para una muestra representativa en el control granulométrico.

Los valores obtenidos son los siguientes:

$$\begin{aligned} \gamma_d & : 2.26 \pm 0.04 \text{ T/m}^3 \\ \text{D.R.} & : 80 \pm 8\% \\ e_{\text{capas}} & : 0.33 \pm 0.06 \text{ m} \\ \omega_{\text{coloc}} & : 5 \pm 1\% \\ G_s & : 2.805 \\ \alpha & : 1.2\% \end{aligned}$$

Granulometría (Fig. 14.7 c)

A continuación se entrega una comparación entre los valores promedio obtenidos de 12 curvas granulométricas aleatorias, y los valores especificados en proyecto.

Se observa que todos los resultados quedan dentro del rango especificado, lo cual se aprecia mejor en la Fig. 14.7 c.

% Bajo #3"	:	99 ± 2% (real) 90 – 100% (especificado)
% Bajo #1 ½"	:	88 ± 4% (real) 70 – 95% (especificado)
% Bajo #3/4"	:	73 ± 5% (real) 55 – 80% (especificado)
% Bajo #4	:	4 ± 4% (real) 35 – 55% (especificado)
% Bajo #30	:	19 ± 1% (real) 8 – 30% (especificado)
% Bajo #200	:	6 ± 1% (real) 4 – 12% (especificado)

- **Material 2C**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores de densidad seca (γ_d), densidad relativa (DR), espesor de capas (e_{capas}) y humedad de colocación (ω_{coloc}) siguientes, corresponden a un promedio de 6 muestras aleatorias del control de compactación, realizado por la Inspección Técnica durante la obra.

Los valores de peso específico de los sólidos (G_s) y porcentaje de absorción de agua de los áridos > 4" (α), corresponden a un promedio de 2 valores medidos para muestras representativas en el control granulométrico.

Los valores obtenidos son los siguientes:

γ_d	:	2.31 ± 0.03 T/m ³
D.R.	:	87 ± 5%
e_{capas}	:	0.30 ± 0.07 m
ω_{coloc}	:	6 ± 2%
G_s	:	2.697 ± 0.001
α	:	0.5 ± 0.1%

Granulometría (Fig. 14.7 d)

Se especificó un 5% máximo de finos, siendo el valor real el siguiente (promedio de 8 curvas granulométricas aleatorias):

$$\% \text{ Bajo \#200} : 1.9 \pm 0.6\% (\text{real}) < 5\% \text{ máx. (especificado) OK}$$

• Material 3A

Los valores de densidad seca (γ_d) y humedad de colocación (ω_{coloc}) siguientes, corresponden a un promedio de 24 muestras aleatorias del control de compactación, realizado por la Inspección Técnica durante la obra.

La humedad de extracción (ω_{extr}) corresponde a un promedio de 17 muestras para ensayos granulométricos de la Inspección Técnica.

Los valores de gravedad específica de los sólidos (G) y porcentaje de absorción de agua de los áridos > 4" (α), corresponden a un promedio de 10 valores medidos para muestras representativas en el control granulométrico.

Los valores obtenidos son los siguientes:

$$\begin{aligned} \gamma_d & : 2.31 \pm 0.04 \text{ T/m}^3 \\ \omega_{\text{coloc}} & : 3 \pm 1\% \\ \omega_{\text{extr}} & : 5 \pm 2\% \\ G_s & : 2.73 \pm 0.03 \\ \alpha & : 0.7 \pm 0.3\% \end{aligned}$$

• Material 3B

Los valores de densidad seca (γ_d) y humedad de colocación (ω_{coloc}) siguientes, corresponden a un promedio de 14 muestras aleatorias del control de compactación, realizado por la inspección técnica durante la obra.

La humedad de extracción (ω_{extr}) corresponde a un promedio de 17 muestras para ensayos granulométricos de la inspección técnica.

Los valores de peso específico de los sólidos (G_s) y porcentaje de absorción de agua de los áridos > 4" (α), corresponden a un promedio de 14 valores medidos para muestras representativas en el control granulométrico.

Los valores obtenidos son los siguientes:

$$\begin{aligned}\gamma_d & : 2.32 \pm 0.03 \text{ T/m}^3 \\ \omega_{\text{coloc}} & : 4.0 \pm 0.6\% \\ \omega_{\text{extr}} & : 5 \pm 2\% \\ G_s & : 2.72 \pm 0.03 \\ \alpha & : 0.6 \pm 0.2\%\end{aligned}$$

Del análisis granulométrico de los rellenos 3A y 3B, se desprende que los materiales utilizados para ambos son muy similares (Fig. 14.7 e y 14.7 f).

- **General**

Resistencia al Corte

No se cuenta con ensayos de determinación del ángulo de fricción interna (ϕ) ni cohesión (C) de los materiales de relleno de la presa; sin embargo en un análisis de estabilidad previo se tomó un único material como modelo para los cálculos, lo cual es bastante razonable, dada la enorme preponderancia del material de enrocado en el relleno de la presa. Se emplearon los parámetros de corte para falla drenada, las que se detallan como sigue:

$$\begin{aligned}\phi & : 45^\circ \\ C & : 0 \text{ y } 0.1 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rigidez

Según bibliografía se ha utilizado el siguiente valor de rigidez para el espaldón de material fluvial, para el modelo de tensión – deformación del tipo hiperbólico:

$$K_{\text{espaldón}} : 1450$$

4.3 Material de Fundación y Estribos

4.3.1 Fundación en el valle

- **Lecho Zona 1**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores siguientes corresponden a ensayos de plasticidad, tomando un promedio de 4 muestras a distintas profundidades en un mismo pozo ejecutado, realizadas para control

granulométrico. Una quinta muestra dio una plasticidad nula (a nivel superficial). Los resultados de IP y LL se encuentran en la Fig. 14.8 a.

L.L. : $22 \pm 2\%$
I.P. : 3 ± 1

Granulometría (Fig. 14.9 a)

Los resultados de los ensayos granulométricos adjuntos muestran una gran dispersión de los resultados en cuanto a granulometría. El suelo corresponde principalmente a arena limosa fina pobremente graduada. La clasificación U.S.C.S. para cada muestra es la siguiente:

Muestra 1 : SP
Muestra 2 : SM
Muestra 3 : SM - SC
Muestra 4 : SM
Muestra 5 : SM

• Lecho Zona 2

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores siguientes corresponden a ensayos de plasticidad, tomando un promedio de 3 muestras representativas, realizadas para control granulométrico. Los resultados de IP y LL se encuentran en el Fig. 14.8 b.

L.L. : $27 \pm 6\%$
I.P. : 8 ± 5

Granulometría (Fig. 14.9 b)

Los resultados de los ensayos granulométricos adjuntos muestran un gran dispersión de los resultados en cuanto a granulometría. El suelo corresponde principalmente a arcillas y limos de baja plasticidad, con algún contenido de arena fina. La clasificación U.S.C.S. para cada muestra es la siguiente:

Muestra 1 : CL - ML
Muestra 2 : CL
Muestra 3 : SM

- **Fluvial de Fundación**

Resistencia al Corte

Este depósito fluvial se desarrolla mayoritariamente por debajo del horizonte de suelo fino y no tiene mayor incidencia en el análisis de estabilidad, ya que la superficie de falla crítica debiera desarrollarse dentro del horizonte de suelo fino, sin penetrar en el fluvial de fundación.

En todo caso, pueden considerarse los parámetros de resistencia al corte asociados a falla drenada, como sigue:

$$\begin{aligned}\phi & : 45^\circ \\ C & : 0 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Rigidez

Según bibliografía se ha utilizado el siguientes valor de rigidez para el fluvial de fundación:

$$K_{\text{fluvial}} : 650$$

Permeabilidad

Según antecedentes de diseño (resultados de sondajes ejecutados en esta etapa) se tiene el siguiente valor de permeabilidad para el fluvial de fundación:

$$k : 1.5 \text{ cm/seg}$$

Según antecedentes posteriores (etapa de construcción), se han realizado ensayos de permeabilidad que arrojan el siguiente valor del coeficiente de permeabilidad:

$$k : 4 \times 10^{-1} \text{ cm/seg}$$

- **Horizonte de Suelo Fino**

Resistencia al Corte

La resistencia al corte del suelo fino en condiciones drenadas, fue obtenida en muestras no perturbadas ensayadas en triaxial estático bajo una condición saturada total. Para una deformación acotada al 2.5%, los parámetros obtenidos son:

$$\begin{aligned}\phi & : 31.3^\circ - 34.4^\circ \\ C & : 0.12 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

La resistencia al corte del horizonte de suelo fino en condición no drenada, S_u , normalizada por la presión de confinamiento efectiva, σ_v , aparece en la Fig. 14.10 adjunto, observándose la clásica variación parabólica que en este caso engloba muestras saturadas de arcilla y de arena limosa.

Rigidez

Para el horizonte de suelo fino, como resultado de ensayos triaxiales estáticos, se tiene el siguiente valor para el coeficiente K:

$$K : 110$$

Tomando en cuenta las deformaciones por consolidación y creep (consolidación secundaria), considerando como típico que las deformaciones no drenadas representan el 30% de la deformación total al término del proceso de consolidación, se tiene que el coeficiente K es:

$$K_{\text{finos}} : 110$$

Resistencia a la Licuefacción

Se han realizado ensayos triaxiales cíclicos no drenados con confinamiento isotrópico, ejecutados en muestras saturadas de arenas limosas, para evaluar la resistencia a la licuefacción. Aparentemente no se incluyeron muestras de arcilla, ya que este tipo de suelo presenta menor susceptibilidad a la licuación que las arenas limosas.

Los resultados arrojaron una naturaleza dilatante de las arenas limosas ensayadas, la cual está asociada a un mecanismo de falla con desplazamiento restringido y no a un flujo generalizado (colapso por licuefacción propiamente tal). Por consiguiente se descartó una falla de flujo por licuefacción del horizonte de suelo fino.

Consolidación

Para el horizonte de suelo fino existente es importante considerar la consolidación producida para el análisis de estabilidad. Para esto se tiene el siguiente valor de coeficiente de consolidación (C_v), según bibliografía:

$$C_v : 1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{seg}$$

4.3.2 Fundación de estribos

- **Ladera Zona C:**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores siguientes corresponden a un promedio de 3 muestras representativas para control granulométrico. Los resultados de IP y LL se encuentran en la Fig. 14.8 c.

L.L.	: $24 \pm 2\%$
I.P.	: 5 ± 2

Ensaye Proctor Modificado

γ_d Proctor (mod)	: $2.11 \pm 0.05 \text{ T/m}^3$
ω_{opt}	: $9 \pm 1\%$

Control Compactación Natural

ω_{nat}	: $4 \pm 1\%$
γ_d	: $1.88 \pm 0.07 \text{ T/m}^3$
G.C.	: $89 \pm 1\%$

Granulometría (Fig. 14.9 c)

Los resultados de los ensayos granulométricos adjuntos confirman un suelo compuesto por gravas y arenas limo arcillosas. La clasificación U.S.C.S. para cada muestra es la siguiente:

Muestra 1	: SM - SC
Muestra 2	: SM - SC
Muestra 3	: GM - GC

- **Ladera Zona D:**

Propiedades Físicas e Hídricas

Los valores siguientes corresponden a un promedio de 3 muestras representativas para control granulométrico. Los resultados de IP y LL se encuentran en la Fig. 14.8 d.

L.L.	: $40 \pm 20\%$
I.P.	: 20 ± 20

Ensaye Proctor Modificado

γ_d Proctor (mod)	: $1.657 \pm 0.009 \text{ T/m}^3$
ω_{opt}	: $22.1 \pm 0.3\%$

Control Compactación Natural

ω_{nat}	: $20 \pm 10\%$
γ_d	: $1.40 \pm 0.01 \text{ T/m}^3$
G.C.	: $84 \pm 1\%$

Granulometría (Fig. 14.9 d)

Los resultados de los ensayos granulométricos adjuntos confirman un suelo fino limo arcilloso, aunque con propiedades muy variables. La clasificación U.S.C.S. para cada muestra es la siguiente:

Muestra 1	: CH
Muestra 2	: ML
Muestra 3	: ML

Es importante recalcar que los parámetros geotécnicos antes indicados son los informados en el proyecto. Más adelante, a la luz de las mediciones instrumentales y del análisis numérico del comportamiento del embalse, se han evaluado las propiedades geotécnicas, obteniéndose en algunos casos, propiedades diferentes a las estimadas originalmente en el proyecto.

5 ANALISIS DE FILTRACIONES

5.1 Descripción de Sistemas de Medición

La presa Santa Juana posee la siguiente instrumentación para la medida de sus filtraciones:

Aforadores de Caudal: Se dispone de cuatro aforadores en el embalse que captan las filtraciones que aparecen al pie del muro, en el túnel, en la cueva y en una de las casetas de medición de las celdas de agua. De todos ellos se tiene un registro periódico desde 1997 a la fecha.

5.2 Procesamiento de Registros Disponibles

5.2.1 Filtraciones

En las Figs. 14.11 y 14.12 se presenta el comportamiento medido en el tiempo de filtraciones (separadas por aforador) y la cota de embalse. Como se aprecia en estas figuras el análisis por aforador permite saber los sectores que contribuyen en mayor medida a las filtraciones totales del embalse, registrándose en el caso de la presa Santa Juana, el siguiente orden en forma decreciente: Filtración al pie del embalse, filtración celda, filtración túnel y filtración cueva. Las figuras muestran, además, que el caudal aforado está en relación directa con la cota de embalse, fenómeno apreciado en el aforador al pie de la presa, que en ciertos tramos de tiempo presenta subidas de su caudal filtrado fuera del promedio observado anteriormente, dichos aumentos irregulares se deben a la presencia de lluvias o periodos de deshielo que influyen las medidas del aforador, en ésta misma categoría se encuentra la filtración producida en el túnel. Las filtraciones ubicadas en la celda y cueva presentan un comportamiento constante en el tiempo, lo que hace pensar en filtraciones sin relación al embalse, o que se ven poco influenciadas por el agua contenida en este último.

La Fig. 14.13 muestra el comportamiento entre el caudal filtrado y la cota del embalse en el transcurso del tiempo. La figura muestra una curva para el año 1997 con valores de filtración constante para cotas bajas del embalse (entre la cota 612 y 637 m.s.n.m), la cual a cotas mayores de los 640 m.s.n.m presenta filtraciones agrupadas a determinadas cotas, fenómeno que se mantiene entre los años 1998 a 1999.

En la Fig. 14.14 se presenta el comportamiento en el tiempo de las filtraciones a una cota constante de embalse. En la figura se analizan las filtraciones a las cotas: 631, 647 y 643 m.s.n.m, presentando todas un comportamiento constante en el tiempo. A las cotas 647 y 643 m.s.n.m se presentan valores irregulares de las filtraciones debidas principalmente a lluvias o periodos de deshielo que influyen en la cantidad filtrante total del embalse. ?

Los sectores de datos agrupados a una determinada cota de embalse y el comportamiento constante de las filtraciones (cuyos valores son de magnitudes bajas), son claros indicios de sectores puntuales en los estribos por los cuales se producen las filtraciones, pudiendo ser grietas o sectores dañados en la unión Plinto- Roca.

A continuación se presenta la estadística de filtración del total de agua recolectada por los afloros y la estadística de máximos, mínimos y promedios.

Historial de Filtraciones y Comportamiento de los S.I

- Periodo de Registro : Del 28/8/97 al 30/7/99
- Periodicidad de registro : Todos los días (Existen días sin registros).
- Antecedentes de Crecidas : No existen antecedentes.
- Antecedentes de Vaciado : No existen antecedentes.
- Desastres Naturales : No existen antecedentes.
- Reparaciones a los S.I : Diciembre de 1998.
- Sismos : No existen antecedentes.

Tabla 14.3: Estadística de Caudal Filtrante y Cota del Embalse Santa Juana.

		Fecha	Cota Embalse m.s.n.m
Caudal Máximo l/seg	51.2	6-7-1998	645.9
Caudal Mínimo l/seg	1.2	28-8-1997	611.9
Caudal Promedio l/seg	24.0		

		Fecha	Caudal filtrante l/seg
Cota Máxima m.s.n.m	647.4	22-12-1997	25.2
Cota Mínima m.s.n.m	611.9	28-8-1997	1.2
Cota Promedio m.s.n.m	643.0		

Nota: Los valores de caudal o cota de embalse pertenecientes a periodos de tiempo corresponden a valores promedios.

5.3 Análisis de Resultados

- Basado en la información analizada de los caudales filtrantes entre los años 1997 y 1998, la presa posee zonas de filtración puntuales y pequeñas, que tienen su aparición a la cota 645 m.s.n.m, con valores promedio de 24 l/seg. Dichas filtraciones se ubican principalmente en la zona de los estribos y son producto de un número reducido de posibles grietas en los sistemas de impermeabilizantes de la presa, como son la unión Plinto- Roca, la pantalla impermeabilizante cercana al sector y el Plinto propiamente tal.
- Observaciones del comportamiento de las filtraciones en el embalse hacen señalarlo como una obra de muy buena conducta al momento de retener las aguas que en él se almacenan.

6 ANALISIS DE TENSIONES Y DEFORMACIONES

6.1 Descripción de Sistema de medición

Estudio de Tensiones

El embalse Santa Juana no tiene instalado ningún sistema de medición del estado tensional al interior del muro. Este tipo de mediciones, si bien es cierto es difícil lograr realizarlas en forma confiable, son importantes para establecer anomalías asociadas a giros globales del embalse y/o a concentración de esfuerzos, producto de asentamientos diferenciales o globales.

Estudio de deformaciones

El estudio de deformaciones superficiales del Embalse Santa Juana se realiza mediante el control de monolitos en el Coronamiento y en los espaldones del muro, ubicados de acuerdo a la Fig. 14.15. Se cuenta con registros de asentamientos en el coronamiento desde la instalación (1995) a la fecha (monolitos MC-3-1 a MC-3-7), y en el espaldón de Aguas Abajo desde 1997 a la fecha (monolitos MC-4-1 a MC-4-3 y MC-5-1). Además, se tiene el control de deformaciones horizontales de los monolitos de coronamiento durante 1997. No se tienen registros de deformaciones en el espaldón de Aguas Arriba, debido a que la mayor parte del tiempo estos se encuentran bajo agua.

Para el control de asentamientos en profundidad, el Embalse cuenta con 15 Celdas de Agua, ubicadas en la sección transversal de máxima altura, tal como se muestra en las Figs. 14.16 y 14.17. Su numeración es según la cota a la que se encuentran:

- Nivel 558: CA 1 a CA 7
- Nivel 590: CA 1 a CA 5
- Nivel 620: CA 1 a CA 3

Se tienen registros de deformaciones por dichos instrumentos desde la instalación (1993) a la fecha.

Cabe destacar que algunas de las mediciones realizadas no son del todo confiables, ya que por daños sufridos por los instrumentos, estos no presentan retorno de agua, necesario para una correcta lectura. Tal es el caso de las celdas CA 1, CA 2, CA 3, CA 5 y CA 7 Nivel 558, y de las celdas CA 2, CA 4 y CA 5 Nivel 590.

6.2 Procesamiento de registros disponibles

• Asentamientos en Profundidad

Los principales resultados de las celdas de agua en el cuerpo del muro del Embalse Santa Juana se grafican en las Figs. 4.18 a 4.23.

Las Figs. 14.18 a 14.20 muestran la variación de asentamientos en los distintos niveles de las celdas de agua, a través del tiempo. En estas figuras se observan grandes irregularidades en los

resultados de algunos períodos, por lo que, para un mejor análisis de resultados, sólo se toman algunas de las mediciones más confiables. Los resultados de poca coherencia muy probablemente se deben a fallas sufridas por los instrumentos por las obras de construcción, o bien a lecturas erróneas.

En las Figs. 14.21 a 14.23 se muestran los resultados medidos de asentamientos en las celdas de agua para los distintos niveles durante el período constructivo. Se observa un incremento de los asentamientos en los distintos puntos, conforme avanza el crecimiento del muro. Los resultados muestran, a diferencia de los embalses Digua y Paloma, que el máximo asentamiento se produce en la parte inferior de la presa. Por otro lado, se observa que los asentamientos en las celdas centrales Nivel 558 y Nivel 590 son muy similares en el período Octubre/93 a Septiembre/95. Esto significaría que en los dos últimos años de construcción el asentamiento del muro se debe casi exclusivamente a la fundación, comportándose este como un cuerpo rígido. Si bien las deformaciones en la fundación son factibles de ser altas, la falta de asentamiento del muro en sí, hace dudar de la veracidad de los resultados. Por otro lado, como ya se había dicho, los resultados no son totalmente consistentes, debido a las fallas registradas en las celdas de agua.

• Asentamientos Superficiales

La Fig. 14.24 ilustra el perfil longitudinal del muro de la presa con algunas curvas de asentamientos en el coronamiento. La línea "teórica" mostrada corresponde al nivel de proyecto del coronamiento, a una cota constante de 653.00 m., en tanto que la curva "original" representa la forma del coronamiento según nivelación de los monolitos en la fecha de instalación. Las curvas de asentamientos se presentan con relación a la línea "teórica" y muestran en forma clara la tendencia de los asentamientos a lo largo del muro.

En la Fig. 14.25 se grafican las cotas de los monolitos en el coronamiento del muro. En ella se observa claramente una curvatura del coronamiento (contraflecha), realizada durante la construcción, previniendo de esta forma los asentamientos postconstructivos, con el objeto de impedir la disminución de la revancha estipulada en el diseño.

La Fig. 14.26, por su parte, muestra los asentamientos del coronamiento. Se advierte un salto de asentamientos entre 2 series consecutivas, lo cual se debe a un período sin registros o con resultados anómalos (Enero/96 a Octubre/97). Dicha figura muestra que el máximo asentamiento se produce en la posición del monolito MC-3-5, el cual coincide con la sección de máxima altura en el muro. De esta misma figura y de la Fig. 14.27 se observa que los monolitos MC-3-3, MC-3-4, MC-3-6 y MC-3-7 tienen asentamientos comparables con el máximo (sobre 8 cm), disminuyendo estos sólo hacia el estribo izquierdo (MC-3-1). Esto puede explicarse por la gran altura del muro en las secciones en las que se ubican dichos monolitos. Por su parte, el monolito MC-3-1 presenta asentamientos de pequeña magnitud por su cercanía al estribo derecho.

El máximo asentamiento en el coronamiento del muro al cabo de 4 años de finalizada la construcción es de 9,8 cm (07/1999), que corresponde a menos de un 0,1% de la altura máxima del muro.

Con el objeto de analizar la incidencia del nivel de agua en el embalse, se realizan los gráficos de las Figs. 14.28 y 14.29, donde se muestra el asentamiento de los monolitos de coronamiento en función de la cota del lago. En general se aprecia un aumento muy leve de los asentamientos con el primer llenado del embalse, pero mucho mayores al mantenerse la cota del lago casi constante.

Por otro lado, en las Figs. 14.30 y 14.31 se presentan las cotas y asentamientos medidos en la corrida superior del espaldón de aguas abajo (MC-4-1 a MC-4-3). En la Fig. 14.31 se aprecian asentamientos máximos, en general, inferiores a 2 cm, lo cual se debe a la baja altura del muro en esta zona.

La Fig. 14.32, por su parte, muestra los asentamientos de estos y del monolito MC-5-1 a través del tiempo. En ella se observan variaciones oscilantes de dichos asentamientos en todos los monolitos. Además, se observa que el monolito MC-5-1 se levanta con respecto a su posición original, lo cual podría explicarse por las deformaciones que en teoría sufre una estructura con la geometría como la de un embalse. Esto es, un gran descenso de la parte central del muro, por el peso propio, el que podría producir tensiones hacia los espaldones, "empujando" hacia los extremos y hacia arriba. Dicho fenómeno también explicaría, en parte, los bajos asentamientos en los monolitos MC-4-1 a MC-4-3.

• Deformaciones Horizontales

En las Figs. 14.33 a 14.35 se muestran los resultados de deformaciones horizontales en el coronamiento durante 1997.

De la Fig. 14.33 se desprende que los movimientos transversales del muro son pequeños y no siguen una tendencia clara en conjunto, presentando desplazamientos tanto hacia aguas arriba como hacia aguas abajo, sin tener prácticamente influencia el nivel del lago en dichos movimientos. Las máximas magnitudes de dichos desplazamientos son del orden de 2 a 3 cm.

Con relación a los movimientos longitudinales del coronamiento, se observan movimientos de algunos centímetros de los monolitos hacia el estribo izquierdo del orden de 3 a 4 cm en promedio, tal como se ilustra en la Fig. 14.34. La Fig. 14.35, por su parte, resulta más ilustrativa para observar las deformaciones longitudinales relativas en el coronamiento. En efecto, en ella se aprecia claramente la tendencia a la compresión producida en el centro del muro y a la extensión hacia los estribos. La máxima compresión resulta ser de un 0,08% entre los monolitos MC-3-4 y MC-3-5 a Mayo de 1997, en tanto que la máxima extensión es de un 0,06% entre los monolitos MC-3-1 y MC-3-2 a Noviembre de 1997.

6.3 Modelación numérica de condición estática

6.3.1 Consideraciones Generales

Se considera una deformación por construcción de un 0.5% con relación a su altura. Esta deformación por construcción se suma al asentamiento obtenido en el monolito o punto de referencia considerado en el coronamiento. Dichos asentamientos se igualan con los del programa FLAC3D, obtenidos como la diferencia entre el asentamiento en la posición del punto de medición y el de la fundación bajo este punto.

Con el objeto de anular los efectos sísmicos, a los asentamientos considerados se resta la deformación producida por los sismos previos a cada fecha.

El Módulo de Poisson, ν , y la densidad, ρ de cada material se consideraron constantes para todas las fechas. Se considera una carga de agua constante por ser poco significativa.

6.3.2 Resultados Obtenidos

En la Fig. 14.36 se muestra el modelo numérico utilizado para el embalse Santa Juana, se incluye la malla de elementos finitos y la distribución de los materiales constituyentes del muro. En las Figs. 14.37 a 14.41 se presentan los resultados del cálculo hecho para igualar la deformación al término de la construcción, se incluye el módulo de deformación de cada zona, el vector desplazamiento, las líneas de contorno para la deformación vertical y horizontal, y la orientación de las tensiones principales. En las Figs. 14.42 a 14.69 se presentan los resultados del análisis que considera la deformación inicial de construcción, del mismo modo, en las Figs. 14.70 a 14.97 se presentan los resultados del cálculo realizado sin considerar la deformación por construcción.

Se incluye la variación de asentamientos en el coronamiento a través del tiempo, ilustrado en las Figs. 14.98 y 14.99. Además, en las Figs. 14.100 a 14.104 se entregan los resultados de la variación del principal parámetro en el modelamiento, el módulo de deformación E.

Se observa que las variaciones de los módulos de elasticidad son mucho más significativas para el caso sin considerar deformación por construcción. Esto se debe a que los asentamientos en este caso comienzan de cero al fin de la construcción.

A continuación se entregan las tablas con los resultados de la metodología utilizada.

Tabla 14.4: Variación del Módulo de Deformación con el Tiempo, Embalse Santa Juana

Fecha	Módulo de Deformación, E (10^3 kg/cm^2)							
	1/06/95	30/07/95	03/01/96	15/10/97	10/11/97	25/01/98	06/09/98	10/07/99
Años desde fin constr.	0.0	0.2	0.6	2.4	2.4	2.7	3.3	4.1
S-C (*)								
Material 2A		12,0	9,00	6,50	6,00	5,00	4,40	4,10
Material 2B		16,8	12,6	9,10	8,40	7,00	6,16	5,74
Material 3A		14,4	10,8	7,80	7,20	6,00	5,28	4,92
Material 3B		14,4	10,8	7,80	7,20	6,00	5,28	4,92
Material 2C		14,4	10,8	7,80	7,20	6,00	5,28	4,92
C-C (**)								
Material 2A	1,11	1,07	1,05	1,02	1,01	0,970	0,950	0,945
Material 2B	1,55	1,50	1,47	1,43	1,41	1,36	1,33	1,32
Material 3A	1,33	1,28	1,26	1,22	1,21	1,16	1,14	1,13
Material 3B	1,33	1,28	1,26	1,22	1,21	1,16	1,14	1,13
Material 2C	1,33	1,28	1,26	1,22	1,21	1,16	1,14	1,13

(*) Incluyendo la deformación por construcción

(**) Sin incluir la deformación por construcción

6.3.3 Análisis de deformación con $E = f(\sigma_3)$

El análisis anterior ha sido realizado con un módulo de deformación único para cada material involucrado en el comportamiento mecánico de la presa. Sin embargo, distintos estudios señalan que el módulo de deformación de un medio granular aumenta al aumentar el nivel de presión confinante, habiéndose mostrado experimentalmente que la siguiente relación es adecuada para modelar esta dependencia del nivel de presión:

$$E = E_0 P_a (\sigma_3/P_a)^n$$

Donde, E_0 y n son constantes que dependen del material, siendo corriente considerar $n = 0.5$. P_a representa la presión atmosférica y σ_3 es la presión principal menor.

El análisis realizado ha considerado el valor del módulo de deformación, E , como una función del nivel de presión. Luego, se ha trabajado en forma iterativa variando el valor de E_0 hasta obtener compatibilidad entre las deformaciones medidas y las calculadas. Los resultados de este análisis se presentan en la Fig. 14.105.

A partir de estos resultados es posible señalar que inesperadamente, el valor de E_0 obtenido del análisis dependiente del estado tensional es muy similar al valor de E , para una condición simplificada de módulo constante. Esto permite indicar que el método simplificado de análisis, muchas veces utilizado, permite potencialmente una buena aproximación a la realidad. Evidentemente, la capacidad de una buena predicción depende del valor adoptado de E .

6.4 Modelación numérica de condición sísmica

El Embalse Santa Juana ha sufrido solo un sismo de magnitud importante en los escasos años que lleva funcionando desde el término de su construcción en Julio de 1995 a la fecha, siendo el comportamiento de la estructura completamente satisfactorio. Este buen comportamiento ante el sismo de Punitaqui, de magnitud 6.8 Richter, se debe entre otros motivos a las modernas técnicas de construcción empleadas en la compactación de los materiales, al empleo de equipos y maquinaria más sofisticada y adecuada a los requerimientos constructivos, y al mayor conocimiento respecto del diseño y construcción de este tipo de estructuras. De los datos registrados puede apreciarse que no hay una diferencia apreciable entre los valores antes y después del sismo del 14 de octubre de 1997. Las diferencias son del orden de 2 cm, y el muro se ha asentado debido al peso propio, luego de terminada su construcción y pasados 4 años, un total de 9.8 cm (a julio de 1999) como máximo. Esta deformación corresponde a menos de un 0.1% de la altura total del muro, pudiendo observarse que la deformación producto del sismo del 14 de octubre de 1997, no fue significativa.

Con el objeto de visualizar el comportamiento de la presa Santa Juana bajo una excitación sísmica, se realizó un análisis dinámico utilizando el código computacional FLAC 3D. Para este efecto se consideró la aplicación de un sismo a nivel de roca basal en la zona de la presa, el cual se modifica en forma "natural" en la medida que pasa a través del suelo de fundación y se propaga por la presa. Se escogió como excitación basal un registro del acelerógrafo ubicado en la casa de válvulas medido en roca y asociado a un evento sísmico de gran magnitud, como lo fue el sismo de octubre de 1997 que

afectó la zona donde se emplaza el embalse Santa Juana. La Fig. 14.106 muestra la distribución en planta de los acelerógrafos instalados en el embalse.

El registro sísmico que se ha seleccionado corresponde a la componente transversal. Con este registro se obtuvo la respuesta de la presa en el coronamiento, esta respuesta se comparó con el registro medido en el acelerógrafo ubicado en el coronamiento. En la Fig. 14.107 se presenta el registro completo de aceleraciones de esta excitación.

Adicionalmente, se ha considerado un amortiguamiento del tipo Rayleigh, pero sólo proporcional a la matriz de masa, pues los resultados no variaron significativamente, pero se logró un importante ahorro de tiempo de CPU.

Los resultados obtenidos del análisis dinámico se presentan en las Figs. 14.108 y 14.109, los cuales pueden ser resumidos como se indica a continuación:

- Aceleración máxima en coronamiento medida:	0.38 g
- Aceleración máxima en coronamiento calculada:	0.32 g
- Periodo fundamental medido:	0.44 seg
- Periodo fundamental calculado:	0.49 seg

Estos resultados permiten indicar que la presa presenta un comportamiento sísmico adecuado para el sismo seleccionado, ya que, al comparar los valores calculados con los registrados en los acelerógrafos instalados en la presa estos son muy similares, lo que permite constatar que los valores del módulo de deformación elegidos en cada zona del muro representan el comportamiento real de éste. Para realizar un análisis más detallado es necesario llevar a cabo un análisis de riesgo sísmico que permita seleccionar una familia de posibles sollicitaciones en el sitio de la presa.

6.5 Análisis de Resultados

El embalse Santa Juana no tiene instalado ningún sistema de medición del estado tensional al interior del muro que permita relacionar en forma directa el estado tensión - deformación.

A la luz de los resultados obtenidos de la instrumentación de mediciones de deformación en profundidad utilizados en esta presa, la mayor parte de los asentamientos por construcción en la sección de mayor altura, corresponde a deformaciones producidas en la fundación, llegando a ser de casi 40 cm en la parte central del muro. Sin embargo, al realizar un análisis completo de los antecedentes se observan resultados anómalos, por lo que la información no es totalmente confiable. Lo anterior es probable debido a que las celdas de agua han tenido problemas con origen en el período constructivo, en el que podrían haber sido dañadas involuntariamente; además presentan problemas de retorno de agua producto del crecimiento de vegetación en las tuberías.

De los análisis realizados se concluye que en el período constructivo se debe tener especial cuidado con la instrumentación instalada en una presa de tierra, particularmente con los medidores de deformación en profundidad, ya que constituyen un medio muy útil para estudiar el comportamiento del muro, mientras que es muy fácil dañarlos e inhabilitarlos como instrumentos confiables.

Según la información proporcionada por las mediciones de asentamientos en el coronamiento, la presa ha sufrido asentamientos postconstructivos de hasta 10 cm en la sección de máxima altura en los primeros 4 años de funcionamiento, lo cual no parece ser excesivo para un muro de 113 m de altura. Por otro lado el primer llenado del embalse contribuyó en forma notoria a este asentamiento (2 cm en 3 meses), debido a la rapidez con que se produjo.

El control de movimientos transversales en el coronamiento del muro durante 1997 permite observar deformaciones longitudinales de extensión hacia los extremos del muro y de compresión hacia el centro, en ningún caso superiores a un 0,08%, en tanto que los movimientos transversales fueron aleatorios y de pequeña magnitud. Para realizar una evaluación más certera en este sentido, es necesario un control periódico y permanente de dichas deformaciones, lo cual no se está haciendo.

Es un embalse "joven" como para hacer una evaluación certera de su comportamiento en el largo plazo. Sin embargo, a la luz de los resultados, el muro muestra un buen comportamiento a la fecha. Para un seguimiento adecuado del comportamiento resulta indispensable la lectura ordenada y continua de la instrumentación disponible.

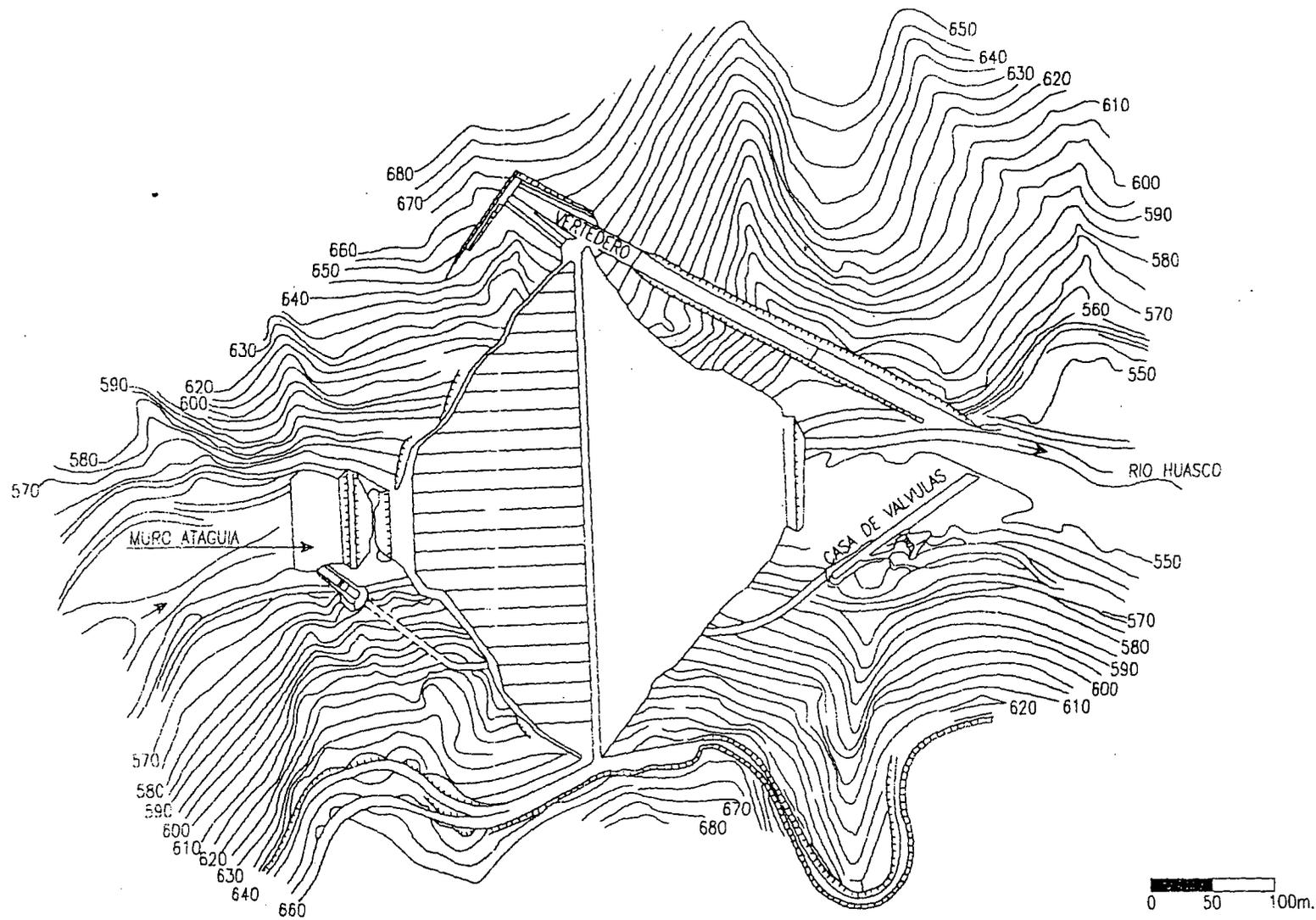
Considerando los efectos de la tensión principal menor en las propiedades mecánicas señalar que inesperadamente, el valor de E_0 obtenido del análisis dependiente del estado tensional es muy similar al valor de E , para una condición simplificada de módulo constante.

Del análisis sísmico, los resultados permiten indicar que la presa presenta un comportamiento sísmico adecuado para el sismo seleccionado, ya que, al comparar los valores calculados con los registrados en los acelerógrafos instalados en la presa estos son muy similares, lo que permite constatar que los valores del módulo de deformación elegidos en cada zona del muro representan el comportamiento real de éste.

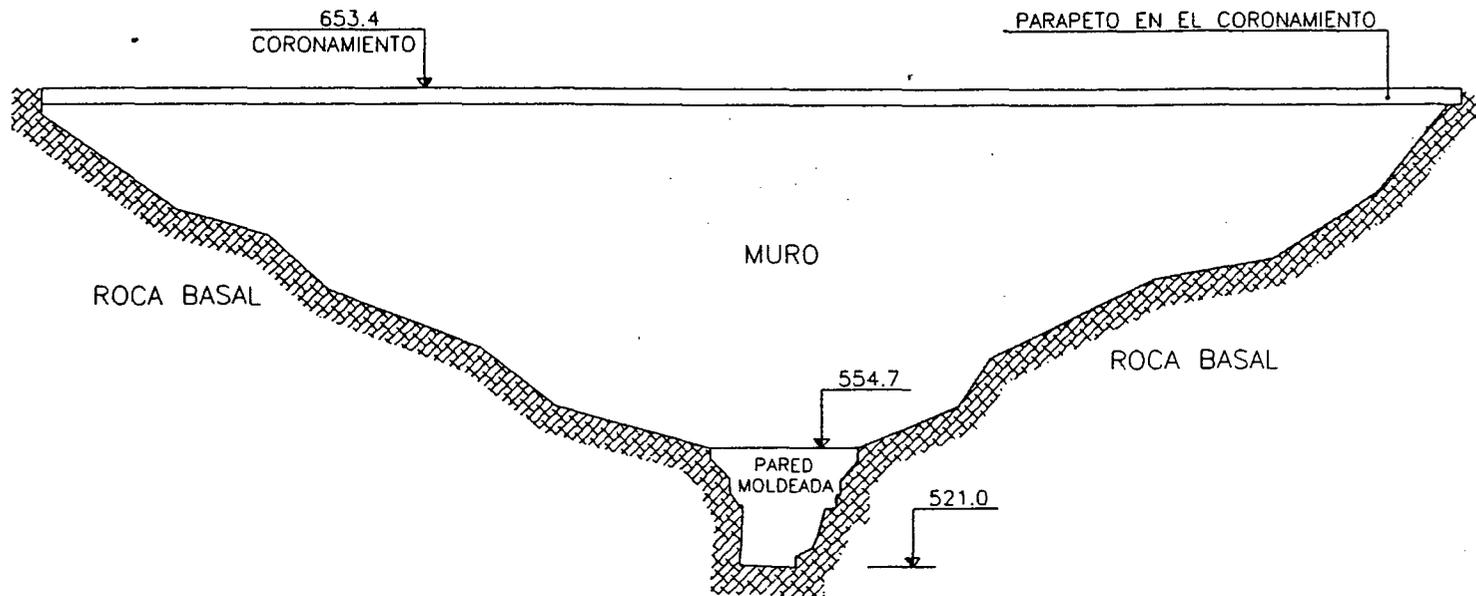
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis realizado es posible señalar lo siguiente:

- El embalse posee un nivel de instrumentación consistente con la envergadura de la presa, pero es recomendable tener además, medidas del estado tensional al interior del muro que permita relacionar en forma directa el estado tensión-deformación. Adicionalmente, se recomienda reemplazar las celdas de agua que se encuentran en mal estado. *¿ como ?*
- La filtración actual del embalse es de 28 l/seg y la filtración máxima registrada es de 51.2 l/seg. Basado en la información analizada de los caudales filtrantes entre los años 1997 y 1998, la presa posee zonas de filtración puntuales y pequeñas, que tienen su aparición a la cota 645 m.s.n.m del embalse, las cuales se ubican principalmente en la zona de los estribos y son producto de un número reducido de posibles grietas en los sistemas de impermeabilizantes de la presa, como son la unión Plinto- Roca, la pantalla impermeabilizante cercana al sector y el Plinto propiamente tal. El nivel de filtraciones permite indicar que el embalse se encuentra en un excelente estado.
- El asentamiento por construcción medido en el Embalse Santa Juana es de 0.14%.
- Del análisis de los datos que se tienen del embalse se determinó que el asentamiento post-constructivo del muro es de 0.09%, a los 4.11 años desde el fin de su construcción. Estos asentamientos alcanzan hasta 10 cm en la sección de máxima altura en los primeros 4 años de funcionamiento, lo cual no parece ser excesivo para un muro de 113 m de altura. Por otro lado, el primer llenado del embalse contribuyó en forma notoria a este asentamiento (2 cm en 3 meses), debido a la rapidez con que se produjo.
- El control de movimientos transversales en el coronamiento del muro durante 1997 permite observar deformaciones longitudinales de extensión hacia los extremos del muro y de compresión hacia el centro, en ningún caso superiores a un 0,08%, en tanto que los movimientos transversales fueron aleatorios y de pequeña magnitud. Para realizar una evaluación más certera en este sentido, es necesario reanudar un control periódico y permanente de dichas deformaciones, lo cual se propone realizar en forma sistemática.
- El análisis global de los datos de mediciones permite señalar que el embalse presenta un buen comportamiento geomecánico que indica un muro estable



 IDIEM GEOTECNIA UNIVERSIDAD DE CHILE	TITULO : PLANTA EMBALSE SANTA JUANA	ESCALA 1:5000	DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS - MOP
	FUENTE DE INFORMACION : PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA MN INGENIEROS LTDA. (1992)	FIGURA N°14.2	PRESAS DE RIEGO: OPERACION SEGURIDAD Y SEGUIMIENTO



IDIEM
GEOTECNIA
UNIVERSIDAD DE CHILE

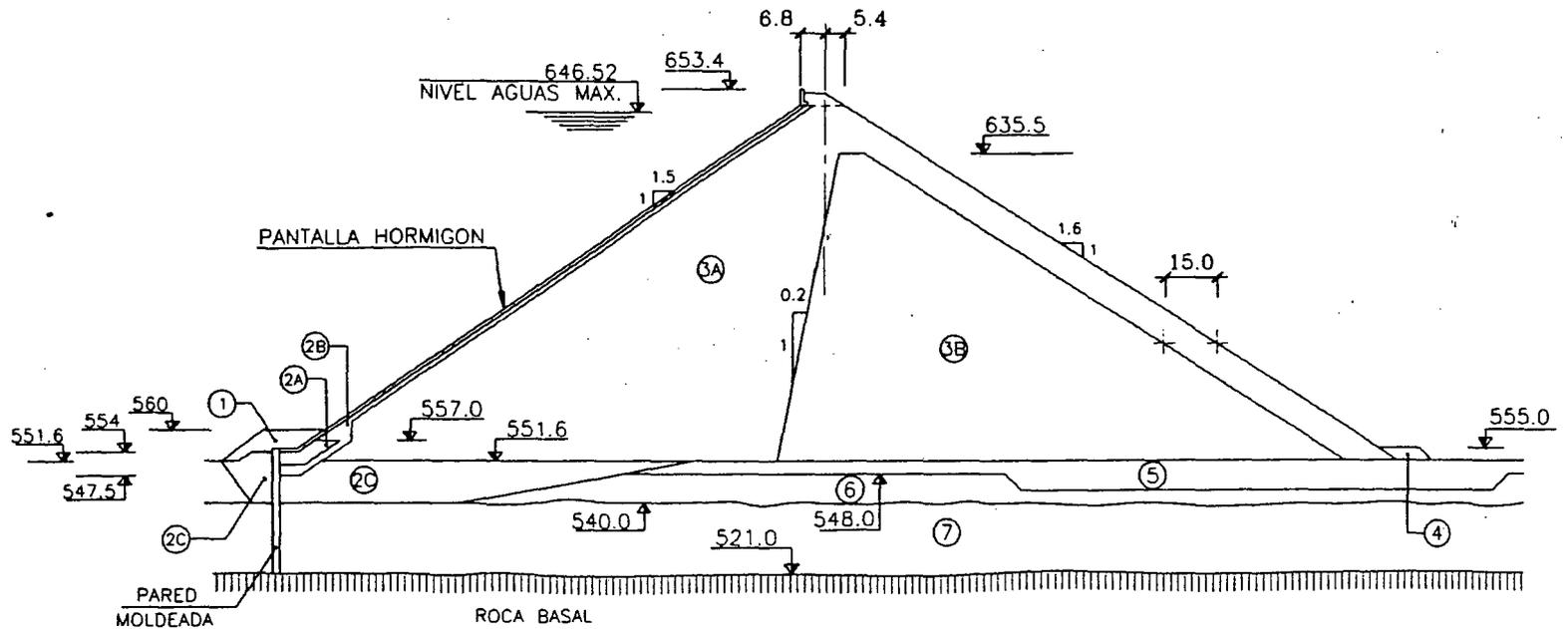
TITULO :
PERFIL LONGITUDINAL EMBALSE SANTA JUANA

FUENTE DE INFORMACION :LARGE DAMS IN CHILE-ICOLD(1996)
ARCHIVO TECNICO EMBALSE SANTA JUANA (1995)

ESCALA 1:2000

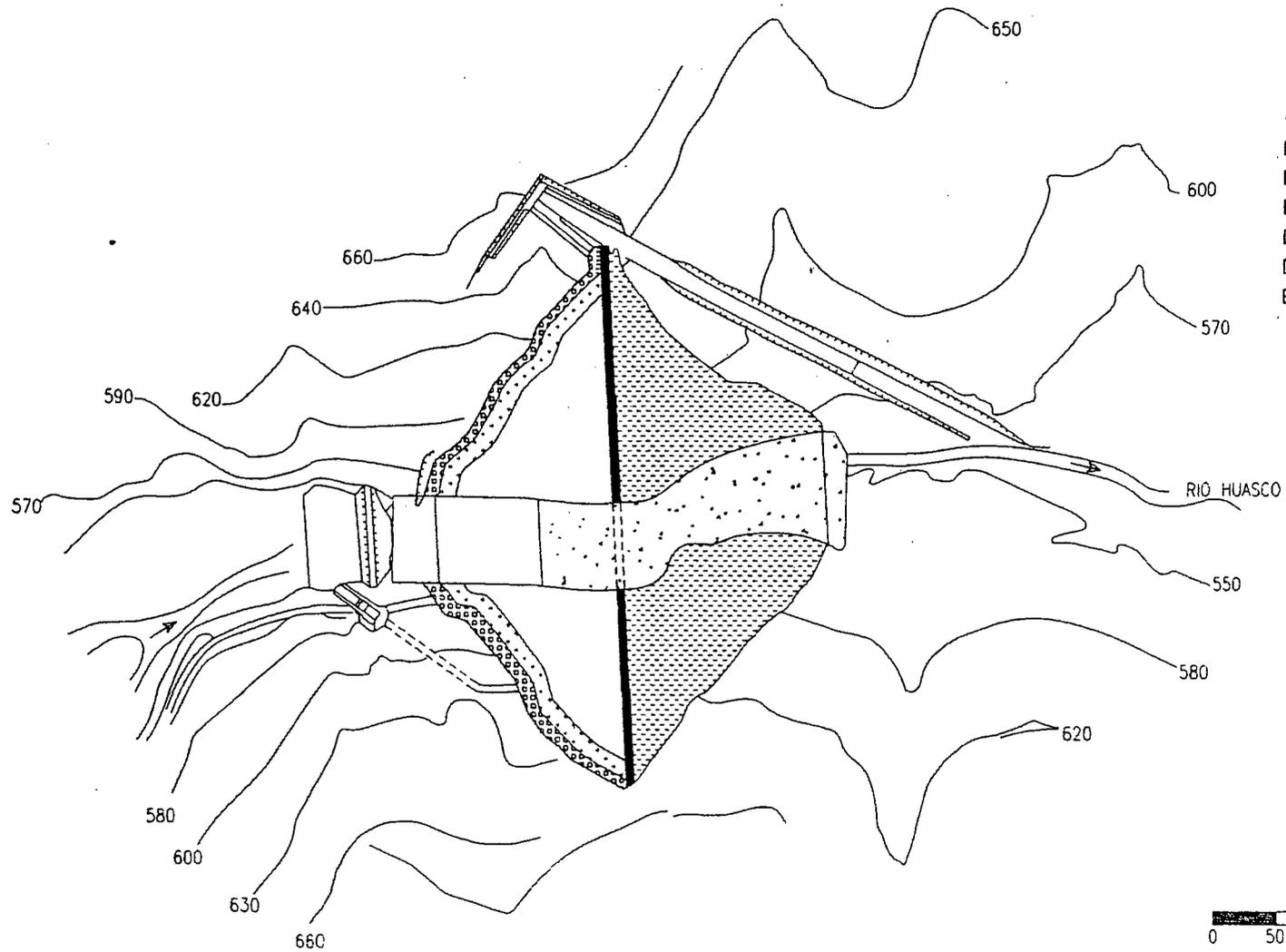
FIGURA N° 14.3

DIRECCION DE OBRAS
HIDRAULICAS - MOP
PRESAS DE RIEGO:OPERACION
SEGURIDAD Y SEGUIMIENTO



MATERIALES :

- 1) _ FINOS NO COHESIVOS.
- 2A) _ FILTRO RESPECTO DE 1.
- 2B) _ GRAVAS < 3", CON 4-12% FINOS.
- 2C) _ GRAVAS < 3".
- 3A) _ GRAVAS < 24".
- 3B) _ GRAVAS Y ROCAS < 40".
- 4) _ ENROCADO DE PROTECCION.
- 5) _ GRAVAS ARENOSAS.
- 6) _ ARENAS Y MAT. ARCILLOSO.
- 7) _ FLUVIAL.



SIMBOLOGIA

-  LECHO ZONA 1
-  LECHO ZONA 2
-  LADERA ZONA A
-  LADERA ZONA B
-  LADERA ZONA C
-  LADERA ZONA D

0 50 100m

IDIEM
GEOTECNIA
 UNIVERSIDAD DE CHILE

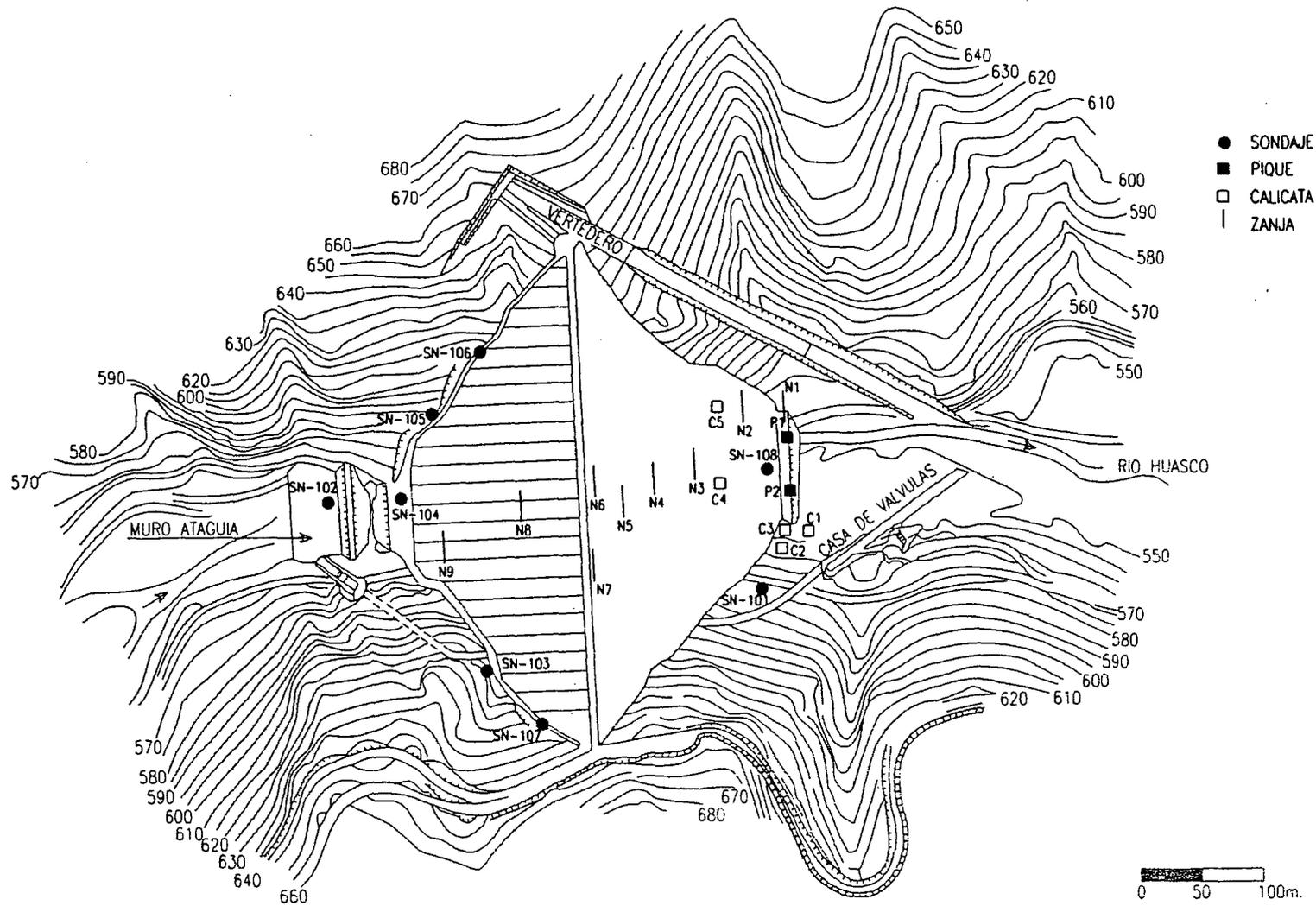
TITULO : PLANTA EMBALSE SANTA JUANA
 ZONIFICACION DEL MATERIAL DE FUNDACION

FUENTE DE INFORMACION: INFORME GEOTECNICO DEL EMBALSE
 PETRUS INGENIEROS LTDA. (1993)

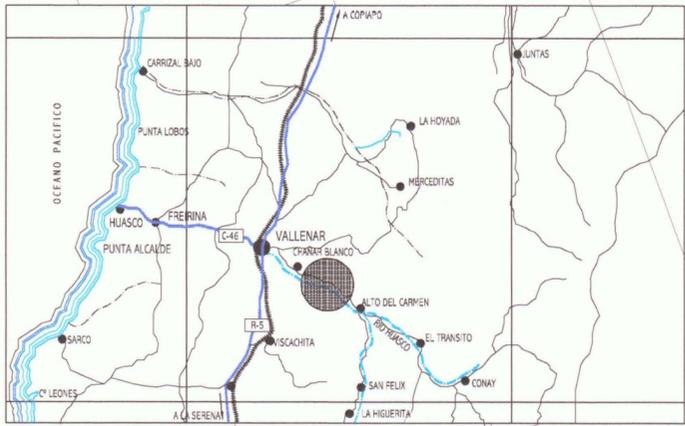
ESCALA 1:5000

FIGURA N° 14.6

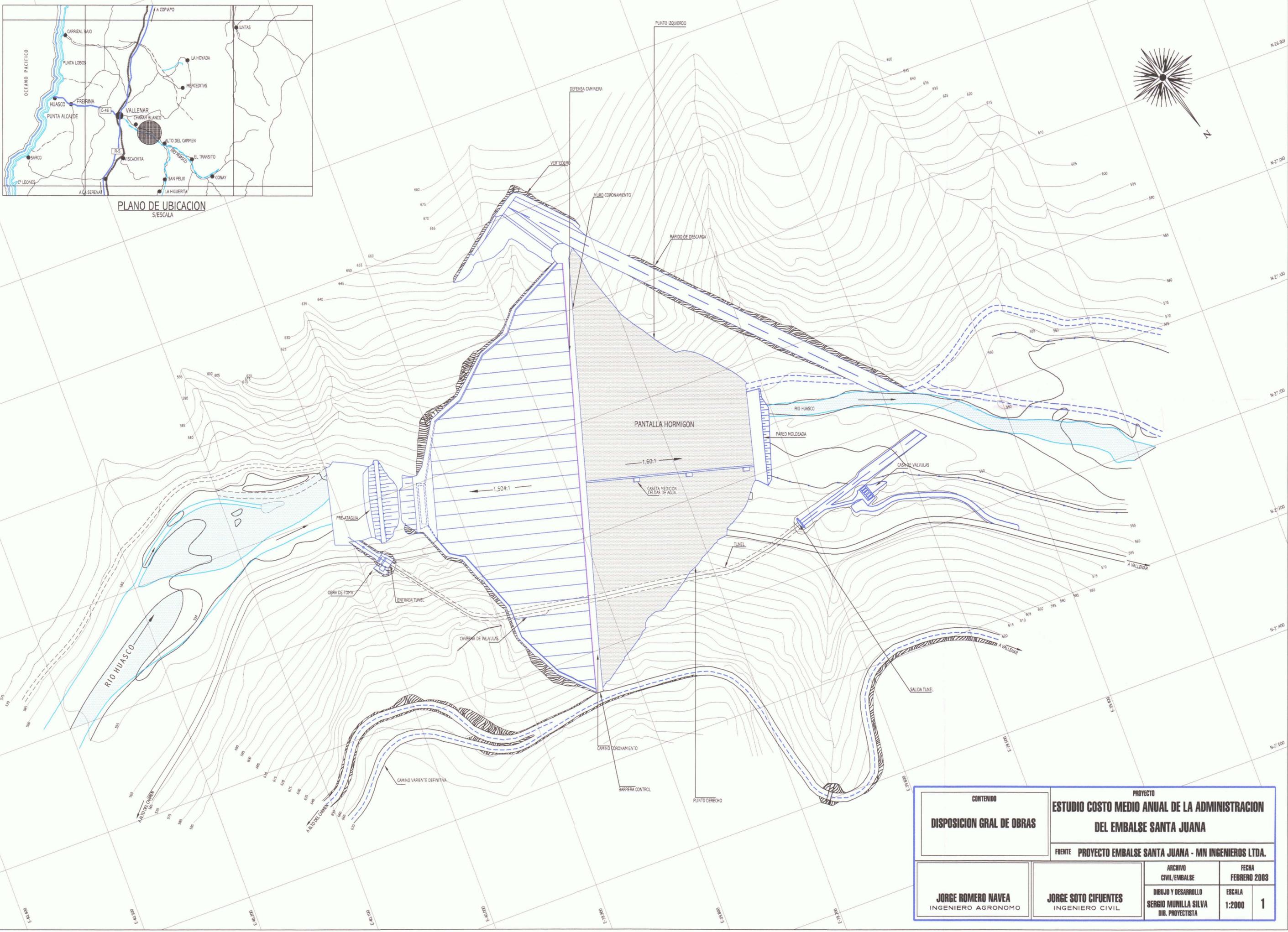
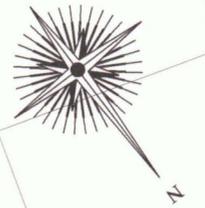
DIRECCION DE OBRAS
 HIDRAULICAS - MOP
 PRESAS DE RIEGO: OPERACION
 SEGURIDAD Y SEGUIMIENTO



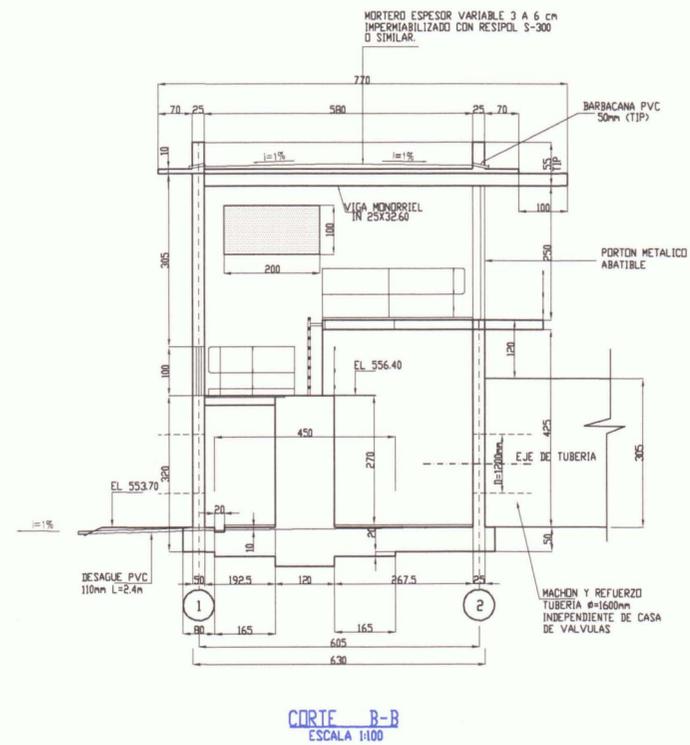
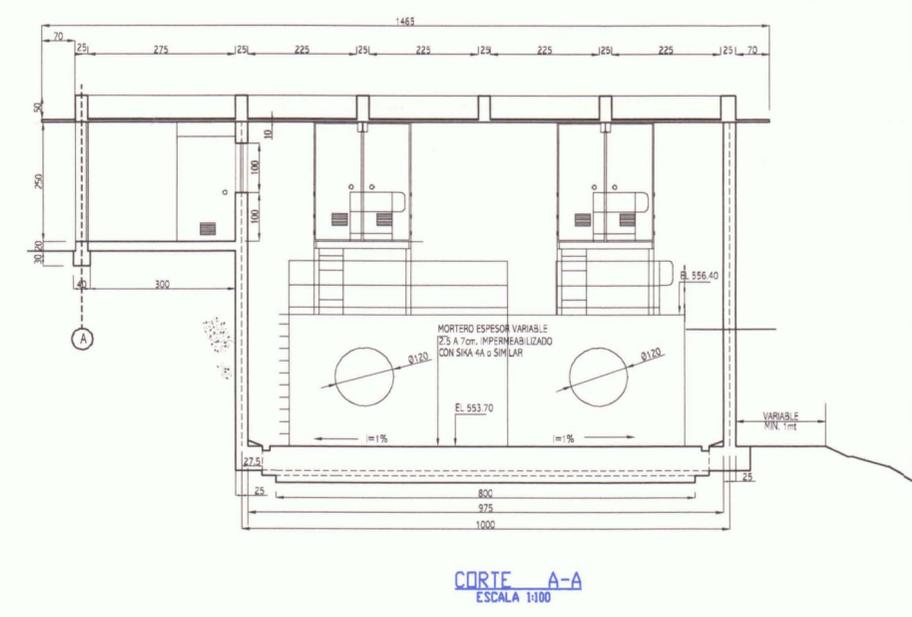
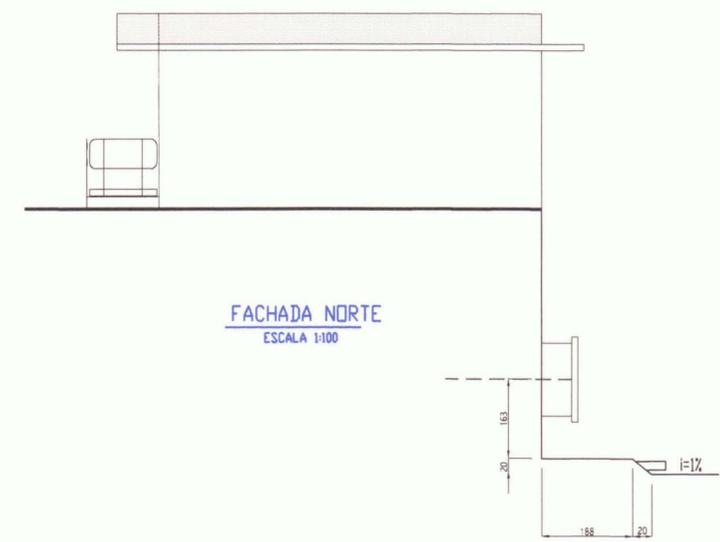
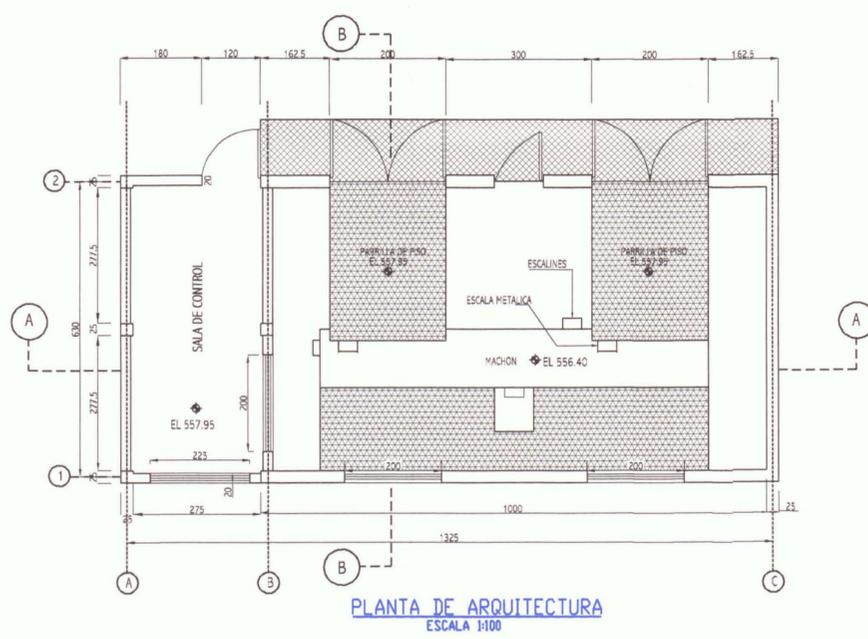
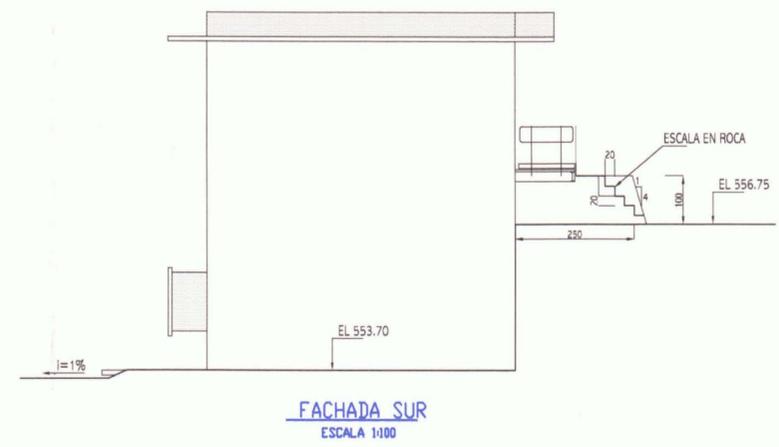
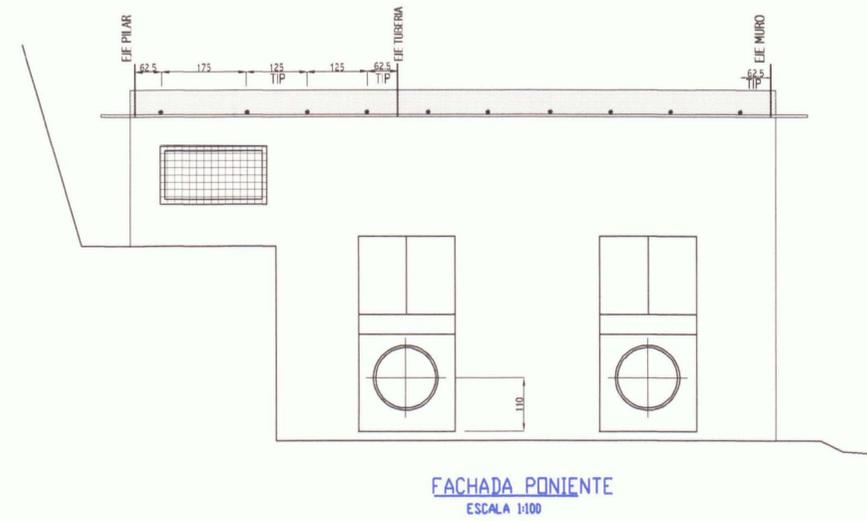
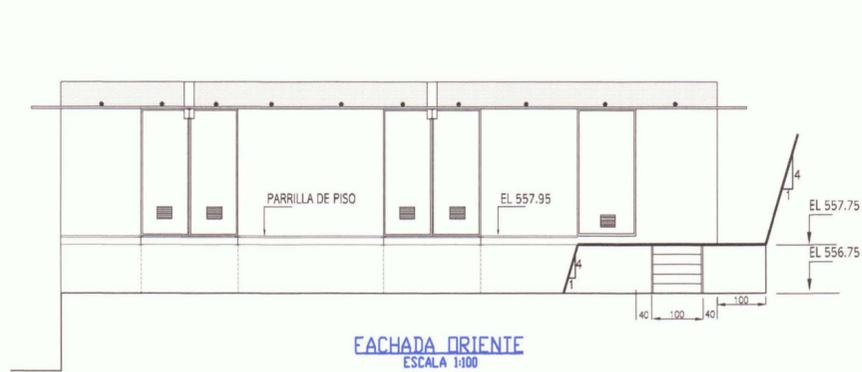
PLANOS



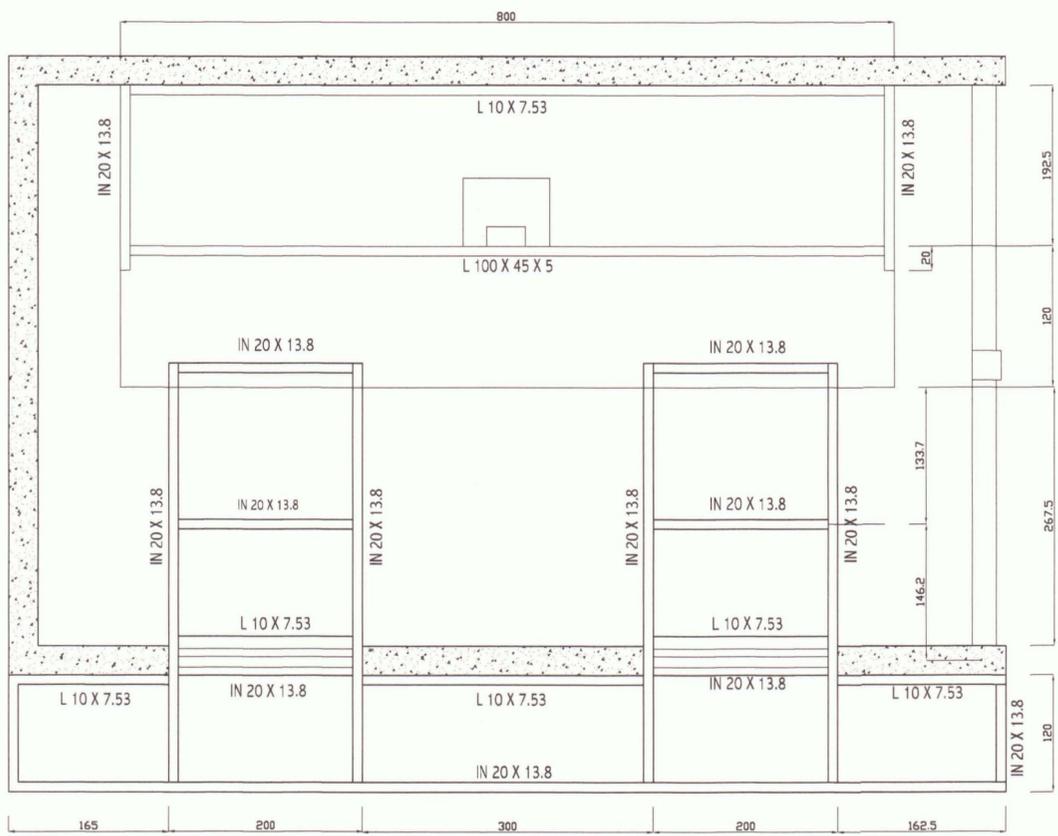
PLANO DE UBICACION
S/ESCALA



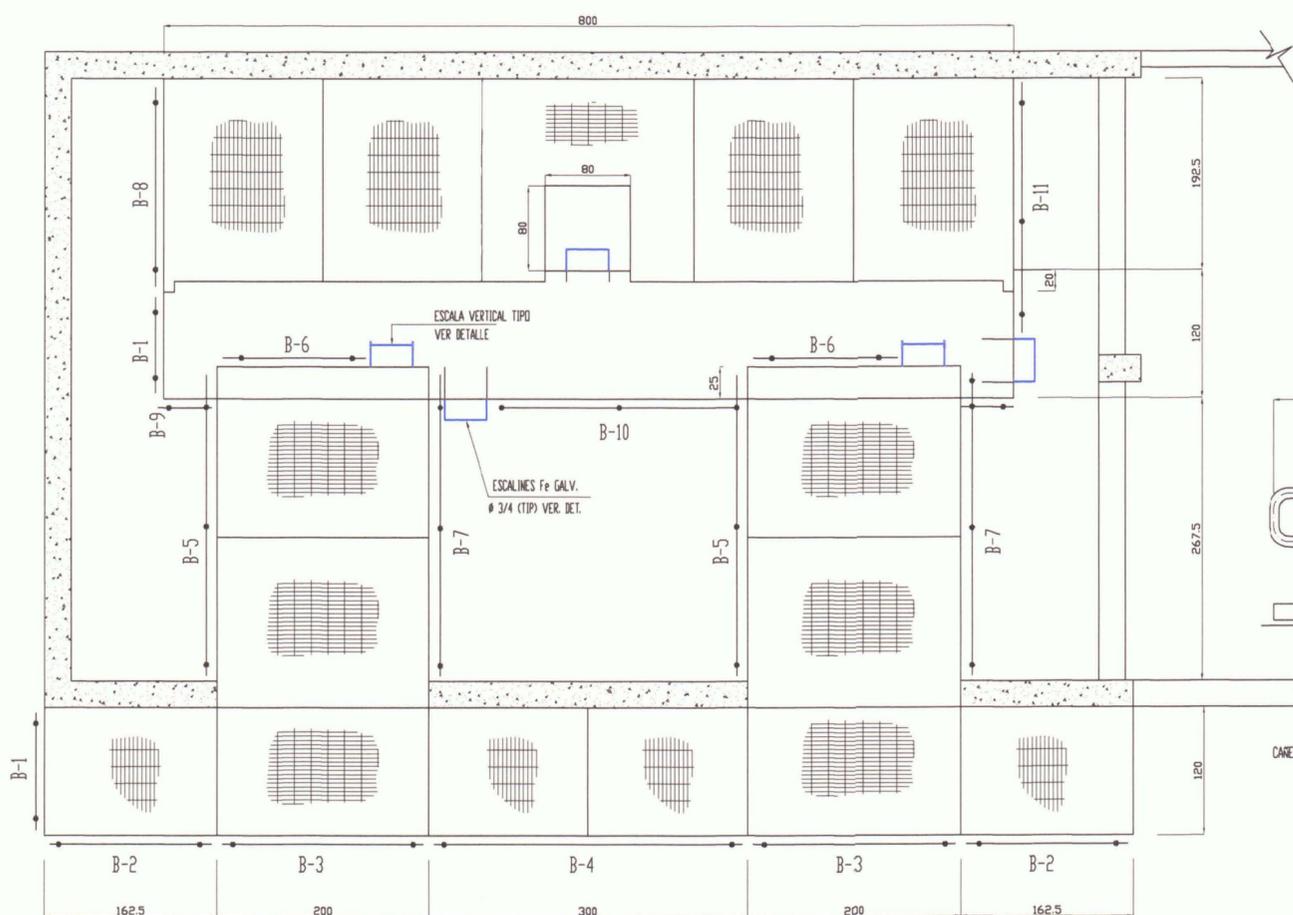
CONTENIDO DISPOSICION GRAL DE OBRAS	PROYECTO ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	
	FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.	
JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO	ARCHIVO CIVIL/EMBALSE	FECHA FEBRERO 2003
	JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL	ESCALA 1:2000
	DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIB. PROYECTISTA	1



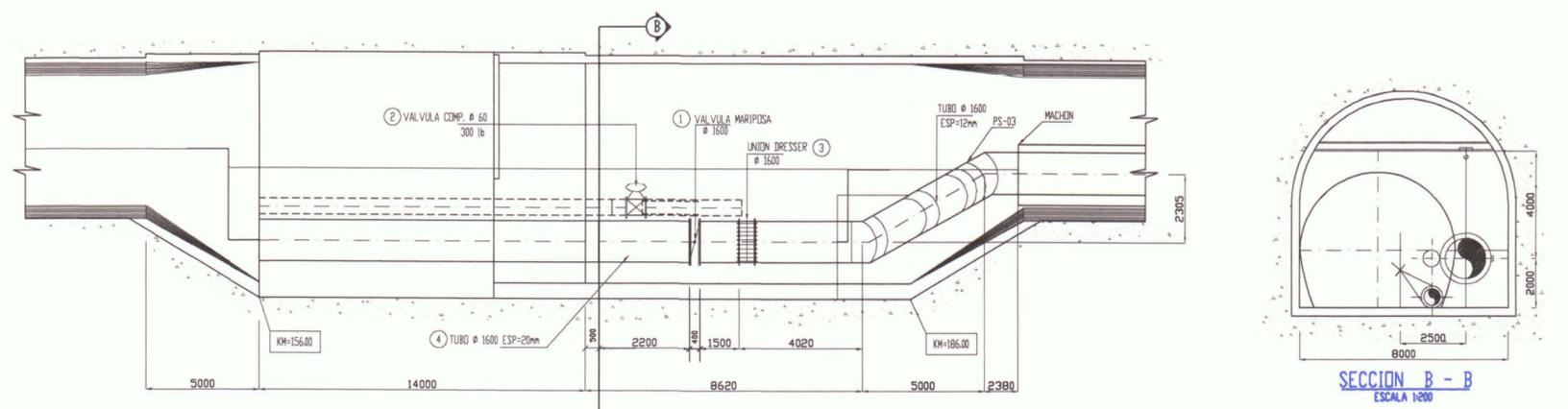
CONTENIDO * CASA DE VALVULAS Y SALA DE CONTROL * PLANO DE ARQUITECTURA Y FORMAS	PROYECTO ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA		
	FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.		
JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO	JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL	ARCHIVO CIVIL/TOTAL	FECHA FEBRERO 2003
		DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIR. PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS 2



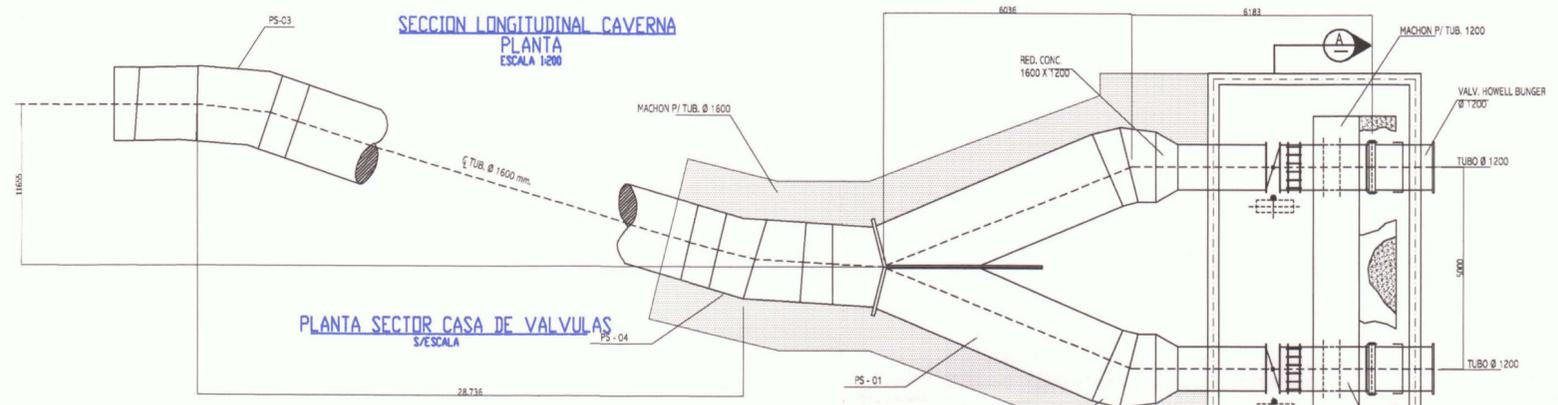
PLANTA
ESCALA 1/50



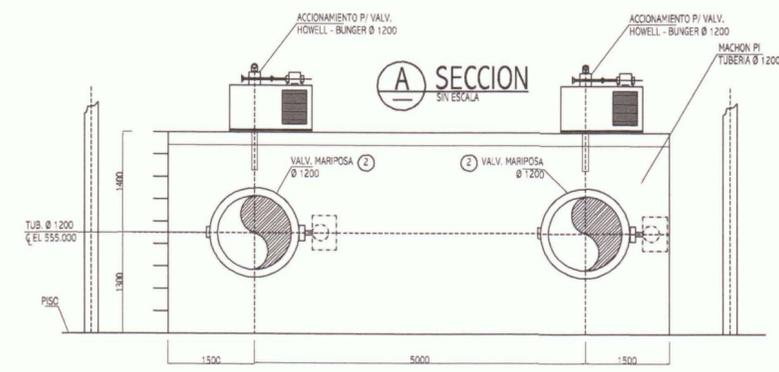
PLANTA BARANDAS Y GRATING
ESCALA 1/50



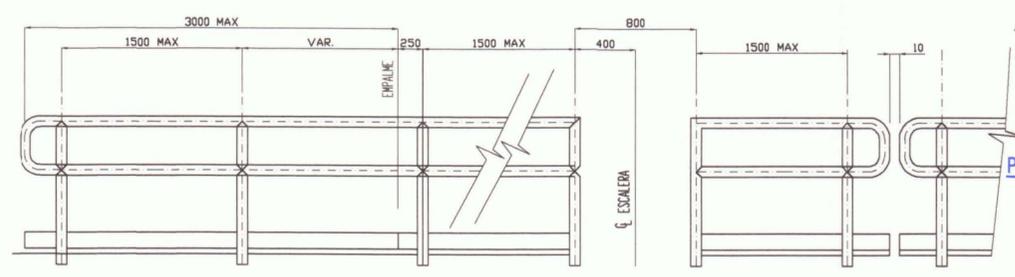
SECCION B - B
ESCALA 1/200



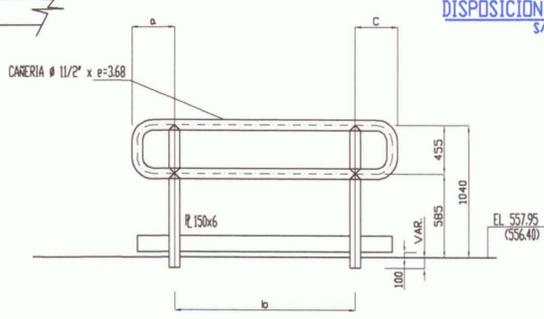
PLANTA SECTOR CASA DE VALVULAS
S/ESCALA



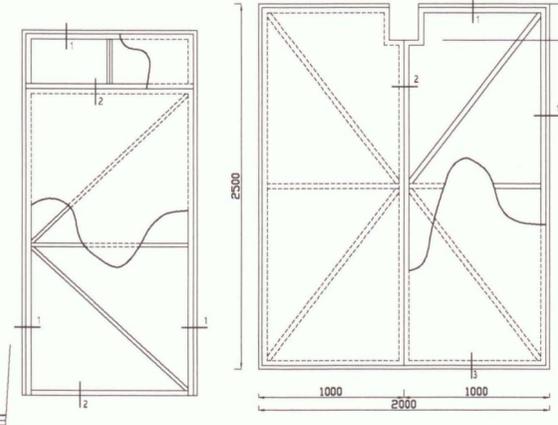
SECCION A
S/ESCALA



DISPOSICION DE VARANDAS
S/ESCALA

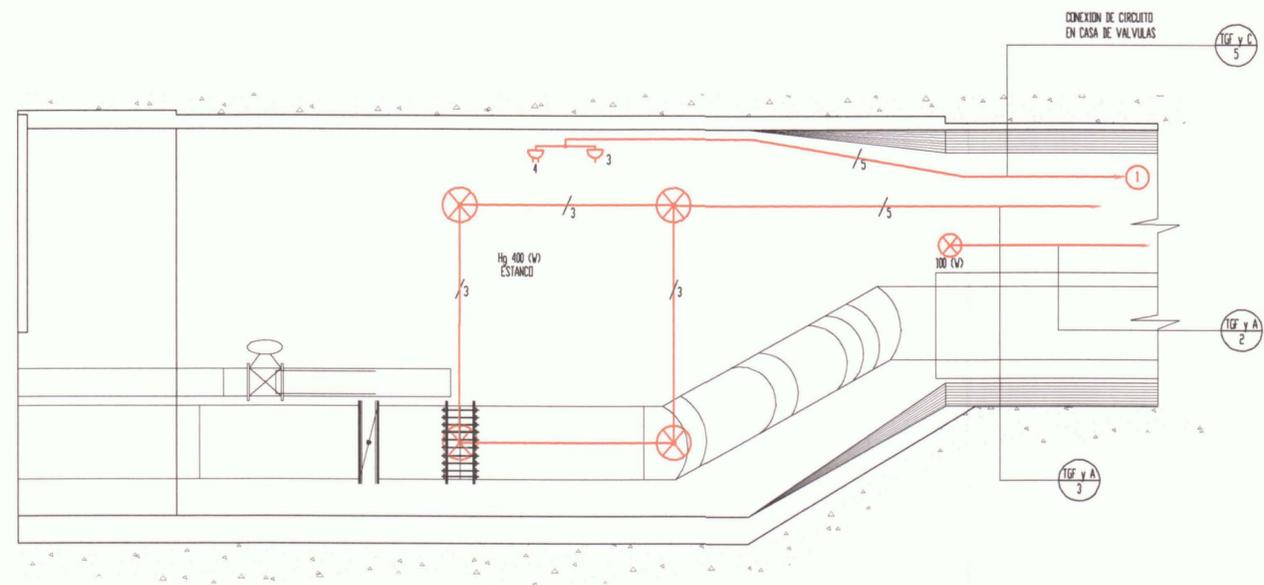
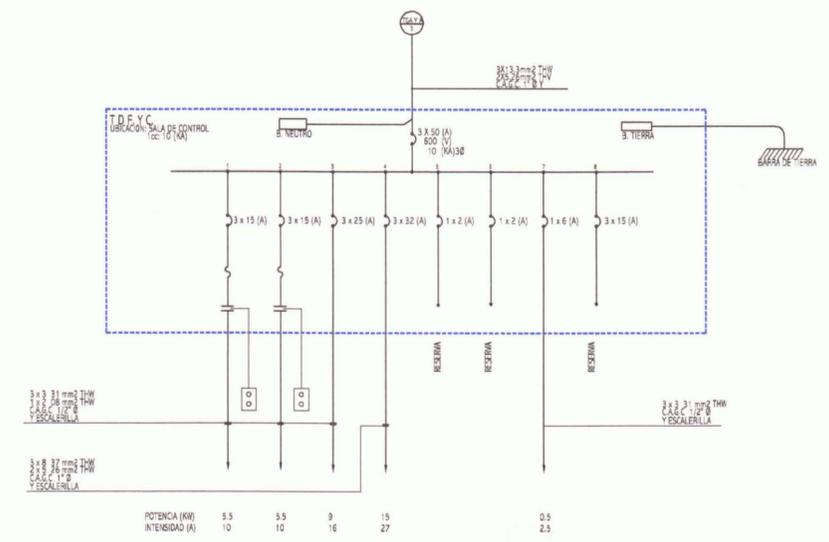
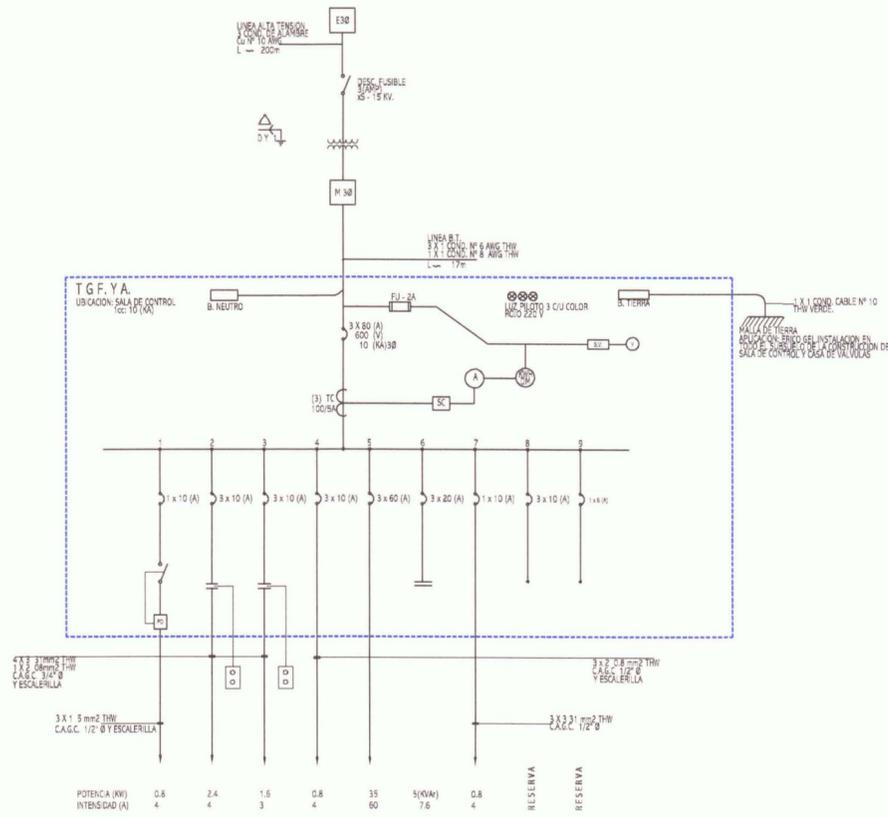
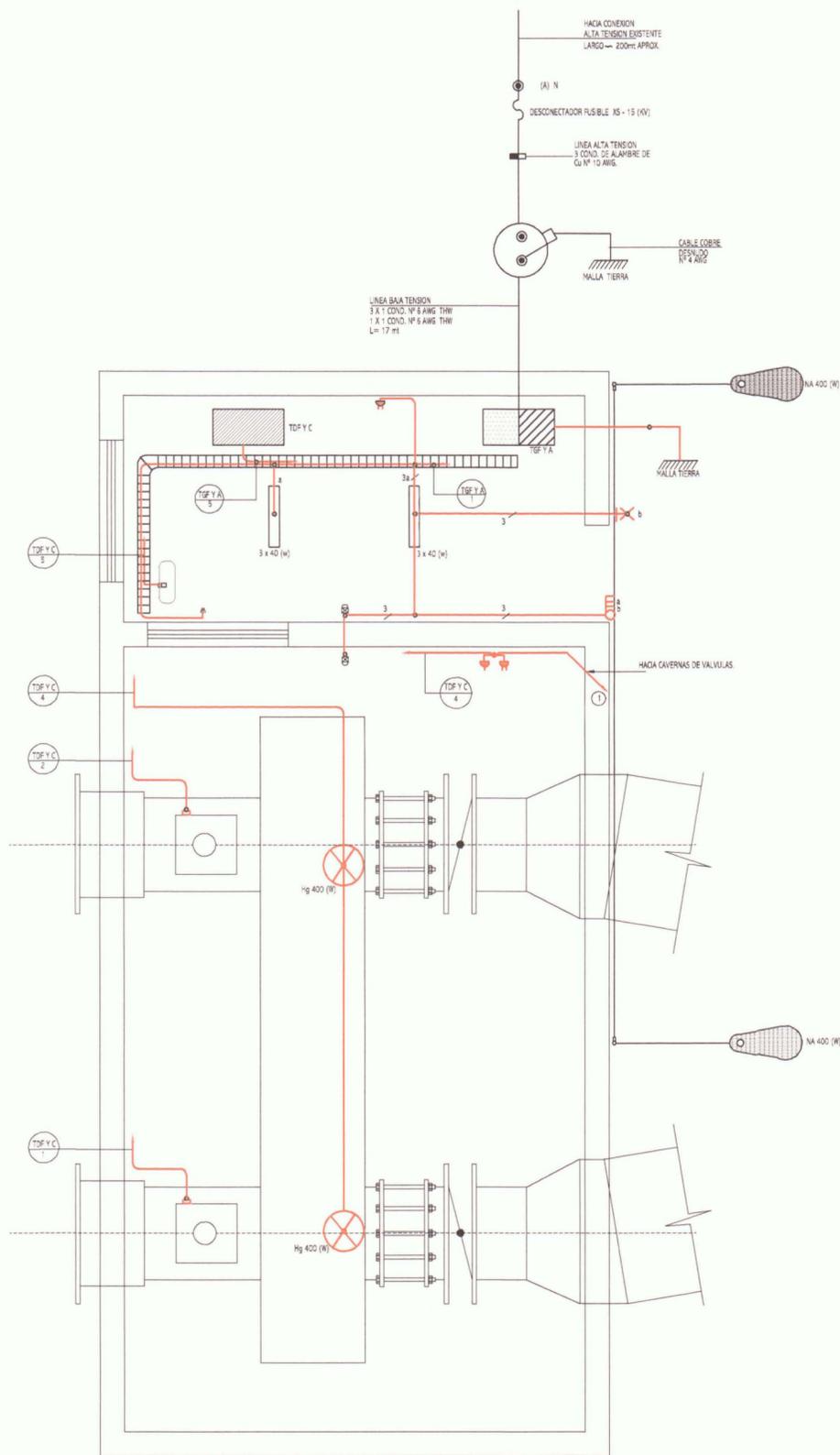


TRAMO TIPICO
S/ESCALA



DETALLE PUERTA CASA VALVULAS
(TIPICO)
S/ESCALA

CONTENIDO		PROYECTO	
* CASA DE VALVULAS Y SALA CONTROL	PLANO ESTRUCTURAS METALICAS	ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	
* PIEZAS ESPECIALES EN CASA DE VALV.		FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.	
* PIEZAS ESPECIALES EN CAVERNA VALV		ARCHIVO CIVIL/TOTAL	FECHA FEBRERO 2008
JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO	JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL	DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIR. PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS 3

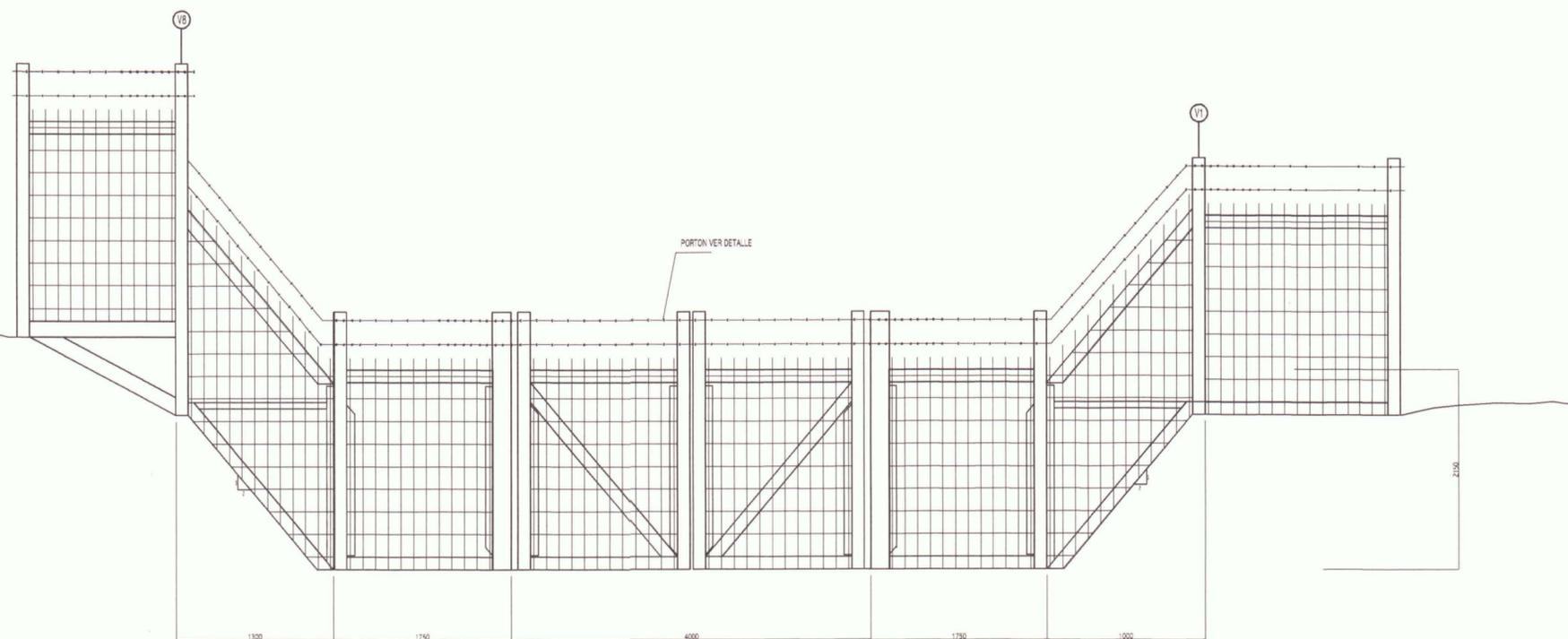


PLANTA CAVERNA Y VALVULAS
CIRCUITO DE ILUMINACION Y FUERZA
ESCALA 1:200

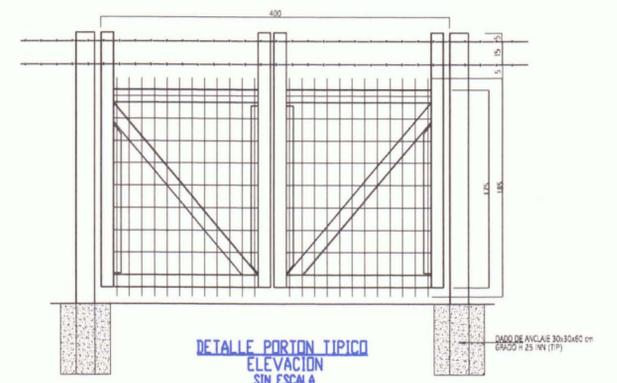
NOTAS:

- 1.- LAS CONEXIONES A MOTORES ACTUADORES O EQUIPOS ELECTROMECANICO SE HARAN CON TUBERIA METALICA FLEXIBLE
 - 2.- TODOS LOS CONTROLES DE MOTORES Y ENCENDIDO DE LUMINARIAS ESTARAN EN SALA DE CONTROL
 - 3.- LOS TABLEROS TGF Y A Y TDA Y C SERAN ANTIPOLVO Y HERMETICOS. CON PUERTA CON LLAVE. LAS DIMENSIONES SON. i) - TGF Y A 170 X 100 X 30 cm. ii) - TDF Y C 170 X 120 X 30 cm
 - 4.- LA MALLA DE TIERRA SERA TRATADA CON PRODUCTO " ERICO GEL" PARA BAJAR LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, ESTA IRA ENTERRADA BAJO TODA LA EXTENSION DE LA CASA VALVULAS Y SALA DE CONTROL.
 - 5.- LA ESCALERILLA PORTA CONDUCTOR ES ELECTROGALVANIZADA Y DE DIMENSIONES 120 X 70 X 3mm
 - 6.- TODOS LOS CONDUCTORES LLEGARAN A REGLETAS DE CONEXION
- ADEMAS DEBE CONSIDERARSE TABLERO PARA EQUIPO DE MEDIDA

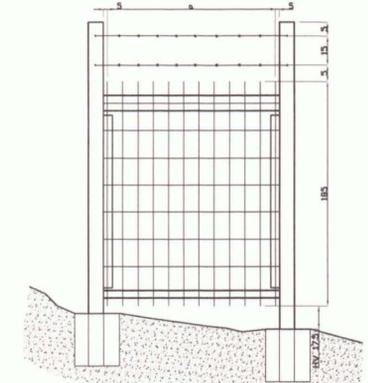
CONTENIDO		PROYECTO	
ALUMBRADO Y FUERZA		ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	
		FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MIN INGENIEROS LTDA.	
JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO	JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL	ARCHIVO CIVIL/TOTAL	FECHA FEBRERO 2003
		DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIB. PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS 4



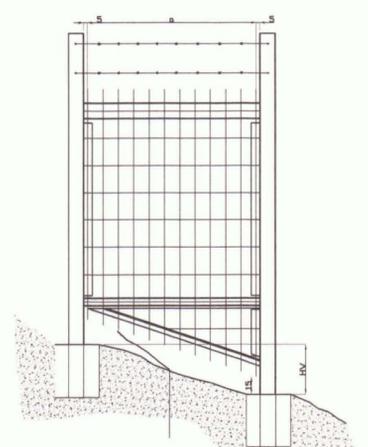
ELEVACION TRAMO V8 - V1
SIN ESCALA



DETALLE PORTON TIPICO
ELEVACION
SIN ESCALA

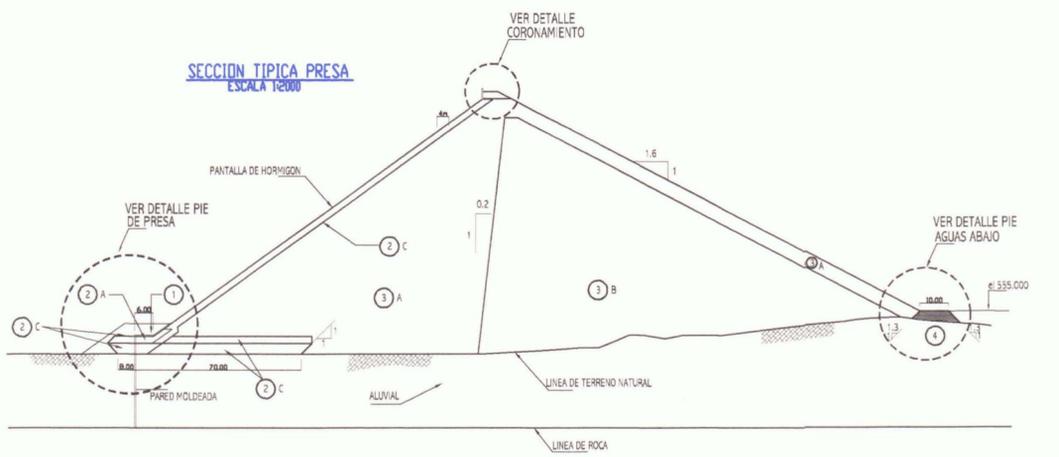


ELEVACION TRAMO SIN SUPLE
(TIPICO)
S/ESCALA

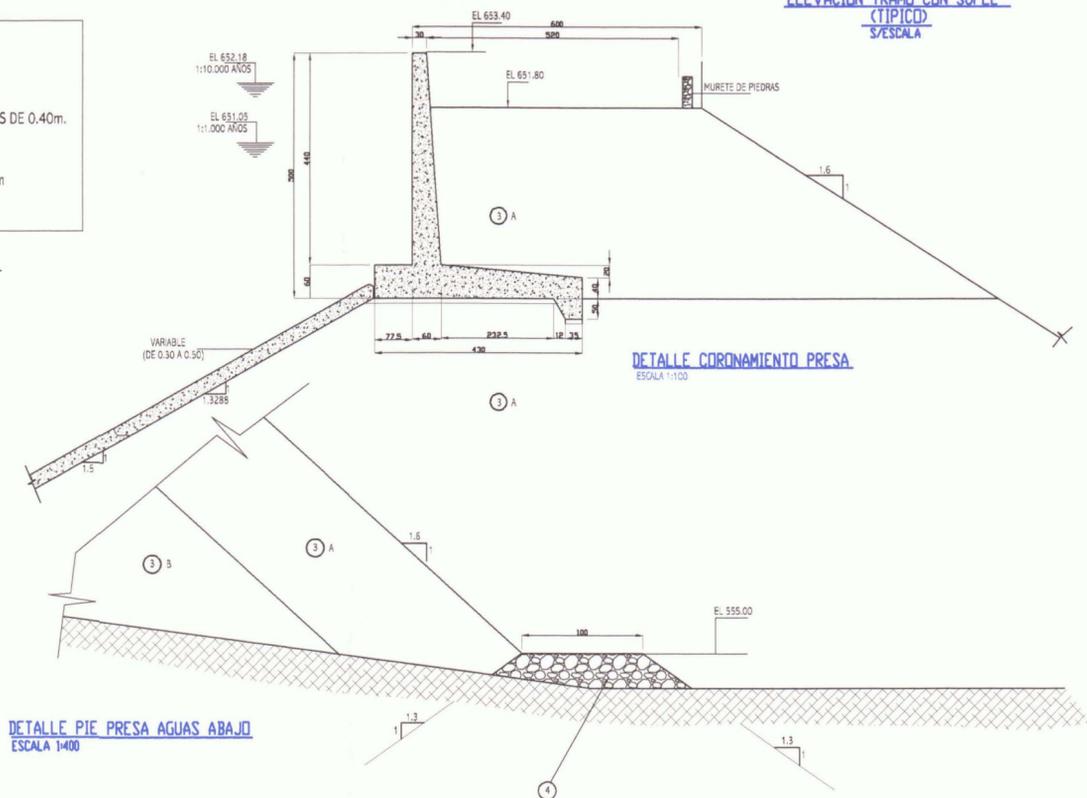


ELEVACION TRAMO CON SUPLE
(TIPICO)
S/ESCALA

SECCION TIPICA PRESA
ESCALA 1:2000

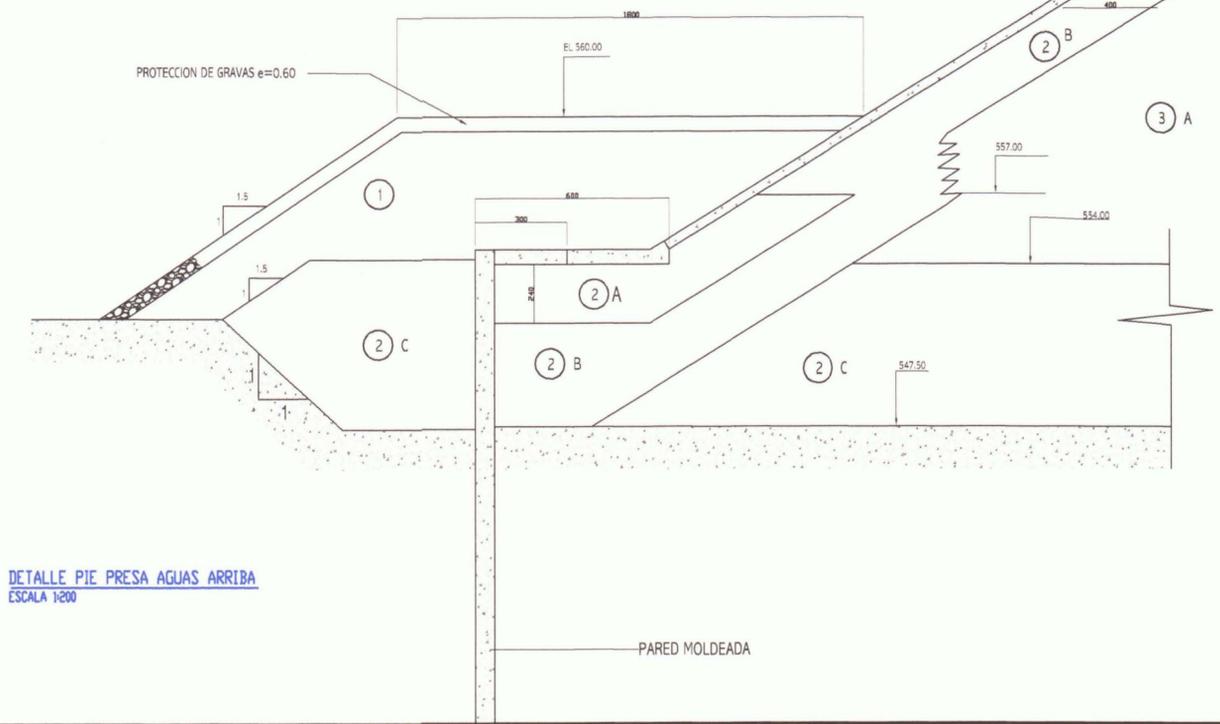


- LEYENDA**
- ① - FINOS NO COHESIVOS
 - ② A - FILTROS RESPECTO DE ① $1/2''$
 - ② B - GRAVAS <math>< 3''</math> CON 4 - 12 % <math>< \phi < 200</math>; CAPAS DE 0.40m.
 - ② C - GRAVAS <math>< 3''</math>; CAPAS DE 0.60m
 - ③ A - GRAVAS <math>< 24''</math>; CAPAS DE 0.40m
 - ③ B - GRAVAS Y ROCAS $40''$; CAPAS DE 1.20m
 - ④ - ENROCADO DE PROTECCION.



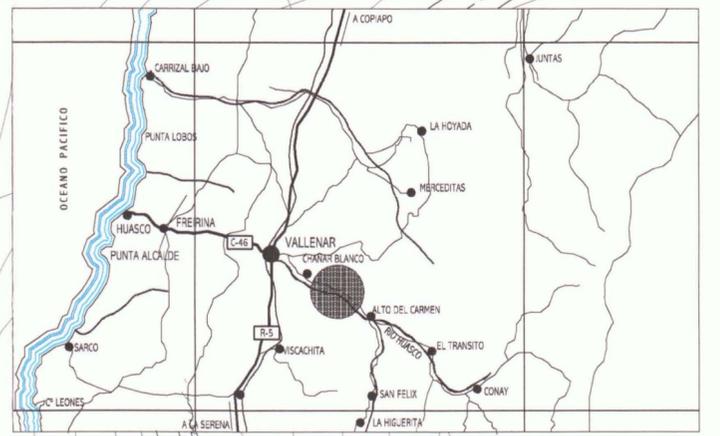
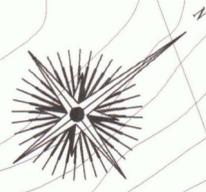
DETALLE CORONAMIENTO PRESA
ESCALA 1:100

DETALLE PUE PRESA AGUAS ABAJO
ESCALA 1:400

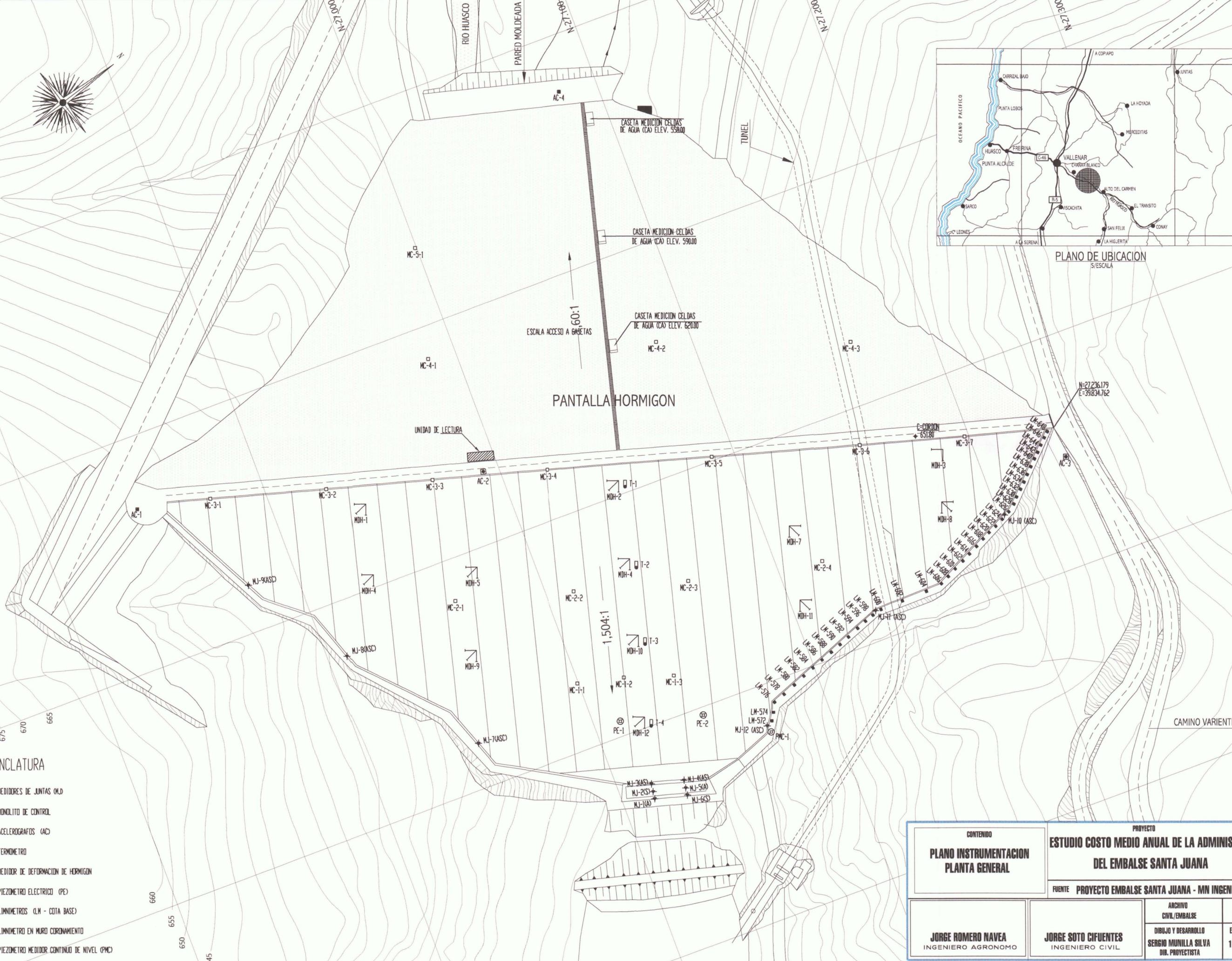


DETALLE PUE PRESA AGUAS ARRIBA
ESCALA 1:200

<p>CONTENIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> * CASA DE VALVULAS - DETALLE CIERRE MALLA ACMA * CORTE Y DETALLES PRESA 		<p>PROYECTO</p> <p>ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA</p>	
<p>JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO</p>		<p>JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL</p>	
<p>ARCHIVO CIVIL/TOTAL</p>		<p>FECHA FEBRERO 2003</p>	
<p>DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIB. PROYECTISTA</p>		<p>ESCALA INDICADAS 5</p>	
<p>FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.</p>			



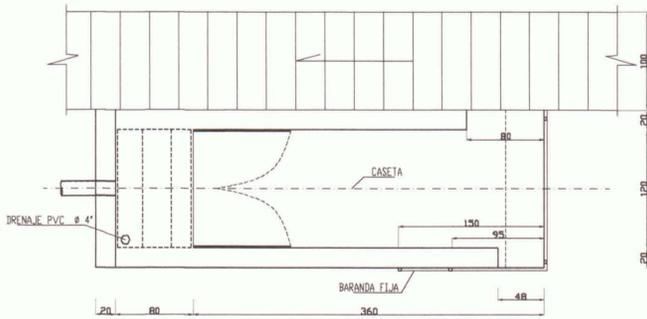
PLANO DE UBICACION
S/ESCALA



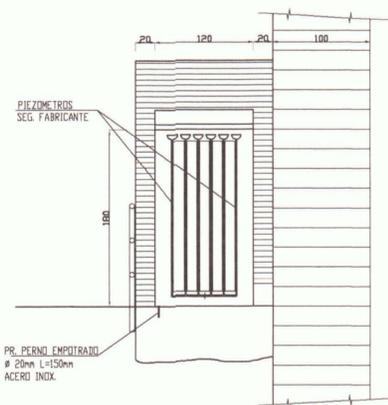
NOMENCLATURA

-  MEDIDORES DE JUNTAS (MJD)
-  MONILITO DE CONTROL
-  ACCELEROGRAFOS (AC)
-  TERMOMETRO
-  MEDIDOR DE DEFORMACION DE HORMIGON
-  PIEZOMETRO ELECTRICO (PE)
-  LIMNIMETROS (LM - COTA BASE)
-  LIMNIMETRO EN MURO CORONAMIENTO
-  PIEZOMETRO MEDIDOR CONTINUO DE NIVEL (PMC)

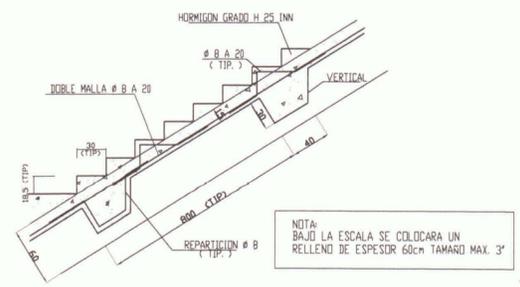
<p>CONTENIDO</p> <p>PLANO INSTRUMENTACION PLANTA GENERAL</p>	<p>PROYECTO</p> <p>ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA</p> <p>FUENTE: PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.</p>
<p>JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO</p>	<p>JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL</p>
<p>ARCHIVO CIVIL/EMBALSE</p> <p>DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIR. PROYECTISTA</p>	<p>FECHA FEBRERO 2003</p> <p>ESCALA 1:2000</p> <p>6</p>



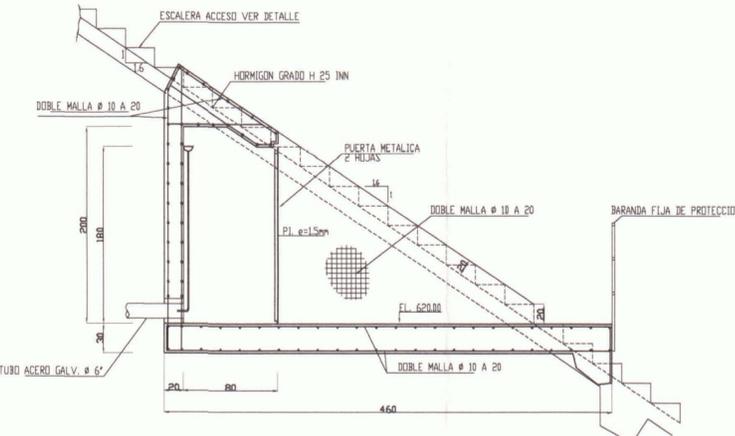
PLANTA CASETA MEDICION
ESCALA 1:50



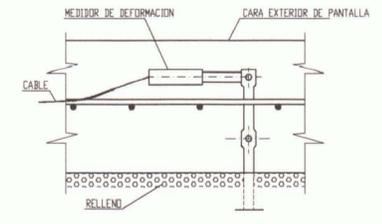
VISTA B - B
ESCALA 1:50



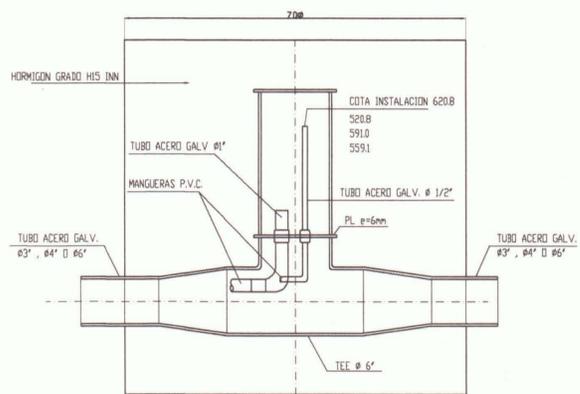
DETALLE ESCALA ACCESO A CASETA MEDICION
ESCALA 1:40



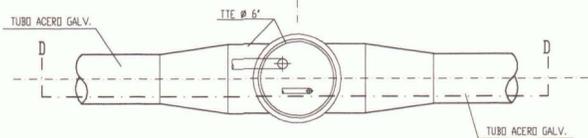
CORTE LONGITUDINAL CASETA MEDICION
ESCALA 1:50



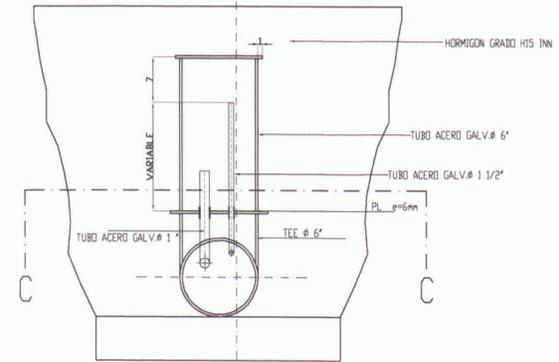
DETALLE MEDIDOR DE DEFORMACION
DEL HORMIGON
SIN ESCALA



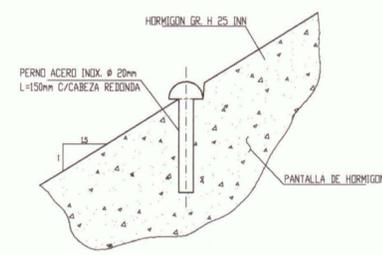
CORTE D-D
ESCALA 1:40



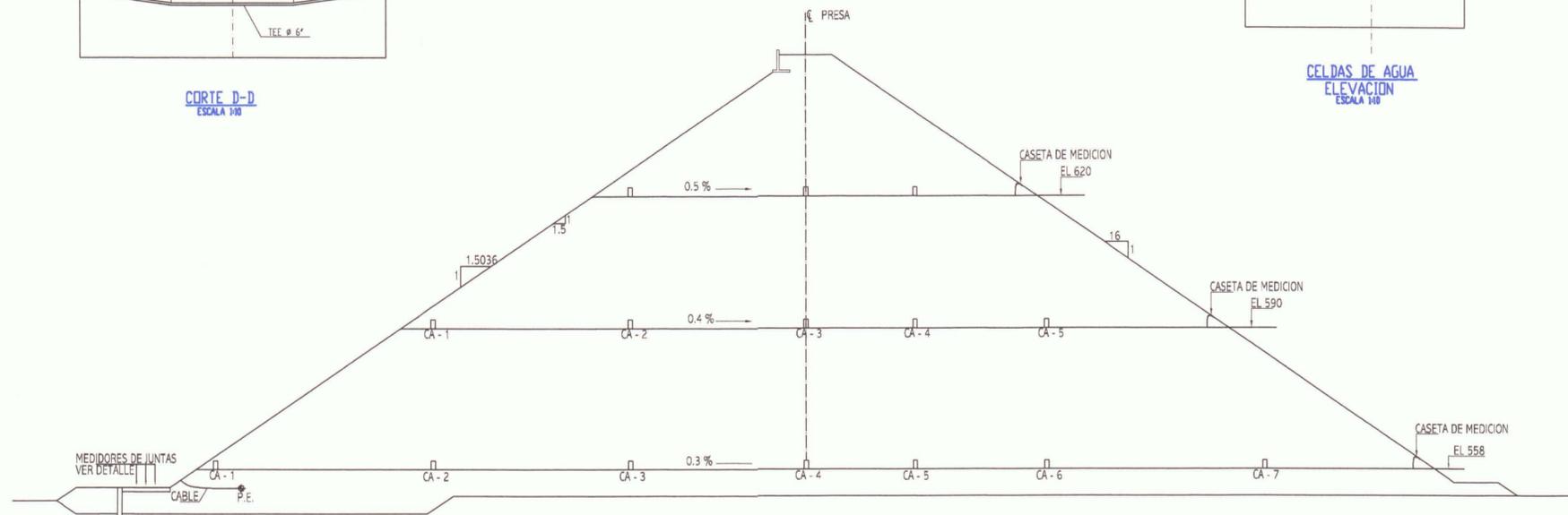
CORTE C-C
ESCALA 1:40



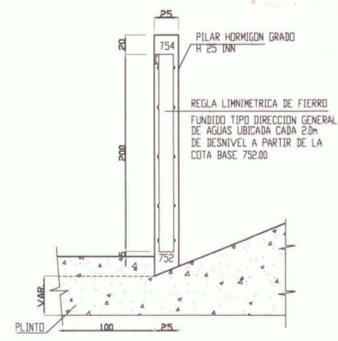
CELAS DE AGUA
ELEVACION
ESCALA 1:40



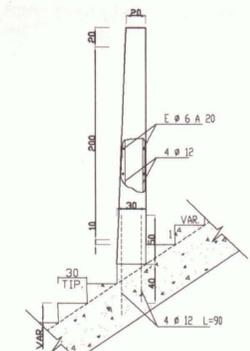
DETALLE MONOLITO DE CONTROL
EN PANTALLA DE HORMIGON
ESCALA 1:50



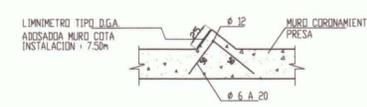
CELAS DE AGUA Y CASETA DE MEDICION
ESCALA 1:1000



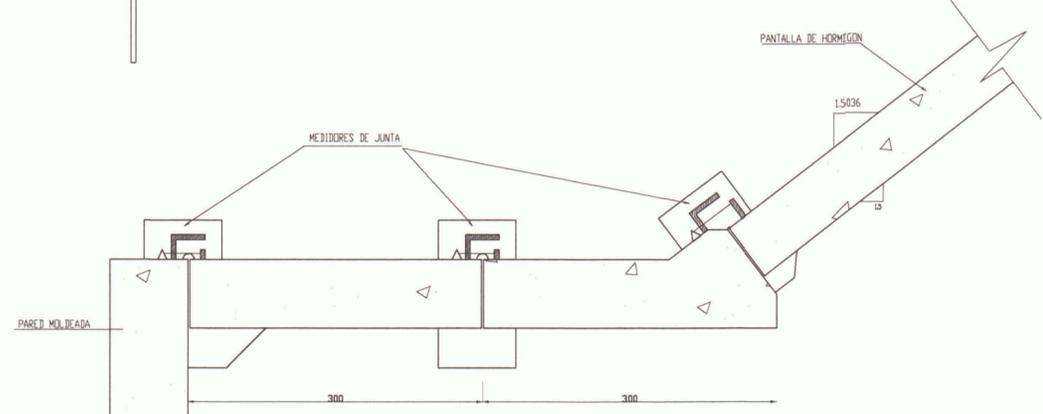
DETALLE PILAR LIMNIMETRO LM-784/842 Y ESCALA
ESCALA 1:50



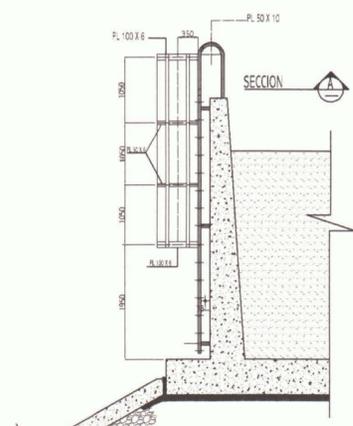
CORTE A - A
ESCALA 1:50



PLANTA LIMNIMETRO EN MURO
LIMNIMETRO LM-784/842
ESCALA 1:50



DETALLE UBICACION MEDIDORES DE JUNTAS
ESCALA 1:50



SECCION ELEVACION ESCALA
ACCESO A LIMNIGRAFOS
ESCALA 1:50

- NOTAS
- 1.- RECUBRIMIENTO ARMADURAS 7.5 cm MINIMO
 - 2.- HORMIGON GRADO H 25 INN.
 - 3.- ACERO ESTRUCTURAL A 37 - 24 - ES

CONTENIDO		PROYECTO	
* PLANO DE INSTRUMENTACION		ESTUDIO COSTO MEDIO ANUAL DE LA ADMINISTRACION DEL EMBALSE SANTA JUANA	
* DETALLES		FUENTE PROYECTO EMBALSE SANTA JUANA - MN INGENIEROS LTDA.	
JORGE ROMERO NAVEA INGENIERO AGRONOMO	JORGE SOTO CIFUENTES INGENIERO CIVIL	ARCHIVO CIVIL/TOTAL	FECHA FEBRERO 2003
		DIBUJO Y DESARROLLO SERGIO MUNILLA SILVA DIR. PROYECTISTA	ESCALA INDICADAS 7