

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DEL COMPLEJO DE  
ACUICULTURA – LA ARENA – CASMA”**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**MARIO ARTURO CABANILLAS TORO**

**PROMOCIÓN 1988 – II**

**LIMA – PERÚ**

**2 002**

*Este Trabajo de Titulación  
Profesional lo dedico muy en  
especial a mi querido hermano  
Ing° Lúcar Antonio Cabanillas  
Toro, por su constante apoyo y  
orientación para la elaboración de  
la presente Tesis.*

*Este Trabajo de Titulación  
Profesional lo dedico también a mi  
querido y recordado padre don  
Lucas Esteban Cabanillas Ouiroz y  
a mi querida madre doña Luz Toro  
Ordóñez por su gran esfuerzo de  
toda la vida desplegado a mi favor.*

*Este Trabajo de Titulación  
Profesional lo dedico también a mi  
señora esposa Gladys y a mis hijos  
Lucas y Luz que me alentaron con  
su presencia física y moral.*



*Este Trabajo de Titulación  
Profesional lo dedico también a  
mis queridos hermanos Oscar,  
Guadalupe, Sonia Luz, Sonia  
Isabel, Maruja y Carlos.*

# INDICE

## PRÓLOGO

I.	INTRODUCCIÓN	1-3
II.	GENERALIDADES	4-108
	2.1 Datos del Proyecto	4
	2.1.1 De la obra	4
	2.1.2 Contrato de obra	5
	2.1.3 Calendario	5
	2.1.4 Organización del Contratista Y Consultor	6 -10
	2.1.5 Resumen de actividades de la Supervisión	11-15
	2.1.6 Seguridad	16
	2.2 La Acuicultura	17-108
	2.2.1 Cultivo de bivalvos	18-19
	2.2.2 Etapa de operación	20-24
	2.2.3 Área de influencia y línea de base	25-52
	2.2.4 Identificación, predicción y evaluación de Impacto	52-58
	2.2.5 Plan de manejo ambiental	59-64
	2.2.6 Plan de seguimiento o monitoreo ambiental.	65-70
	2.2.7 Orientaciones metodológicas	71-73

2.2.8	Biología de los bivalvos	74-81
2.2.9	Ostras	82-83
2.2.10	Obtención de semillas de bivalvos en criaderos	84-93
2.2.11	Análisis de flujos residuales (línea de base)	93-100
2.2.12	Métodos de análisis de textura y granulometría de sedimentos (línea de base)	100-103
2.2.13	Mejillones y ostras del Pacífico	103-108
III.	PREPARACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	109-274
3.1	Generalidades	109
3.1.1	Introducción	109
3.1.2	Ubicación	109
3.1.3	Descripción del proyecto encargado	109-112
3.1.4	Descripción de la obra ejecutada Físicamente	112-122.
3.2	Estudio de suelo	122
3.2.1	Objeto	122
3.2.2	Reconocimiento del terreno	122-123
3.2.3	Investigación realizada	123-127
3.2.4	Rasgos geológicos locales	127-149
3.2.5	Condiciones de estratigrafía	150-157
3.2.6	Habilitación de terreno	157-158

3.2.7	Análisis de estabilidad y deformación	158-161
3.2.8	Conclusiones	161-165
3.2.9	Recomendaciones	165-170
3.3	Control de calidad para materiales	171
3.3.1	Estructuras	171-198
3.3.2	Arquitectura	198-237
3.3.3	Instalaciones eléctricas	237-266
3.3.4	Instalaciones sanitarias	266-274
IV.	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	275-320
4.1	Filtros de arena	275-283
4.1.1	Filtros de piscina	275-276
4.1.2	Filtro servacual	276-277
4.1.3	Filtros de arena	277-278
4.1.4	Selección de filtros e instalación	278-283
4.2	Obras electromecánicas	283-299
4.2.1	Sistema de bombeo de agua de mar : del proyecto	283-284
4.2.2	Sistema de bombeo de agua dulce: del proyecto	284
4.2.3	Sistema de Bombeo agua de mar : Recalculado	284-296
4.2.4	Sistema de bombeo de agua dulce : Recalculado	296-299

4.3 Planta de ósmosis inversa	299-320
4.3.1 Equipo de Ósmosis Inversa	299-303
4.3.2 Balance económico y social	303-305
4.3.3 Partes imps. del equipo de Osm.	305-317
4.3.4 Condiciones del agua de alimentación	317-320
V. EVALUACIÓN DE COSTO	321
5.1 Costo e inversión estimada	321
5.2 Costo de producción	321-323
5.3 Parte económica del proyecto en general	324-333
5.3.1 Liquidación de toda la obra	324-325
5.3.2 Resumen de liquidación de obra	326
5.3.3 Monto contratado vigente en dólares americanos	327-328
5.3.4 Valorizaciones del contrato principal tramitadas	329-330
5.3.5 Valorizaciones tramitadas en dólares americanos y pagadas al tipo de cam- bio en nuevos soles	331-332
5.3.6 Desembolsos efectuados	333
CONCLUSIONES	334
BIBLIOGRAFÍA	335-346
ANEXOS	

## PRÓLOGO

El Ministerio de Pesquería como Entidad Pública que administra los recursos de nuestro mar territorial, cuenta con un organismo dependiente de ella, denominada Fondo Nacional de Desarrollo pesquero y cuyas siglas es FONDEPES.

La labor que cumple FONDEPES, es de asistencia a la pesca artesanal y pesca comercial de pocas toneladas. También cumple labores de mantenimiento de muelles, desembarcaderos o puertos.

Sin embargo, la actividad que promueve es de carácter científico, es el estudio y desarrollo de la acuicultura equivalente a la siembra de especies marinas y su respectiva crianza.

En febrero de 1999 me dieron la oportunidad de participar en la ejecución de las obras del proyecto Piloto del Centro de Acuicultura La Arena – Casma – 1° Etapa.

En aquel entonces, fue aprobada mi participación por el Director de Obras de FONDEPES, Ing. Fernan Pacheco Gamboa como Asistente de Supervisión del Consorcio CADUCEO – CABANILLAS . Así mismo FONDEPES designó al Ing. Emilio Palacios como Coordinador para la presente Obra.

El Ing. Emilio Palacios merece mis reconocimientos en mérito por su trabajo de Coordinador que facilitó los trámites documentarios ante FONDEPES para hacer realidad, a una obra tan compleja y dinámica, también deseo recordar a nuestro buzo, Sr. Arturo Rojas, quien proviene de una familia de buzos y fue nuestro inspector de los cimientos de las obras de construcción del muelle.

Pero de todos los profesionales que me dejó una enseñanza mayor, fue el Ing. Civil Jose B. Vivanco Vivanco, quien con su calidad de especialista en puertos.

Tuvo que revisar y aprobar el nivel +0.00 del muelle a construir. Fueron momentos de mucho acercamiento, el registrar los niveles de las mareas en forma horaria, diaria, mensual y los registros elaborados por la Naval del Perú con sus datos de máxima marea a lo largo de 30 años. La prueba de fuego lo pasamos los últimos días del mes de Abril, cuando se produjo en todo el litoral, maretazos con olas que cubrían todas las obras de puerto (muelle, pista de carreteo, caseta de buzos y patio de limpiado de ostras) por varias horas.

Otra mención importante a los proveedores del equipo de osmosis inversa y filtros de arena, la empresa LECORP, quienes me dieron las instrucciones del uso y mantenimiento de los equipos en mención.

El presente trabajo da las pautas para conocer más, sobre los instrumentos que controlan el uso del equipo desalinizador de agua por ósmosis inversa.

Al terminar la construcción del centro de acuicultura La Arena – 1era Etapa, el Consorcio Caduceo – Cabanillas de Supervisión en donde yo trabajé, siguió evaluando los equipos para contribuir con nuestras recomendaciones para el correcto uso y mantenimiento de los equipos instalados en dicho Centro de Acuicultura.



# CAPITULO I

## INTRODUCCION

La base conceptual del presente estudio tiene por objeto, continuar las investigaciones de la nueva especialidad de acuicultura dirigida a trabajos de mar. En esta fase de estudio se ha visto y analizado los costos y se observó que la producción de especies marinas de dos valvas (llamados bivalvos : el choro, ostras, etc.), es sumamente rentable, con una inversión inicial que se recupera en corto tiempo (un año) para los pequeños acuicultores, siendo su mayor problema la obtención de la semilla. La difusión por parte de FONDEPES de la nueva actividad para nuestros trabajadores de mar creó la necesidad de construir una planta de producción de semilla para la crianza de bivalvos. Dichas semillas o alevinos de la Planta de Casma cubriría la demanda interna de FONDEPES, la demanda para la Planta de ACUAPESCA y la demanda de pequeños acuicultores que la requieran.

En la fase de definición del presente tema, se elaboró el proyecto denominado Centro de Acuicultura "La Arena" – Casma.

Dicho proyecto se extendería en un área de 26.88 Hectáreas y un perímetro de 4683 metros. El presente proyecto se dividió en dos etapas, siendo la primera etapa la implementación de la Planta de producción de alevinos, diseñar toda la infraestructura como servicios públicos (red de agua y desagüe, alumbrado público y carretera de acceso) para una población

futura de 150 personas, y finalmente la construcción de un módulo de vivienda para la administración.

En una segunda etapa se construiría 2 módulos más de vivienda para administración y alojamiento para obreros y empleados, alojamiento para estudiantes, comedor, cafetería y salón de juegos, cancha multiusos y estacionamiento. Está proyectado además para la 2ª. Etapa la construcción de ambientes para biblioteca, auditorio, aulas, cómputo y sala de exposición. Se contempla construir ambientes para investigación la misma que contará con área administrativa, laboratorios propios y patio. Se destina áreas para la construcción de un acuario y una antena que monitoree todo nuestro litoral.

El presente informe abocado a la Etapa I, tuvo como presupuesto base de \$ 1'709,133.31 (Dólares Americanos) y se trabajó en las especialidades de Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Carretera de acceso afirmada y Obras de mar.

Como se podrá ver esta fase de definición permitió a FONDEPES concebir y definir plenamente el sistema antes de que comience a ponerlo físicamente en su medio ambiente.

Fase de producción: En esta fase el sistema adoptó forma física y tomó su lugar en el medio ambiente.

La construcción de todo lo concerniente a la Planta de producción, una carretera de acceso, un módulo de vivienda y parte de la infraestructura sanitaria y eléctrica para la Etapa II; fueron prioridad para la Etapa I.

En esta fase de producción se adquirió y se probaron los equipos electromecánicos.

Es importante señalar que en esta fase se verificaron las especificaciones de los equipos electromecánicos y se realizaron diseños de los componentes finales de producción generando adicionales de obra que en total llegó aproximadamente a un 11% del presupuesto base, siendo lo máximo permitido para obras públicas 15% del presupuesto base como adicionales de obra. El costo final de esta primera etapa fue de \$ 1'813,771.89 (Dólares Americanos).

En la actualidad la Planta de producción continúa implementando equipos de laboratorio y ya se tuvo éxito en la obtención de semillas logrados en los hatcheris pero en escala pequeña (no a plena carga).

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **2.1 DATOS DEL PROYECTO**

##### **2.1.1 DE LA OBRA**

###### **a. Nombre del Proyecto**

“Centro de Acuicultura la “Arena”-Casma Etapa 1”

###### **b. Ubicación de la Obra**

La obra se encuentra ubicada en el distrito Comandante Noel, Provincia Casma, Departamento de Ancash, altura Km 392 de la carretera Panamericana Norte y a 3 Km al Norte del Balneario Las Tortugas.

###### **c. Modalidad de contratación**

Licitación Publica OSP/PER/334/482-1

###### **d. Sistema de Contratación**

A suma alzada.

###### **e. Presupuesto Base**

4'875,708.20 (Cuatro millones ochocientos setenta y cinco mil setecientos ocho y 20/100 nuevos soles)

###### **f. Plazo de Ejecución**

180 días calendarios a partir de la entrega del adelanto en efectivo; evento que ocurrió posterior a la entrega de terreno, plazo que vence el 08.05.99.

31 días Calendarios de prórroga del plazo de obra, ver carta

Nº 313-99/Caduceo-Cabanillas/Fondepes del 07.05.99.

Esta primera ampliación de plazo traslada el fin de la obra al 08.06.99.

211 días calendarios de plazo de obra ampliado.

Al 30.06.99, existió 4 causales de ampliación de plazo que se ejecutó culminando la obra el 08.10.99

### **g. Financiación**

UNOPS

## **2.1.2 CONTRATO DE OBRA**

### **1. Contratista**

COECSA-SEPIPSA-CUSA Asociados

### **2. Presupuesto Contratado**

\$ 1'709,133.31 inc. IGV

### **3. Factor de Relación: De acuerdo a Contrato de Obra, según**

Cláusula V, no existe factor de relación

### **4. Plazo de Ejecución**

180 días calendados

### **5. Nº de Contrato**

### **6. Licitación Pública OSP/PER/334/482-1**

## **2.1.3 CALENDARIO**

1. Firma Contrato de Obra

21.10.98

## **2. Entrega Adelanto Efectivo**

- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| a. Fecha       | 10-11-98               |
| b. Monto (20%) | \$ 641,827.00 Inc. IGV |

## **3. Entrega del Terreno**

- |                  |          |
|------------------|----------|
| a. Fecha         | 01-11-98 |
| b. Observaciones | Ninguna  |

## **4. Inicio de Obra**

10 de Noviembre 1 998

## **5. Término de la Obra(Original)**

05 de mayo de 1999

## **6. Término de la Obra (1era. Ampliación)**

08 de Junio de 1999.

## **7. Segunda Ampliación de Plazo**

### **2.1.4 ORGANIZACIÓN DEL CONTRATISTA Y CONSULTOR**

#### **2.1.4.1 DEL CONTRATISTA**

##### **a. Personal**

Personal Especializado

- Representante legal : Ing. José Rodríguez Salcedo
- Ing. Residente : Ing. Pavel Miranda Ramirez
- Ing. Especialista  
en Voladuras : Ing. Luis Buitrón Puertas

- Ing. Asistente : Luis Aguilar Alvarado

Personal Técnico

- Capataz General : Sr. Hector Yance Espinal

- Maestro Portuario : Sr. Gonzalo Morote Moreno

- Topógrafo : Sr. José Muñoz Muñoz

- Buzo 1 : Sr. Cesar Zamora Gabino

- Buzo 2 : Sr. Martín Gonzales Obado

Personal Administrativo

- Administrador : Sr. Miguel Ramirez Arismendi

- Almacenero : Sr. Helard Rodríguez Achata

Personal Obrero

- Operarios : 25

- Oficiales : 10

- Peones : 24

Total de personal : 70 personas

**b. Equipo**

1 Cargador frontal

1 Moto niveladora

1 Grúa de 30 Tn.

1 Volquete de 15 m3

1 Camioneta Doble Cabina

1 Camioneta Cabina Simple

2 Vibradores de Concreto Ø = 1 pulg.

Plataforma para 4 pisos de 150 kl de capacidad de  
Isaque.

Andamios metálicos (20 cuerpos)

1 Grupo electrógeno 40 Kw

2 Tecles "TILFOR" de 8 ton c/u

#### 2.1.4.2 DEL CONSULTOR

##### PERSONAL PARTICIPANTE

##### Directivos:

Nombre	Cargo	Especialidad
Ing. M.Sc. José Verástegui M	Gerente General	Sanitario
Ing. M.Sc. Anibal Verástegui	Directorio	Pesquero
Dr. Ec. Eduardo Domenack	Gerente Financiero	Economista
Ing. M.Sc Luis Heysen Zegarra	Comité Técnico	Civil

##### Personal Supervisor:

- Jefe de Supervisión.

Ing. Lucar Cabanillas

- Esp. en Puertos.

Ing. José B. Vivanco Vivanco

- Esp. en Saneamiento

Ing. José Verástegui M



- Esp. Electromecánica.

Ing. José León León

- Esp. Arquitectura Arq. Enrique Paz

- Esp. en Acabados.

Ing. Arturo Cabanillas T.

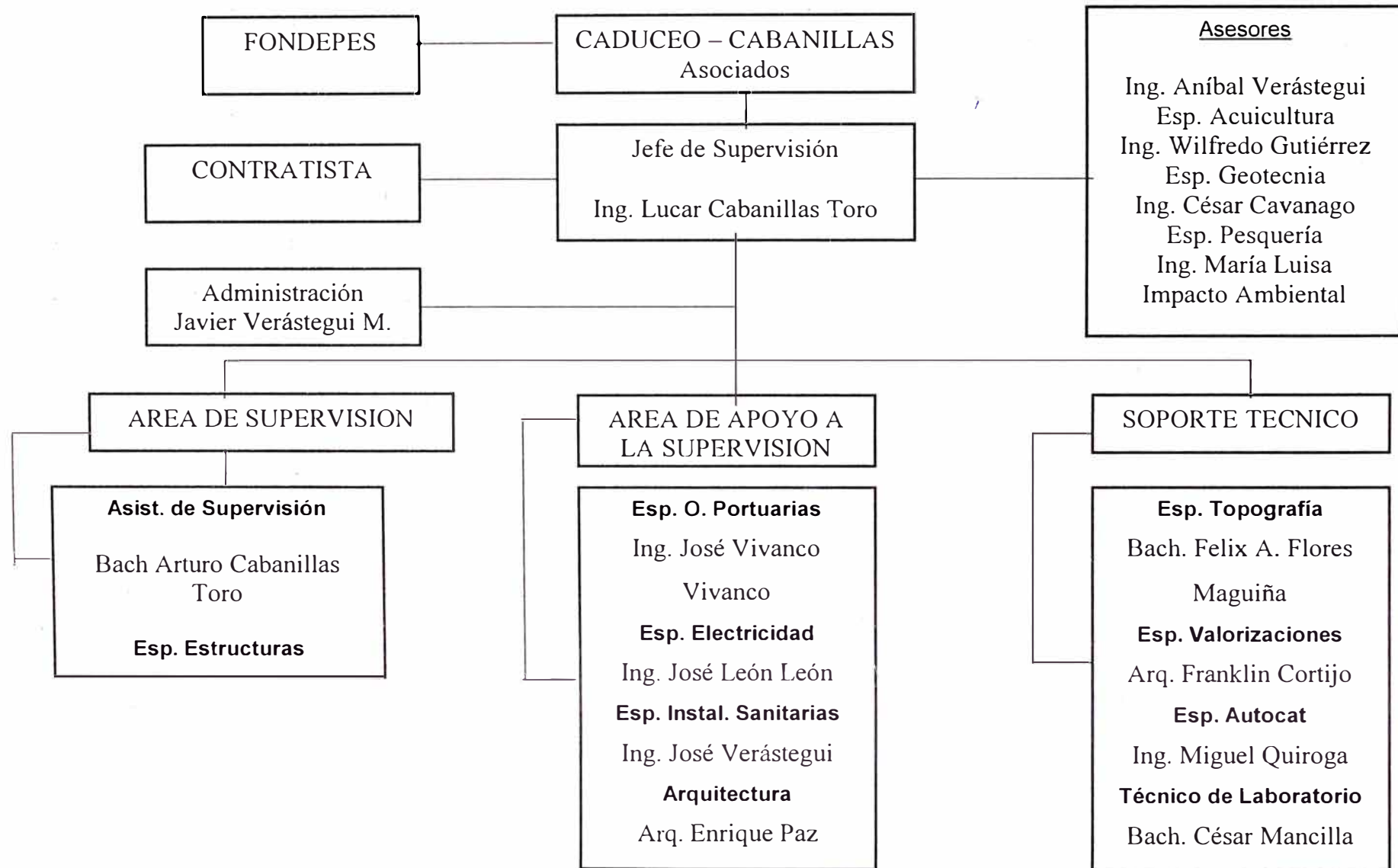
- Buzo

Bach. Arturo Rojas Pariona

## ORGANIGRAMA NOMINAL

## SUPERVISIÓN DE LA OBRA DEL CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA – CASMA ETAPA I

## ADJUDICACIÓN DIRECTA N° 003-93/FONDEPES



## **2.1.5 RESUMEN DE ACTIVIDADES DE LA SUPERVISION**

### **2.1. 5.1 Principales Actividades realizadas por la Supervisión.**

1. Se ha tomado conocimiento de las características técnicas de las obras a realizarse y los términos de contratación de su ejecución, a fin de efectuar una adecuada supervisión técnico-administrativa de las acciones que desarrollen los contratistas.
2. Sé esta supervisando la ejecución de las obras, el cumplimiento de los términos de los contratos y el expediente técnico de la obra principal, así como de las normas y directivas de FONDEPES vigentes.
3. Se ha elaborado un sistema de control de Cartas Fianzas y Póliza de Seguro de equipos y materiales del contrato a supervisar.
4. Sé esta diseñando y mantener un sistema de control del contrato incluyendo los formatos y procedimientos pertinentes
5. Sé esta revisando los métodos constructivos que presenta el Contratista, incluyendo mano de obra, materiales y equipos utilizados.

6. Asimismo sé esta verificando que el personal de ejecución de los contratistas sea el presentado conjuntamente con la oferta y sea compatible con el grado de especialización y de dificultad de las obras a ejecutarse.
7. Se ha continuado con llevar el cuaderno de obra donde se están anotando las ocurrencias, ordenes y consultas respecto a la obra, por el personal autorizado.
8. Seguimos tomando conocimiento de las incidencias anotadas en los cuadernos de obra formulando las recomendaciones o respuesta a que hubiere lugar.
9. Verificación de la calidad de los materiales y su correcta utilización en las construcciones a ejecutarse conforme a las características, pruebas y controles requeridos en las especificaciones técnicas del proyecto y la oferta del contratista, participando en los controles de calidad respectivos.
10. Se exige la presentación de los diseños de mezcla correspondientes a los concretos a utilizar, los mismos que deberán ser aprobados antes de su utilización. Asimismo se mantiene en estricto control de calidad mediante la realización de ensayos de laboratorio por parte del contratista para el empleo del concreto y sus tipos de resistencia a la compresión, debiendo efectuarse los protocolos correspondientes.

11. Supervisión de la ejecución de las Obras en todas sus etapas, constatando que se ajusten a las especificaciones técnicas y planos ejecutivos y/o modificaciones que por necesidad de obra pudieran aprobarse, analizando el sustento técnico correspondiente.
12. Aprobación de las normas de seguridad propuestas por el contratista y verificar en todo momento su eficacia.
13. Exigir un adecuado almacenamiento de los materiales, asimismo controlar el programa de entrega de materiales anticipando faltas y demoras.
14. Controlar en forma sistemática el avance físico de la ejecución de la Obra, verificando el cumplimiento del cronograma ofertado y contratado, así como las eventuales modificaciones en los plazos que se pudieran presentar.
15. Revisa los metrados de avance de Obra del mes.
16. Valoriza los metrados de Avance de Obra del mes y remite dentro del mes el informe de aprobación de la valorización de obra.
17. Revisase cumpla el calendario de Adquisición de materiales.
18. Revisase cumpla el calendario de Avance Valorizado de Obra.
19. Informe a FONDEPES sobre los causales de atraso de existir los mismos y recomienda la mejor solución para

superar el atraso reajustado.

20. Revisar y evaluar las solicitudes de prórroga y/o reprogramación de la obra.

Presentada por el contratista y de acuerdo al sustentó técnico —administrativo y el cumplimiento de los plazos y causales establecidos en el Expediente Técnico de la obra Principal, presentar las recomendaciones respecto de dicha prórroga para la aprobación de FONDEPES.

21. Revisión de los adicionales que pudieran presentar al contratista analizando el fundamento técnico y los precios unitarios de partidas nuevas y ampliaciones de plazo de ejecución a que hubiera lugar.

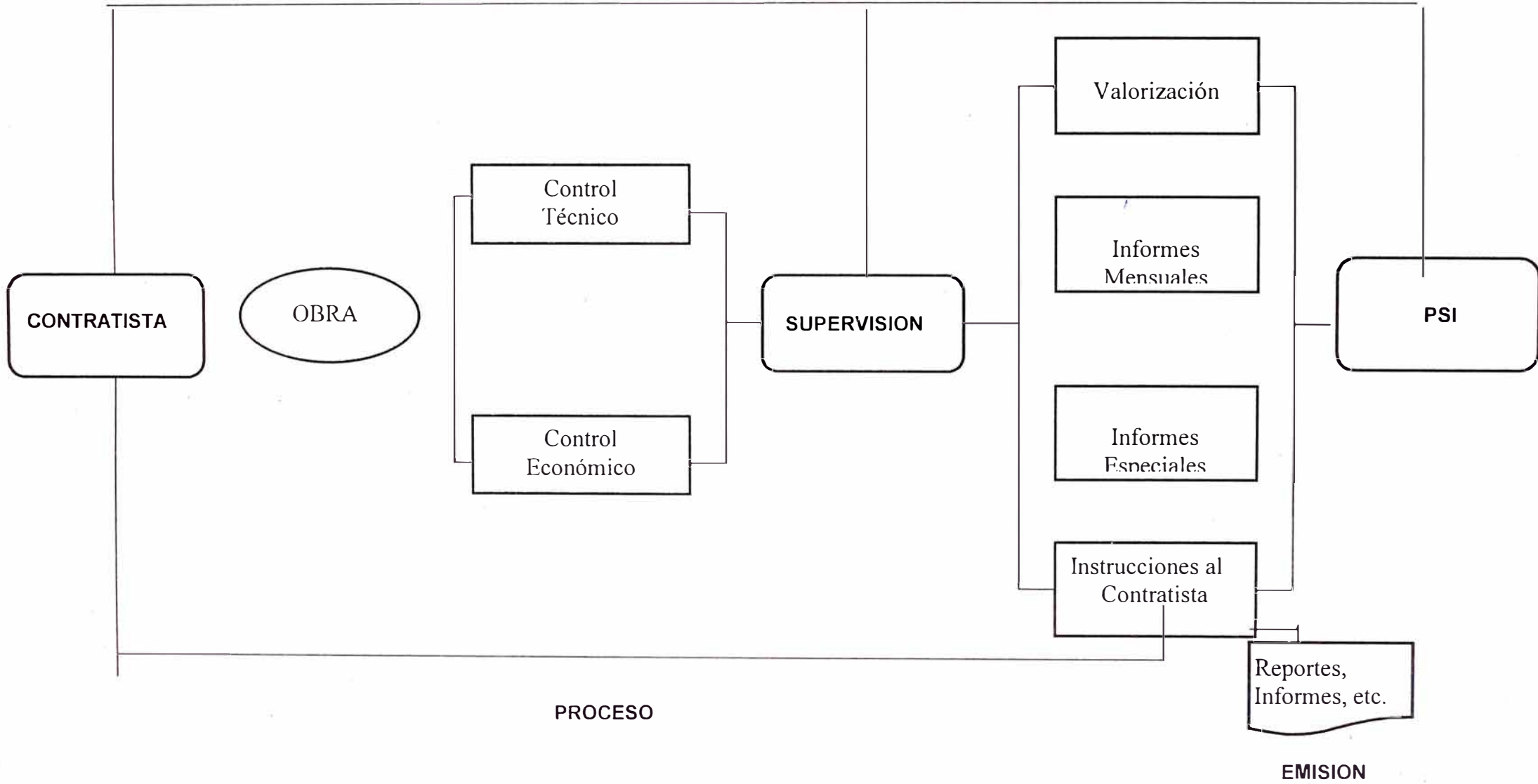
22. Revisión e informar en caso de necesidad de cambios de diseño que involucren obras complementarias y/o modificaciones al proyecto, el Supervisor deberá presentar recomendaciones respecto a dichos cambios de diseño para la aprobación de FONDEPES.

23. Comunicación constante con el Coordinador nombrado por FONDEPES y participación en las reuniones convocadas.

24. Preparación de informes de avance mensual de acuerdo con los requerimientos de FONDEPES.

2.5.1.2 Diagrama de Coordinación de la Supervisión

COORDINACIÓN DIRECTA



## **2.1.6 SEGURIDAD**

### **2.1. 6.1 Record de Seguridad y accidentes**

Con respecto a las normas de Seguridad Industrial (Construcción y afines) es necesario que todo el personal obrero e Ingenieros se protejan en obra con CASCOS NORMALIZADOS, asimismo en obra deben tener cinturón de seguridad y soga (Línea de Vida), para trabajos en altura. Los Soldadores deben tener mandil, guantes, máscara, etc. Que los proteja de la electricidad y que rebasa la soldadura. En general el contratista deberá tomar las precauciones y seguridades del caso a fin de auxiliar rápidamente al trabajador accidentado.

Se solicita disponer en almacén de un Botiquín de Primeros Auxilios que cuente con Alcohol, Gasa, Esparadrapos, Aseptil Rojo, Antalgina, Agua Oxigenada, Frotación "Charcot", pomada para contusos, vendas elásticas, tablillas para entablillar al fracturado.

El contratista mantendrá al día (vigente) las pólizas de seguros de vida y contra accidentes de todos los trabajadores de la firma COECSA-SEPIPSA-CUSA-Asociados, que se encuentran destacados en obra.



## 2.2 LA ACUICULTURA

La acuicultura (FAO, 1992) es el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. El hombre interviene en este proceso para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección frente a los depredadores, etc.

La acuicultura es uno de los sectores productores de alimento con mayor potencial de crecimiento. Tal como prevé la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) dentro de su estrategia para asegurar el suministro adecuado de alimentos, supone la única posibilidad de mantener la proporción de pescado en la dieta mundial para compensar el aumento progresivo de la población y los cambios preferenciales en la dieta que valoran el pescado por ser un alimento muy saludable y de bajo contenido en colesterol.

Mientras la demanda de pescado y otros productos acuícolas ha experimentado un incremento mundial en los últimos años, las capturas por pesquerías están estancadas en alrededor de 100 millones de toneladas anuales desde hace más de una década. Entre los motivos destaca la sobreexplotación a que los diferentes caladeros han sido sometidos en la historia más reciente. Como consecuencia de esta situación, la producción de organismos acuáticos en condiciones controladas (Acuicultura), ha experimentado un notable auge mundial, constituyendo una alternativa real para

suplir el exceso de demanda de estos productos en el presente y futuro inmediato. En el Perú destaca el desarrollo del cultivo de la Concha de abanico y Trucha que ha experimentado un constante crecimiento en los últimos años.

### **2.2.1 CULTIVO DE BIVALVOS**

Los bivalvos al ser organismos sedentarios, necesitan de un sustrato para la fijación de individuos pequeños y posterior crecimiento y desarrollo de éstos en este caso la Concha Lapa.

En el cultivo masivo de estos organismos las características y ubicación del sustrato ofrecido dependerá tanto de las características del lugar elegido para el cultivo como de los organismos cultivados. En lugares someros, estos centros se basan en la utilización de estacas ancladas en el fondo de las que se suspenden las cuelgas y bandejas de cultivo. En áreas de mayor profundidad se utilizan plataformas flotantes y balsas de las que se suspenden las cuelgas de cultivo.

A continuación se describen las etapas de construcción y operación de centros de cultivos de mitílicos y ostras. No se hace mención a otro tipo de cultivo de bivalvos, ya que los de mitílicos y ostras son los de mayor representación en los desembarcos nacionales y en general la infraestructura operacional es similar para todos los cultivos de bivalvos en Perú.

## **Etapas de construcción**

La construcción de las unidades de cultivos, sean estas balsas, “long-line” o sistemas de cultivo en fondos (por lo tanto, centros de mitílicos u ostras) se realiza casi completamente en tierra. En esta etapa no se generan impactos importantes sobre el borde costero, ya que la construcción de estas estructuras es de corta duración y los residuos generados por ella son mínimos y son fácilmente retirados del área.

Una vez construidas las estructuras de flotación y anclaje, éstas son transportadas mediante botes o lanchas hasta el sitio elegido para ser ensambladas. Luego se instalan los colectores para captación de semillas o las cuelgas definitivas para el crecimiento de los individuos. En la construcción de laboratorios, hatcheries y salas de cultivo de microalgas, se debe priorizar la obtención de una línea productiva mono direccional a fin de optimizar el uso del agua y de minimizar los eventuales impactos producidos por estos centros. La captación de agua es de gran relevancia durante esta etapa, debiéndose asegurar un suministro constante considerando las fluctuaciones estacionales ya sean de alto o bajo caudal, esto en el caso de que se tome agua en canales o estuarios. En esta etapa la generación de impactos se relaciona principalmente con el cambio en la calidad y uso de suelo, eliminación de cubierta edáfica y de la fauna presente en estos sitios.

## **2.2.2 Etapa de operación**

Durante el período de operación de los centros de cultivo (tanto de mitílidos como ostras) el manejo de las unidades de producción es bastante sencillo sin utilizar gran cantidad de mano de obra. Así por ejemplo, para un centro mitilícola con un potencial productivo de 1000 toneladas anuales bastan entre 5 y 7 operarios.

Debido al hecho que la actividad productiva se realiza exclusivamente en el cuerpo de agua, los residuos generados por estos centros también quedan en el cuerpo de agua depositándose eventualmente en el fondo subyacente al centro. En general, estos residuos aumentan en épocas de cosecha y en los raleos realizados al iniciarse el ciclo de producción. La generación de residuos sólidos también es mínima y consiste principalmente en fragmentos de algas, restos de trajes de agua y del recubrimiento de flotadores los cuales son por lo general quemados o enterrados en tierra.

### **2.2.2.1. Mitílidos**

En centros dedicados a la producción de mitílidos, el cultivo se realiza en cuelgas suspendidas de estructuras de flotación, estas pueden ser balsas o 'long-line", con lo cual los organismos nunca llegan a tocar el fondo, lo que evita la

presencia de depredadores bentónicos. En otros casos se utilizan sistemas de parrones y estacas; éstos son esencialmente estacas de madera de tres a cinco metros de longitud enterradas en fondos someros. De ellas se ata una cuerda resistente (de aproximadamente 30 mm de diámetro) tensándola en posición horizontal; en estas se suspenden las cuelgas de cultivo quedando los organismos cerca de los fondos. En todos estos casos la obtención de individuos pequeños (semilla) depende de fijación natural; es decir, individuos colectados directamente de la columna de agua.

Las balsas de cultivo, consisten en estructuras hechas con tablones de madera unidos por travesaños (piezas de madera atravesada) (Recart, 1993) dispuestos en forma de emparrillado, donde los tablones se disponen a distancias de alrededor de 0.5 m (Bartdach *et al.*, 1986). Las cuelgas se confeccionan principalmente a partir de redes de pesca de desecho, y son suspendidas de este emparrillado. Los sistemas de anclaje y flotación se basan principalmente en estructuras de cemento y flotadores de plumavit respectivamente. El tamaño de estas balsas suele ser de 10 x 10 m, con un potencial de producción de más de 10 toneladas para un período de 18 meses (Recart, 1993).

El sistema de "long line", consiste básicamente en una cuerda resistente tensada sobre el agua. Frecuentemente, este sistema se instala colocando dos muertos de cemento a distancias de entre 30 y 100 m; una vez atados los extremos de la cuerda a éstos, la misma se mantiene a flote mediante el uso de una serie de flotadores de plumavit recubiertos con plástico y separados cada 2 ó 3 m.

Básicamente, la calendarización utilizada en la mayoría de los centros de cultivo de mitilidos en la zona sur del Perú, es la siguiente:

Instalación de colectores para la fijación de larvas: entre diciembre y febrero

Crecimiento inicial de semillas: 6-7 meses (febrero - junio)

Traslado de semillas a cuelgas de crecimiento: julio - agosto

Crecimiento hasta alcanzar la talla mínima comercial de 5 cm: a comienzos del año siguiente (después del primer desove que ocurre

entre enero y febrero)

Cosecha: mayo y junio (después que los contenidos en carne se han recuperado del primer desove) (Winter et al. 1982)

### **a) Información general**

Localización geográfica (coordenadas, delimitación del área de concesión marítima donde se instalarán unidades de cultivo o del predio donde se construirán laboratorios, hatcheries, etc.)

Características generales del cuerpo de agua donde se instalarán las unidades de cultivo (si se trata de canales, fiordos, bahías, características y disponibilidad de agua, etc).

### **b) Infraestructura y equipos para la operación y los servicios**

Características de la unidades de cultivo y del sistema de cultivo a utilizar (cultivo suspendidos o de fondo, sistemas de flotación y anclaje, tipo de colectores, etc).

Características de las construcciones en tierra (área total construida, áreas destinadas a oficinas, laboratorios, hatcheries, salas de cultivo de microalgas, áreas destinadas a casino, comedores, servicios higiénicos, etc).

Insumos (cantidad, calidad y origen), destinados a limpieza y mantenimiento de laboratorios, hatchery, etc.

### **c) Características de la operación**

Capacidad de producción. Características y origen de las especies cultivadas, productos finales, densidad de cultivo, frecuencia y tipo de cosecha y raleo, producción anual estimada, etc.

Cuantificación y caracterización de residuos. Manejo, tratamiento y disposición final de residuos.

Estimación de mano de obra a utilizar durante las etapas de construcción y operación.

### **d) Cronograma del proyecto**

Secuencia y duración de las diferentes operaciones involucradas en las etapas de construcción, operación y cierre, así como de la mano de obra involucrada en cada una de estas etapas. Esta información será relevante para caracterizar física operativamente el centro de cultivo de bivalvos, con lo cual se definirá la evaluación preliminar y la delimitación del área de influencia.



## **2.2.3. AREA DE INFLUENCIA Y LINEA DE BASE**

### **2.2.3.1. Area de influencia**

Primariamente el área de influencia del proyecto podrá ser establecida a partir de los antecedentes recopilados en la descripción del proyecto, pudiendo ésta variar de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentre el proyecto. Para establecer el área de influencia, y debido a las dificultades que esto implica, más que delimitar un ámbito geográfico para el proyecto, es preferible que cada experto o especialista que trabaja en la elaboración del estudio, establezca el área de influencia para cada uno de los factores en estudio. La superposición de áreas permitirá determinar por densidad y tipos de impactos las zona más afectadas, como aquellas con menor riesgo.

En general, en la etapa de construcción el área de influencia va a estar delimitada a la porción de borde costero donde se ensamblen las unidades de cultivo o donde se construyan los laboratorios, hatcheries, salas de cultivo de microalgas u otras instalaciones en tierra.

En la etapa operación de estos centros, el área de influencia en el medio terrestre va a estar delimitada

principalmente al predio en que se encuentren los laboratorios, hatcheries u otras instalaciones. En tanto que en el medio acuático va a estar dada primariamente por las características hidrodinámicas del sector (i.e. corrientes, circulación de agua y batimetría del área). En relación a esto, los límites del área de influencia deberán ser concordantes con los patrones de transporte y depositación de materia desde la columna de agua.

#### **2.2.3.2. Parámetros a evaluar**

Los antecedentes aportados en la descripción del proyecto y en el análisis del área de influencia del mismo, son la base para identificar y seleccionar los parámetros ambientales a evaluar como partes del estudio de línea de base. Estos parámetros se presentan separados por componente del medio ambiente.

Las estaciones de muestreo para analizar los parámetros que a continuación se señalan, deberán elegirse de tal modo que al menos una estación se ubique en el área inmediata de localización del proyecto y otra en un punto alejado de esa localización. A la primera estación se la denominará estación de impacto (aún sabiendo que no ha ocurrido impacto o puede que

no ocurra), haciendo alusión a que en la misma se monitorearán a futuro los mismos parámetros para evaluar el eventual impacto del centro de cultivo. A la segunda se la denominará estación referencial y servirá para detectar eventuales impactos.

Aún cuando en este tipo de proyectos las fuentes de emisión son difusas (y no fijas como cuando existe un emisario o efluente), el número de estaciones no necesita ser modificado. Más bien, el problema que se produce con la variabilidad espacial que resulta de las condiciones hidrodinámicas del cuerpo receptor, puede ser resuelto variando el número de réplicas a recolectar, y no el número de estaciones a estudiar. La determinación del número de réplicas dependerá, por ejemplo en el caso de las muestras de fondo (sedimentos y macroinfauna), de un estudio previo sobre el área mínima de muestreo a considerar para que los muestreos sean representativos.

Debido a la variabilidad estacional de muchos de estos parámetros, la línea de base incluirá al menos un muestreo en cada estación del año. Esto es válido sólo para los parámetros que se incluyan en el plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

### **2.2.3.2.1. Medio físico**

#### **a) Características metereológicas**

Se caracterizará el área de influencia del proyecto en base a registros periódicos de la o las Estaciones Metereológicas más cercanas a esta área. Esta caracterización incluirá primariamente datos sobre regímenes de vientos en el área (dirección y velocidad). Se pretende evaluar las características que posteriormente puedan afectar la estabilidad de las balsas de cultivo e identificar las áreas que puedan resultar afectadas por la advección de masas de aire hediondas (dispersión eólica de olores) provenientes de los procesos de operación del centro de cultivo (principalmente organismos adultos y semillas que queden en la playa en época de cosecha y raleo).

#### **b) Calidad del aire**

Si los procesos de encordado, raleo y cosecha de individuos adultos se ha de realizar en tierra y generarán gran cantidad de desechos, se deberá caracterizar la calidad del aire. Esto, se realizará a partir de muestras recolectadas por instrumentos automáticos situados en puntos fijos de y por períodos definidos de tiempo, o mediante recolección de muestras con instrumentos del tipo Hi - Vol o tubos pasivos.

Debido a que los resultados obtenidos con estos instrumentos

son similares y adecuados para este tipo de estudios, la utilización de cualquiera de ellos dependerá de los costos y del tiempo que cada uno de ellos involucra.

Aún cuando no existe una normativa que establezca los componentes de la calidad del aire que deben ser medidos, existen antecedentes en Cimbote en relación a programas de normas para emisión de compuestos odoríferos y otros. Los procesos de descomposición que se producirán en el borde costero hará necesario caracterizar al menos:

Hidrógeno sulfurado

Aminas volátiles

Mercapteno

Otros compuestos orgánicos sulfurados

Para el análisis de cada componente, se utilizarán las metodologías específicas descritas en Standard Methods (1995).

**c) Batimetría del cuerpo receptor**

Se levantará un mapa batimétrico del cuerpo receptor, con isobatas de equidistancia de 1 m. La extensión del mapa será tal que incluya toda el área de influencia del proyecto. Este

mapa se efectuará utilizando una ecosonda de registro gráfico o digital instalada en una embarcación. Este ecosonda tendrá un mecanismo de medición del tiempo que pueda sincronizarse con el reloj de un posicionador satelital de tipo diferencial (GPS = Geographic Positional System), el que registrará continuamente (a intervalos de 10 segundos) el curso de navegación de la lancha mientras realiza las piernas (transectos) de la batimetría.

Simultáneamente a las actividades a realizar con el ecosonda, se registrará la onda de marea (para el caso del mar) durante todo el período de levantamiento de la batimetría. La curva de marea obtenida deberá ser en lo posible referida a un punto geodésico. De no ser posible, se deberá ajustar la altura relativa de una pleamar o una bajamar registrada con la altura predicha para algún punto cercano por la Tabla de Mareas del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada del Perú, para referir la curva de marea al Nivel de Referencia de Sondas (m N.R.S). Los valores de profundidad obtenidos del registro de la ecosonda, deberán ser corregidos con la curva de marea para producir isóbatas referidas al Nivel de Referencia de Sondas. El mapa batimétrico deberá ser dibujado empleando las coordenadas (UTM) obtenidas con el GPS diferencial, de preferencia con un programa

computacional (SURFER; AUTOCAD, etc). La escala de este mapa debe ser tal, que permita identificar claramente la posición de las unidades de cultivo dentro del área entregada como concesión (1:5000).

Durante el levantamiento batimétrico se deberá tomar con el GPS diferencial, la posición de tres boyas fijadas a muertos lo suficientemente pesados para que en estudios futuros (e.g., monitoreos) puedan ser empleadas como puntos de referencia que permitan relacionar todos los datos obtenidos con el mapa batimétrico. Será obligación del proponente del proyecto mantener estas boyas en buen estado y en los puntos originales.

El mapa batimétrico constituirá la base para la elaboración de los programas de estudios de circulación y de las características de los fondos y del bentos y deberá ser confeccionado previamente a todos los otros estudios de campo.

#### **d) Circulación del agua**

La modalidad de muestreo para analizar la circulación del agua dentro del área de influencia del proyecto, dependerá del tipo de cuerpo receptor: bahías, canales o estuarios.

Para el caso de bahías, los muestreos deberán realizarse con al menos dos correntómetros fijos (estudio euleriano de corrientes). Estos se ubicarán en puntos cercanos al centro del área y a dos profundidades: una podría ser a una profundidad similar a la de la base de cuelgas de cultivo (cultivos suspendido). Se propone esta ubicación debido a que en ese punto o profundidad se produce la liberación de materia orgánica particulada y disuelta que es movilizada por las corrientes marinas. Se realizarán además estudios de dispersión de derivadores (estudio lagrangeano de corrientes).

Para la realización de los estudios euleriano y lagrangeano, se deberán seguir las instrucciones de los términos de referencia para Estudios de Impacto Ambiental Acuático de la Armada de la Marina de Guerra Del Perú Chile (e. g. Ordinario N<sup>o</sup> 12.600/323, del 19 de Diciembre de 1994).

Para el caso de canales y estuarios, se utilizará una metodología alternativa denominada Análisis de Flujos Residuales. Este método permite calcular el flujo neto de agua (y optativamente de sal y material particulado) que pasa por una determinada sección transversal al canal o estuario. Para ello, se utiliza un correntómetro de tipo horizontal, con sensores de salinidad y temperatura (es



necesario realizar mediciones de salinidad y temperatura para interpretar los resultados de corrientes).

**e) Mareas**

Se medirán las ondas de marea tanto para los estudios batimétricos como para apoyar los estudios de correntometría. La duración de este análisis será el mismo que se empleará para realizar los estudios antes mencionados. Dependiendo de la situación, se podrá medir la marea con un mareógrafo digital basado en sensor de presión, con un mareógrafo de registro gráfico basado en mecanismo de flotador lastrado y relojería, o de manera manual.

Este último método consiste en usar un tubo de PVC de aproximadamente 2 m de largo y 10 cm de diámetro, cerrado y lastrado en su parte inferior y con una pequeña perforación cercana a la base de 5 mm de diámetro, para filtrar el efecto de oscilaciones por olas. El tubo se sumergirá parcialmente en el agua sostenido por un cable, y dentro de él se instalará un flotador lastrado unido a una huincha metálica. Con la huincha tensada se medirá la altura de la onda de marea, con respecto a un punto fijo (que puede ser el lugar desde donde cuelga el tubo).

El lugar elegido para estas mediciones debe tener mayor profundidad que la amplitud de marea. También se pueden utilizar varios puntos de referencia sobre una rampa inclinada, los que posteriormente se nivelarán entre sí con ayuda de un taquímetro. Con este método se deben realizar lecturas directas cada 30 minutos por un observador entrenado.

**f) Características físico-químicas del agua**

Se caracterizará la columna de agua en el área de influencia del proyecto. Se recolectarán muestras en al menos tres profundidades: superficie (aproximadamente 30 cm de profundidad), fondo (aproximadamente 50 cm sobre el fondo) y profundidades medias (distancia intermedia entre las muestras superficiales y de fondo). En cada profundidad (punto de muestreo) se obtendrán al menos dos réplicas. Las muestras podrán ser obtenidas con botellas de muestreo (botella van Dom, botella horizontal de tipo Wohlemberg) o con bomba de succión. Se deberán realizar al menos dos estaciones de muestreo: una cercana al punto de localización de las unidades de cultivo (estación del impacto) y otra alejada de la primera (estación referencial).

Los muestreos de agua serán estacionales (al menos uno por estación del año). Los muestreos tendrán también un

componente mareal; es decir, deberá muestrearse en mareas de sicigia (período de luna nueva o luna llena) y cuadratura (período de la luna en cuarto creciente o cuarto menguante).

La caracterización del agua estará enfocada principalmente a medir la carga orgánica de la misma. Será por lo tanto fundamental medir la concentración de materia orgánica, el contenido de oxígeno y nutrientes.

Se determinarán las siguientes características físico-químicas, utilizando la metodología estándar descrita en Standard Methods (1995) y Strickland & Parsons (1972):

Temperatura, pH, conductividad

Sólidos particulados en suspensión y sólidos disueltos

Oxígeno disuelto, demanda bioquímica y química de oxígeno.

Nitrógeno Kjeldahl

Fósforo total

#### **g) Textura y granulometría de los sedimentos**

Se analizará la textura y granulometría de los sedimentos del fondo en el área de influencia del proyecto. Se recolectarán muestras estacionales (cuatro muestreos al año) en las mismas estaciones donde se obtengan muestras para análisis de

macroinfauna de fondos blandos (ver más adelante).

Los métodos de muestreo incluirán buceo (hasta profundidades de 25 - 35 m) y dragas . Las muestras que se recolecten por buceo se obtendrán con cilindros de plástico de 10.5 cm de diámetro, enterrados a una profundidad aproximada de 15 cm en el sustrato. De las muestras que se obtengan por draga se obtendrán submuestras. Todo el material recolectado se guardará en bolsas plásticas para ser refrigerado hasta inicio de los análisis sedimentológicos (ver, Folk, 1980; Seward - Thompson & Hails, 1973).

#### **h) Tipos y usos de los suelos**

En aquellos proyectos que contemplen la construcción de infraestructura, como laboratorios 'hatcheries', salas de cultivo de microalgas u otras instalaciones en tierra se deberán caracterizar los tipos de suelo y la utilización actual o potencial que pudiese darse a los mismos. Esta caracterización definirá la aptitud agrícola, forestal u otra que tengan los terrenos a utilizar, y se realizará mediante la clasificación GIREN u otra similar. Estos antecedentes serán cruciales para la definición del área a utilizar por el proyecto, por cuanto supone que de este modo se evitará la incompatibilidad de éste con otras actividades en desarrollo o por desarrollar en el área.

La descripción de los suelos se realizará básicamente mediante la obtención de antecedentes de la literatura o de mapas edafológicos regionales o locales. De no existir antecedentes, la descripción mediante se basará en recolección de muestras en un número no inferior a 5 puntos o estaciones. Se realizará una caracterización física y química del suelo.

La caracterización física incluirá análisis de porosidad (Hartge & Horn 1992; Ellies et al., 1994) textura (e.g. Folk, 1980) y compactación o firmeza (medición de resistencia a la torsión con una veleta). Para la caracterización química del suelo se recolectarán muestras superficiales (0 - 15 cm) donde se analizará pH y concentración de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, sodio, calcio y potasio (e.g., Agemian & Chau, 1975).

#### **2.2.3.2.2. Medio biótico**

##### **a) Flora y vegetación terrestre**

En aquellos proyectos que incluyan la construcción de laboratorios, hatcheries, salas de cultivo de microalgas u otras instalaciones en tierra, se deberán caracterizar los principales componentes de la flora y vegetación terrestre del área de influencia del proyecto.

La flora y vegetación se cuantificará en cuanto a presencia, cobertura y/o abundancia. Para ello se

confeccionará una tabla fitosociológica a partir de un número tal de censos de vegetación que permita abarcar toda la diversidad existente al menos a simple vista (Braun-Blanquet, 1979). Los censos se levantarán en lugares florística, fisonómica y ecológicamente homogéneos. Se realizará además un levantamiento cartográfico de las asociaciones vegetacionales presentes, identificándose formaciones vegetales, formas de vida (Ellenberg & Mueller-Dombois, 1966), especies dominantes y grado de artificialización del paisaje vegetal (Marticorena & Quezada, 1985).

El análisis florístico considerará además un análisis sistemático, taxonómico y fitogeográfico (Cronquist, 1983), con el objetivo de determinar el origen de las especies presentes, un espectro biológico representativo de las mismas, y por último, asignar un “valor de importancia” para cada una.

#### **b) Fauna terrestre**

Como en el punto anterior, en aquellos proyectos que incluyan la construcción de laboratorios, hatcheries u obras similares se deberá caracterizar los principales componentes de la fauna terrestre de vertebrados

(anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en el área de influencia. Se identificarán aquellas especies de vertebrados incluidas en las categorías de conservación tomando como referencias literaturas científicas, tales como el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile – Glade , 1987 ( e.g. , especies vulnerables o en peligro )

Se seleccionarán estaciones de colecta o muestreo en correspondencia con la existencia de cuerpos de agua, bosques, hualves, “bajos” y lagunas presentes en el área. Cuando corresponda, se analizará la presencia de huellas, fecas, egagrópilas, comederos, descansaderos y madrigueras de estos organismos.

Se pondrá especial atención a aves y roedores, cuyas abundancias deberán cuantificarse. Ambos grupos son indicadores apropiados de la actividad antrópica, ya que en general son atraídos por la disposición de los residuos resultantes de esa actividad.

Para el estudio de las aves se recurrirá a relevamiento visual con ayuda de binoculares o telescopio, realizándose un número de censos acorde con la

extensión del área de influencia del proyecto. Esos censos deberán permitir la realización de estimaciones apropiadas del número y densidad de las especies. De acuerdo a su status de residencia, las aves serán categorizadas como residentes, visitantes, ocasionales y accidentales.

Para el estudio de roedores se recurrirá al uso de trampas por períodos definidos de tiempo y análisis de los especímenes capturados mediante métodos no destructivos. En este caso se estimará abundancia de roedores capturados por tiempo que la trampa ha estado activada (captura por unidad de esfuerzo).

Los valores de abundancia de aves y roedores se utilizarán para la estimación de índices de diversidad de Shannon Wiener (Shannon & Weaver, 1963), equitatividad (Pielou, 1966) y riqueza de especies (Margalet 1958).

### **c) Características biológicas del agua**

Coincidentalmente a la recolección de muestras de agua para estudiar las características físicas y químicas del agua del cuerno receptor, se obtendrán muestras para analizar las siguientes características biológicas.



Abundancia y diversidad de fitoplancton y zooplancton

Abundancia y diversidad de ictioplancton

Las muestras para el análisis de fitoplancton se fijarán en Lugol, realizándose en el laboratorio un recuento del número de especies y abundancia de las mismas (Lind, 1979). Las muestras de zooplancton se recolectarán con redes de 200 mm de trama de malla. En laboratorio, la caracterización del zooplancton incluirá análisis de la abundancia y riqueza de taxa, utilizando las metodologías descritas en Standards Methods (1995). Análisis similares se realizarán para el caso de los componentes del ictioplancton.

Para los casos en que en el área de instalación del proyecto sea particularmente sensible, por ejemplo, que ocurran en ésta bancos naturales de especies bentónicas de importancia económica o ecológica (por ejemplo peces o crustáceos), o de que el área corresponda a un sitio de desove de por ejemplo peces (ag. róbalo), deberá priorizarse un estudio o diagnóstico de estas especies. La metodología variará de acuerdo al

tipo de organismo, no obstante lo cual, tentativamente puede proponerse el análisis de:

Abundancia y diversidad de crustáceos y peces

Abundancia y distribución de otras especies de importancia

Los procedimientos analíticos a utilizar seguirán en términos generales las pautas entregadas en el Standard Methods (1995), y dependerán básicamente de los organismos en estudio.

#### **d) Macroinfauna de fondos blandos**

Se caracterizará la macroinfauna bentónica del área de influencia del proyecto. Se recolectarán muestras estacionales (cuatro muestreos al año) en al menos dos estaciones: una en el sitio de localización de las unidades de cultivo (estación del impacto) y otra alejada de ese sitio (estación referencial). Cuando la profundidad así lo permita, las muestras se recolectarán mediante buceo autónomo o semi -autónomo. Si la comunidad está constituida por organismos en general menores que 5 mm (*e.g.* poliquetos, ostrácodos, anfípodos, pequeños

bivalvos), estas muestras se recolectarán con cilindros plásticos de 10,5 cm de diámetro enterrados 15 cm en el sustrato. Cuando la fauna esté constituida por organismos de tamaño mayor (*e.g.*, bivalvos adultos, holoturoideos, echinoideos, etc.) se deberán usar cuadrantes de 50 x 50 cm.

Cuando el muestreo por buceo no sea posible (*e.g.*, profundidades mayores a 35 m), se usarán dragas cuya área de mordida sea adecuada para el tipo de macroinfauna característica del área (Holme & McIntyre, 1971). Los tipos de dragas más comúnmente usadas son la van Veen y la Smith - McIntyre; dragas de este tipo con 0.1 m<sup>2</sup> de mordida forman parte de los requisitos para muestreo de comunidades de fondos blandos submareales en los términos de referencia para Estudios de Impacto Ambiental Acuático. Nuestra Marina posee un completo estudio sobre calidad de suelos marinos.

El número de réplicas a recolectar por estación (ya sea por buceo o uso de dragas) será determinado por un cálculo previo de área mínima de muestreo (*e.g.*, Brower & Zar, 1977; Green, 1979; Hartnoll, 1983).

Los sedimentos recolectados se filtrarán en tamices de 0,5 mm de trama, preservándose el residuo en formol al 10%. En el laboratorio se realizará el reconocimiento y recuento de los organismos con ayuda de lupa binocular, identificándose al nivel taxonómico más bajo posible. Posteriormente, todos los organismos se secarán y calcinarán, para llevar a cabo estimaciones de biomasa (*Le.*, peso libre de cenizas).

Las abundancias y biomasa de cada una de las estaciones de muestreo, se utilizarán para estimaciones del número de especies, la abundancia y la biomasa. A partir de éstos, se estimarán el tamaño relativo de los organismos (relación biomasa : abundancia), curvas de valores porcentuales acumulativos de abundancia y biomasa (curvas abundancia - biomasa, Warwick, 1986; Warwick & Clarke, 1991), índices de diversidad, equitatividad y riqueza de especies (Brower & Zar, 1979) y análisis de agrupamiento (Saiz, 1980; Sokal & Sneath, 1973).

Los análisis de agrupamiento tenderán a analizar eventuales asociaciones faunísticas características de

los fondos blandos del área de influencia del proyecto. Será relevante identificar especies indicadoras de condiciones particulares (e.g., contenido de materia orgánica), las cuales serán de importancia significativa en los planes de monitoreo.

**e) Fauna y vegetación de fondos duros**

Eventualmente, algunas áreas del fondo del área de influencia del proyecto pueden estar ocupadas por sustratos duros (Le., fondos rocosos submareales). Si ese fuese el caso, será necesario describir la estructura comunitaria de la vegetación (algas) y fauna bentónica presente en las mismas. Se ubicarán dos estaciones de muestreo: una cercana a las unidades de cultivo (estación del impacto) y otra alejada de ese punto (estación referencial). La periodicidad de los muestreos será estacional (uno por estación del año).

El mejor método de muestreo de la flora y fauna bentónica de los fondos rocosos submareales es el no destructivo. En diferentes áreas se aplicarán unidades de muestreo consistentes en cuadrantes. Se obtendrán las coberturas de las especies macroscópicas bentónicas sésiles sobreponiendo una tablilla

transparente con una nube de 100 puntos ordenados regularmente.

Para las especies móviles es necesario además contar los individuos por metro cuadrado utilizando los mismos cuadrantes descritos anteriormente, con el fin de obtener su densidad. Esto, particularmente para las especies de baja capacidad de movimientos, como diferentes especies de moluscos (caracoles, lapas y chitones).

Los valores de abundancia y/o cobertura se utilizarán para estimar índices de diversidad de Shannon - Wiener, equitatividad y riqueza de especies y para los análisis de agrupamiento o "cluster" (ver Saiz, 1980; Sokal & Sneath, 1973). Esos análisis gráficos se deberán realizar en sus dos modalidades: agrupamiento de estaciones (moda Q) y agrupamiento de especies o taxa (moda R).

Tal como señalado para la macroinfauna bentónica de fondos blandos, estos últimos análisis tenderán a evaluar las eventuales asociaciones vegetacionales y faunísticas del litoral rocoso del área de influencia del proyecto. Será de especial relevancia identificar especies indicadoras de condiciones particulares (*e.g.*,

contenido de materia orgánica), las cuales serán de importancia significativa en los planes de monitoreo.

#### **2.2.3.2.3. Medio socio-cultural**

##### **a) Sitios arqueológicos o históricos**

Este parámetro solo deberá ser evaluado en el caso que el proyecto contemple la construcción de salas de laboratorios, hatcheries u otras, ubicadas en tierra.

Se deberá realizar un relevamiento del área de influencia del proyecto, con el fin de detectar la presencia de sitios o restos de valor arqueológico, etnohistórico o socio-cultural. La existencia de estos sitios supone la inviabilidad de un proyecto que arriesgue el patrimonio arqueológico (Ley N<sup>o</sup> 17.288 de Monumentos Nacionales), o que altere gravemente algún aspecto sociocultural de poblaciones establecidas en el sector.

El estudio deberá identificar los componentes culturales (indígena, hispánico, etc), presentes en el área de influencia del proyecto, y hacer un relevamiento que identifique cualquier manifestación cultural tangible: restos de viviendas, sepulturas, cementerios o sitios

Los relevamientos de restos indígenas se realizarán a partir de una zonificación de la cartografía disponible del área de influencia. Esta definición de zonas será establecida a partir de al menos tres criterios básicos:

**Geográfico.** Existen áreas de mayor aptitud para el asentamiento indígena, considerando vías de circulación, acceso permanente al recurso agua, etc.

**Sociocultural.** En relación con los antecedentes disponibles acerca de la organización de los indígenas que habitaron el área, en cuanto a repartición del trabajo, la agricultura, etc.

**Económico.** Dice relación con la estructura económica de esas poblaciones e incluye factores como tecnologías de trabajo, intercambio de bienes, etc.

Para orientar los relevamientos de restos más recientes (colonización, conquista o inmigración), se utilizará la documentación histórica disponible y se realizarán entrevistas a habitantes del área.



**b) Aspectos socio-económicos**

Con respecto a la caracterización socioeconómica de las comunidades asociadas al área de influencia del proyecto, deberán recopilarse antecedentes demográficos (estructura etárea, tasa de crecimiento vegetativo), económicos, de pobreza, salud, educación, vivienda, infraestructura, actividad productiva, empleo y servicios comunitarios (alcantarillado, agua potable, tendido eléctrico, servicio de eliminación de basura).

Es importante en este punto, tener en cuenta la presencia de un pescadores artesanales en el área de influencia del proyecto. Esto, debido a que en general la instalación de estos centros de cultivo alteran vías de navegación y acceso a recursos bentónicos o pelágicos, lo cual generaría impactos importantes en estas poblaciones.

Por otro lado, la instalación de las unidades de cultivo tiende a minimizar el valor turístico real o potencial de las áreas donde se instalen este tipo de proyecto. Debido a esto, es necesario recopilar antecedentes sobre los usos turísticos actuales o futuros del área de influencia del proyecto.

Para la recopilación de antecedentes tendientes a caracterizar los aspectos socio-económicos deberán consultarse las siguientes fuentes:

Censos nacionales de población y vivienda

Planos reguladores municipales

Servicios de agua potable y electricidad

Dirección de Vialidad, MOP

Dirección Provincial de Educación

Oficinas de PESCA

Sindicatos de pescadores artesanales

Servicio de Salud provincial

Planes de desarrollo comunal

Los antecedentes deberán ser compilados en tablas, cuadros y comparando los principales indicadores

obtenidos con la situación nacional.

#### **2.2.3.2.4. Paisaje**

Se deberán describir las unidades de interés paisajístico del área de influencia del proyecto. Estos antecedentes evitarán la implementación de un proyecto cuya área de influencia afecte el desarrollo actual o futuro de ambientes con un fuerte potencial turístico.

Las unidades paisajísticas se identificarán por apreciación directa con apoyo cartográfico. Para cada una de éstas se señalarán los componentes de mayor relevancia, considerando la morfología, vegetación, espacialidad, calidad visual y fragilidad. Este último parámetro guarda relación con la capacidad del paisaje para absorber los cambios producidos por el funcionamiento del proyecto, y para su estimación se considerarán los siguientes factores (Aguiló *et al*, 198 1):

**Factores biofísicos;** pendiente, orientación, vegetación de cada unidad

**Factores de visualización;** cuenca visual y superficie visible

**Factores de singularidad;** presencia de sitios atractivos, con valor simbólico o histórico

**Factores de accesibilidad;** considerando acceso físico y visual a cada unidad.

## **2.2.4 IDENTIFICACION, PREDICCIÓN Y EVALUACION DE IMPACTOS**

### **2.2.4.1 Consideraciones ambientales relevantes de los proyectos para la identificación de impactos**

Los antecedentes precedentes (descripción del proyectos) son la base para identificar los impactos que con más probabilidad serán generados por las actividades del proyecto y los parámetros ambientales básicos que debieran ser considerados para la eventual instalación de un centro de cultivo de bivalvos.

Los impactos producidos por este tipo de proyectos están dados principalmente por la biodepositación de tecas y seudofecas y la retención y posterior depositación de partículas en suspensión en la columna de agua. Estos impactos están dados principalmente por

la alta concentración de organismos y por el efecto mecánico de las unidades de cultivo sobre la circulación del agua. Otros posibles impactos, se producirían en la componente sociocultural del medio ambiente, en especial en aquellas áreas con una real o potencial actividad turística o que sustenten una pesquería importante.

En relación a los parámetros a considerar, estos tienen relación con la necesidad de asegurar una buena disponibilidad de alimento para los bivalvos y de semillas para el cultivo y de minimizar los efectos producido por esta actividad. Los parámetros a considerar son:

**a) Profundidad y tipo de fondo**

Para cultivos realizados sobre el fondo se deben considerar áreas someras, de tal modo que se permita una alta productividad, se deben evitar fondos blandos y anóxicos sí como áreas con abundancia de posibles depredadores a fin de minimizar la mortalidad natural del stock cultivado. Para cultivos suspendidos, debe considerarse una profundidad superior a los 20 metros (incluyendo fluctuaciones de marea) lo cual asegura una distancia adecuada del fondo, se deben evitar áreas que

presenten altas tasas de depósito de partículas y bajas tasas de erodabilidad de los fondos.

La modificación de la textura de los sedimentos puede alterar significativamente propiedades como la erodabilidad, resuspensión y transporte de los sedimentos.

En general, los umbrales o valores mínimos de corrientes necesarios para que los sedimentos de un fondo sean resuspendidos, se relacionan estrechamente con un rango específico de tamaños de las partículas constituyentes de esos sedimentos (Rhoads & Boyer, 1982).

#### **b) Vientos predominantes**

Las características de los vientos en el área no debiera ser tal que afectara directamente a la estabilidad y permanencia de las estructuras de flotación del centro ni tampoco a la buena circulación del cuerpo de agua.

#### **c) Circulación del agua y corrientes**

Los criterios que se deben tomar en cuenta al evaluar las características de la circulación del agua en el área a

elegir, dicen relación con aumentar la dispersión de material proveniente de las unidades de cultivo aumentando la dilución de estos en un mayor volumen de agua, minimizar los efectos sobre los fondos y asegurar una buena disponibilidad de alimento a los bivalvos. Así, se deben evitar zonas con baja circulación de agua, lo cual disminuirá la acumulación de material en el área subyacente a las unidades de cultivo.

#### **d) Características de la columna de agua**

Se deben considerar las características físicas químicas y biológicas de la columna de agua. Se deben evitar áreas con valores extremos de salinidad (rangos óptimos entre 23 y 30 ‰) y con altas concentraciones de material particulado ya que estos factores afectan directamente las tasas metabólicas de estos moluscos lo cual aumenta la carga de biodepositos producidos por los organismos. Además debe ser analizada la composición cuali y cuantitativa de las comunidades de fitoplancton, zooplancton y eventualmente ictioplancton. Esto debido al hecho que el cultivo de bivalvos a gran escala consume grandes cantidades de fitoplancton en los sitios elegidos, lo que podría afectar las tramas tróficas presentes en estas áreas.

**e) Superficie de cultivo**

Cualquiera sean las características del centro de cultivo, los volúmenes de producción deben considerar una superficie tal que permita la rotación de las unidades de cultivo y un distanciamiento adecuado de éstas. Esto a fin de evitar una sobredensidad de organismos y una disminución de la circulación en el cuerpo de agua. Esto disminuirá los efectos producidos por las unidades de cultivo sobre los sedimentos.

**f) Uso actual de borde costero y cuerpo de agua**

Cualquier actividad productiva que se realice en el borde costero, influirá con los usos actuales del mismo. Estos usos, dicen relación con actividades turísticas, vías de comunicación y actividades de pesca artesanal. Es recomendable por lo tanto, elegir como emplazamiento para este tipo de proyectos, aquellos lugares que no solo aporten una adecuada trama vial para buen acceso desde y hacia el centro, sino que también no afecten los eventuales usos turísticos de estas áreas y a la eventual presencia de una pesquería importante.

**2.2.4.2 Elementos de la evaluación**

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las acciones a



desarrollar en cada una de las etapas del proyecto y los correspondientes componentes ambientales que con mayor probabilidad pueden resultar afectados, durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto componentes ambientales que eventualmente podrían ser afectados (cuando existe impacto).

**Tabla 1. Elementos a ser considerados en la evaluación de  
impacto ambiental**

<b>Etapas</b>	<b>Acciones</b>	<b>Componentes Ambientales Afectados</b>
Construcción	<p>Contratación de mano de obra</p> <p>Movilización y transporte</p> <p>Destinación del terreno</p> <p>Disposición de residuos sólidos.</p>	<p>Empleo, ingreso, salud</p> <p>Infraestructura vial</p> <p>Uso del suelo, paisaje y turismo</p> <p>Uso del suelo, paisaje y turismo</p>
Operación	<p>Contratación de mano de obra.</p> <p>Movilización y transporte.</p> <p>Disposición de residuos sólidos.</p> <p>Generación de un RIL</p> <p>Uso de estructuras flotantes y de cultivo.</p> <p>Mantenimiento y crecimiento de altas densidades de bivalvos.</p>	<p>Empleo, ingreso, vivienda, educación, salud.</p> <p>Infraestructura vial.</p> <p>Calidad del aire, paisaje y turismo.</p> <p>Calidad del agua y sedimentos del cuerpo receptor, fitoplancton, macroinfauna y vegetación del fondo.</p> <p>Circulación y calidad del agua y sedimentos del cuerpo receptor, fitoplancton, macroinfauna y vegetación del fondo, paisaje y turismo.</p> <p>Acumulación de biodepósitos, alteración del hábitat (enriquecimiento orgánico), proliferación de especies exóticas, escape de agentes patógenos u otros.</p>
Abandono	Paralización definitiva	Todos los componentes ambientales.

Gowen & Bradbury, 1987) y podrían ser utilizados en centros de cultivo de bivalvos. Sin embargo, estos sistemas son de un elevado costo económico lo que no los hace recomendables para este tipo de proyectos. Por otro lado estas técnicas podrían generar un mayor impacto ambiental sobre los fondos.

Finalmente, el cambiar el emplazamiento de las unidades de cultivo (rotación) parece ser la más sencilla medida a fin de minimizar los efectos sobre los fondos. La rotación de los cultivos puede contribuir a la recuperación natural de los sedimentos y comunidades bentónicas en los fondos subyacentes a las unidades de cultivo. En algunos casos podría recurrirse al arrastre de los sedimentos a fin de favorecer la oxigenación y más rápida desintegración de los residuos.

La frecuencia y magnitud de esta rotación de áreas de cultivo estará supeditada a los conocimientos que se tengan sobre el deterioro de los sedimentos y la variación de la macroinfauna bentónica. Estos conocimientos pueden provenir de estudios anteriores o paralelos al inicio del proyecto o a la data obtenida en los planes de monitoreos.

Existe además, un leve efecto producido por estos centros

sobre el borde costero, el cual está dado principalmente por semillas y organismos adultos que quedan en la playa en épocas de raleo y cosecha respectivamente. Este efecto puede ser mitigado fácilmente con un buen manejo de los residuos o realizando ambas operaciones en las mismas unidades de cultivo emplazadas en el cuerpo de agua.

#### **2.2.5.2 Medidas de reparación, restauración y compensación**

El análisis de los eventuales efectos ambientales generados por este tipo de proyecto sugiere que no habrían efectos ambientales tales que no pudiesen ser manejado o mitigados de algún modo con los métodos propuestos en el punto anterior. De esto que no se contemplan medidas de reparación, restauración y/o compensación en este tipo de proyectos.

#### **2.2.5.3 Plan de contingencias, control de accidentes y prevención de riesgos**

Se incluyen bajo este título aquellas acciones, que por fallas en manejo y operación o debido a causas ambientales adversas, podrían resultar en daños ambientales, durante la construcción y funcionamiento del proyecto.

Una de estas situaciones es el desprendimiento masivo de

organismos o de cuelgas de cultivo. Este desprendimiento podría ser causado por mal manejo de las cuelgas o por causas ambientales como temporales o marejadas. Los efectos de esos desprendimientos se presentarían principalmente en los sedimentos y las comunidades bentónicas del fondo. Si este tipo de situación ocurre, se recomienda como acción correctiva la recuperación de estas cuelgas o la dispersión de los organismos y material caído en el fondo.

Durante el ensamble y operación del centro de cultivo, está presente el riesgo de desprendimiento de partes o la totalidad de estas unidades de cultivo. Esto puede suceder debido a una mala maniobra durante el transporte de los sistemas de anclaje (muertos), situación que podría ocasionar accidentes tales como hundimiento de las embarcaciones o pérdida de dichos muertos. Por otra parte, fallas en los sistemas de anclaje o condiciones climáticas extremas podrían desprender la totalidad de estas unidades. Esto no solo generaría efectos sobre los sedimentos y fauna del fondo, sino que también originaría riesgos a la navegación en el área. Como acción correctiva, se recomienda la recuperación y retiro inmediato de estas estructuras.

La prevención de estas situaciones o riesgos así como el

control de accidentes, estará basado en planes de seguridad y emergencia que deberán ser asesorados por las asociaciones de seguridad existentes en el país. Asimismo, será necesario capacitar al personal en esos planes y en general en el manejo del centro.

En la Tabla 2 se señalan las situaciones de riesgo o accidentes, los eventuales efectos sobre el medio ambiente que generarían y las acciones correctivas a seguir para remediar cada una de ellas.

**Tabla 2. Situaciones de riesgo o accidentes (fallas operacionales u otros), efectos sobre el medio ambiente y acciones preventivas o correctivas a implementar.**

<b>SITUACIÓN</b>	<b>EFFECTOS SOBRE EL AMBIENTE</b>	<b>ACCION PREVENTIVA O CORRECTIVA</b>
Desprendimiento de organismos	<p>Cambio de características y texturales del granulométricas del sedimento.</p> <p>Dstrucción del hábitat de la macroinfauna</p> <p>Sofocación de estadios larvales bentónicos tempranos.</p> <p>Inicio de proceso de enriquecimiento orgánico y eutroficación.</p>	Recuperar cuelgas, dispersión organismos y material caído al fondo, mover unidades de cultivo.
Desprendimiento de unidades de cultivo	<p>Si permanece en superficie: alteración de vías de navegación.</p> <p>Si cae al fondo: creación de trampa de material fino e inicio de enriquecimiento orgánico.</p>	Recuperación de las estructuras.

### **2.2.6 PLAN DE SEGUIMIENTO O MONITOREO AMBIENTAL**

Una vez comience a operar el centro de cultivo de bivalvos el plan de seguimiento o monitoreo ambiental deberá contribuir a la concreción de tres objetivos complementarios entre sí: i) verificar eventuales cambios en parámetros estudiados en la línea de base; ii) detectar si esos cambios han ocurrido por causas relacionadas a la instalación y operación del proyecto; y iii) evaluar efectividad de medidas de mitigación aplicadas.

Este plan no contempla monitoreos durante la etapa de construcción, ya que ésta es de muy corta duración y el impacto ambiental producido es mínimo o inexistente.

El plan de seguimiento o monitoreo ambiental está basado en el tipo de análisis BACI, acrónimo inglés para “before/after sampling at control and impacted sites” (Underwood, 1991), lo que puede ser traducido como “muestreo antes/después en sitios controles e impactados”. El análisis BACI es necesario para evitar los problemas estadísticos derivados de la pseudoreplicación que se produce al muestrear dentro de la misma área (Hurlbert, 1984).



El análisis consiste en contrastar la magnitud del cambio ocurrente en una determinada variable entre un sitio donde se supone ocurrirá un impacto ambiental (en este caso, el sitio de localización del proyecto) *versus* un sitio en el cual no habrá impacto, antes y después de que ese impacto ocurra. El primer sitio se denomina comúnmente sitio de impacto y el segundo sitio control.

Aún cuando los términos sitio de impacto y sitio control son ampliamente utilizados (no sólo en el contexto de análisis BACI), es necesario mencionar que ambos términos producen cierta confusión, la que se relaciona a dos hechos: i) antes de iniciarse los estudios, ya se denomina sitio de impacto a un lugar en que aún no ha ocurrido un impacto; y ii) se denomina sitio control a un lugar en que se supone que la única diferencia con el sitio de impacto es la presencia del impacto, cuando de hecho pueden haber muchas otras diferencias. En este contexto, es preferible utilizar el término sitio referencial para referirse al sitio que estará libre del impacto del proyecto.

El número de réplicas a considerar en el muestreo, estará en directa relación con la variabilidad espacial

que se produzca como resultado del aporte difuso de fecas y pseudofecas; este número de réplicas debería estar ya establecido al momento de comenzar el monitoreo, a partir de la información obtenida en la etapa de la línea base del estudio.

En el diseño BACI, cada sitio es muestreado varias veces, antes y después de que ocurra el impacto. El muestreo repetido antes de que ocurra el impacto, da una indicación del patrón de diferencia entre ambos sitios. Si la instalación del proyecto produce un efecto sobre el sitio de impacto, habrá una magnitud diferente en las diferencias entre ambos sitios cuando se comparen los períodos antes y después del impacto.

En el contexto de estas orientaciones, los muestreos de la línea de base corresponden al período antes del inicio del eventual impacto (instalación del proyecto), a la vez que los del plan de seguimiento o monitoreo ambiental corresponden al periodo posterior (después) al impacto. Como sugerido por varios autores, el estadístico apropiado para comparar las diferencias entre ambos períodos de muestreo, antes y después, del impacto (ver por ejemplo Sokal & Rohlf, 1969). Es decir, se pone

a prueba la hipótesis nula de que las diferencias en los valores del parámetro analizado, entre el sitio de impacto y el sitio referencial, antes y después del impacto, son iguales a cero (te., la instalación del proyecto no produce efecto significativo sobre la variable analizada).

De lo anterior se desprende que el número de muestreos a realizar como parte de la línea de base y plan de seguimiento o monitoreo ambiental, debe ser tal que permita realizar las comparaciones que el diseño BACI involucra. De ahí que se haya sugerido para muchos de los análisis a realizar como parte de la línea de base, un número mínimo de cuatro muestreos, los que idealmente debieran cubrir cada una de las cuatro estaciones del año.

En la Tabla 3 se presenta el plan de seguimiento o monitoreo ambiental diseñado para un centro de cultivo de bivalvos en cuerpo hídrico y de construcciones asociadas en tierra. Se incluyen las variables a estudiar en cada componente ambiental, las estaciones de monitoreo o muestreo, la frecuencia de los muestreos y referencias metodológicas.

Tabla 3. Plan de seguimiento o Monitoreo Ambiental, incluyendo variables a analizar durante la etapa de operación del proyecto, estaciones de monitoreo, frecuencia de muestreo y referencias metodológicas.

ETAPA DE OPERACION				
COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLE	ESTACIONES DE MONITOREO	FRECUENCIA	METODOS
Columna de agua en medio receptor.	PH, conductividad, sólidos particulado y disueltos, O <sub>2</sub> y DBO, fósforo total, N-Kjeldahl.	Una estación en área de unidades de cultivo (estación en zona del impacto) otra alejada de ellas (estación referencial).	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: Dos veces. A partir de 3° año: una vez	Standard Methods (1995) Strickland & Parsons (1972)
Sedimento	Textura, granulometría y materia orgánica	Una estación en área de unidades de cultivo (estación en zona de impacto); otra alejada de ellas (estación referencial).	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces. A partir de 3° año: una vez.	Folk (1980) Seward – Thompson & Hails (1973)
Columna de agua en medio receptor.	Abundancia y riqueza de fitoplancton.	Una estación en área de unidades de cultivo (estación en zona del impacto); otra alejada de ellas (estación referencial)	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces A partir de 3° año: una vez.	Lind (1979)
Macroinfauna de fondos blandos.	Abundancia y biomasa, curvas ABC, diversidad, equitatividad y riqueza de	Una estación en área de unidades de cultivo (estación en zona del	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces	Margalet (1958) Pielou (1966) Saiz (1980) Shannon &

	especies, análisis de cluster.	de impacto); otra alejada de ellas (estación referencial).	A partir de 3° año: una vez.	Weaber (1963) Sokal & Sneath (1973) Warwick (1986)
Macroinfauna y vegetación de fondos rocosos (si existen rocas en fondo subyacente)	Abundancia de biomasa, curvas ABC, diversidad, equitatividad y riqueza de especies, análisis de cluster.	Una estación en área de unidades de cultivo (estación en zona del impacto); otra alejada de ellas (estación referencial).	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces A partir de 3° año: una vez.	Margalet (1958) Pielou (1966) Saiz (1980) Shannon & Weaber (1963) Sokal & Sneath (1973) Warwick (1986)
En aquellos proyectos que contemplen la construcción de infraestructura en tierra además se deberá monitorear:				
Flora y vegetación terrestre.	Listado de las especies. Estimación de cobertura. Identificación de asociaciones vegetales.	Una estación en área (estación en zona del impacto) de influencia y otra fuera de esta área (estación referencial).	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces A partir de 3° año: una vez.	Blanquet (1979) Ellenberg & Mueller-Dombois (1966).; Knapp (1984); Marticorena & Quezada (1985)
Fauna terrestre	Listado de las especies. Abundancia y riqueza específica de aves y roedores.	Una estación en área (estación en zona del impacto) de influencia y otra fuera de esta área (estación referencial).	Durante 1° año: cuatro veces. Durante 2° año: dos veces A partir de 3° año: una vez.	Rottmann & López (1992) Glade (1987); Margalef (1958) Pielou (1966); Shannon & Weaber (1963).

## 2.2.7 ORIENTACIONES METODOLOGICAS

### 2.2.7.1 CRITERIOS PARA LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación del impacto ambiental debe realizarse en forma independiente para cada acción a realizar durante el proyecto y su respectivo componente ambiental afectado. Estos criterios utilizarán parámetros semicuantitativos, los cuales se medirán en escalas relativas. La siguiente es una lista de los criterios utilizados para evaluar el impacto de esas acciones, su rango y calificación.

#### a) Carácter (Ca)

Define si la acción o fuente de impacto del proyecto, genera un efecto positivo (+) o negativo (-) en el componente ambiental afectado.

Rango	Calificación
Negativo	-1
Positivo	1

#### b) Intensidad (I)

Expresa la importancia relativa del efecto de una fuente sobre el componente ambiental afectado. Resulta de la

interacción entre el Grado de Perturbación y el Valor Ambiental del componente afectado.

**Grado de perturbación.** Amplitud de la alteración producida por la fuente sobre el componente; se evalúa en función del siguiente rango:

**Fuerte:** modificación importante de las características del elemento Medio: modificación de sólo algunas características del elemento

**Suave:** modificación no significativa de las características del elemento

**Valor ambiental.** Criterio de evaluación del grado de resistencia, que expresa la unidad de una unidad territorial. Se define por el interés y calidad que traducen el juicio de un especialista y, por otra parte por el valor social que resulta de consideraciones populares legales y políticas en materia de protección y valoración ambiental. Se evalúa con el siguiente rango: muy alto; alto; medio; y bajo.

Para determinar el grado de intensidad de un impacto se utiliza una matriz de doble entrada para la calificación de

ambos criterios y la obtención de un solo rango (ver Tabla 1).

Tabla 1. Matriz para la calificación de la intensidad de los impactos, a partir del grado de perturbación y el valor ambiental de cada componente ambiental afectado.

### Valor ambiental

	Valor ambiental			
<b>Grado de perturbación</b>	<b>Muy Alto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
<i>Fuerte</i>	<i>Muy Alto</i>	Alto	Mediano	Suave
Medio	Alto	Alto	<i>Mediano</i>	<i>Suave</i>
<i>Suave</i>	<i>Mediano</i>	Mediano	Suave	Suave

Se asignan los siguientes valores numéricos a los rangos de intensidad obtenidos:

Rango	Calificación
Muy alto	1.0
Alto	0.7
Mediano	0.4
Bajo	0.1



### **2.2.8 BIOLOGÍA DE LOS BIVALVOS**

Los moluscos bivalvos, son animales de simetría bilateral provistos de una concha externa formada por dos piezas o valvas unidas por un ligamento. El cuerpo está revestido de una funda carnosas, el manto, que segrega la concha. Los bordes del manto están unidos, dejando siempre varias aberturas que comunican al exterior con la cavidad formada por el manto. En muchos casos, los bordes del manto se prolongan formando sifones de entrada y salida de agua. En la cavidad del manto se encuentra la masa visceral. Puede ser muy gruesa, como en la ostra, o relativamente fina y débil como en el mejillón.

La concha está constituida por una matriz orgánica formada por proteína, mucopolisacáridos y cristales de carbono cálcico, generalmente en forma de calcita (cristales hexagonales), o aragonita (cristales rómbicos).

#### **MUSCULOS Y LOCOMOCIÓN**

Los moluscos bivalvos son animales típicamente bentónicos, y viven en estrecha relación con el fondo. Hay moluscos excavadores y perforadores, que viven

enterrados en el fondo blando o en su sustrato firme, y moluscos que viven sobre el fondo fijos a él o libres. En general, la musculatura de los bivalvos está compuesta por los músculos aductores y el pie. Los músculos aductores están unidos a las caras internas de las valvas. Cuando los músculos aductores están relajados, las valvas se abren. Cuando los músculos se contraen, las valvas se cierran. Esto hace que un molusco con las valvas cerradas sea un molusco vivo. En muchos bivalvos uno de los dos músculos aductores está poco desarrollado o falta.

La mayor parte de los moluscos bivalvos están provistos de un pie musculoso, que puede retraerse en la concha. En el mejillón el pie lleva la glándula del biso, que segrega unos filamentos córneos que sirven para fijar al animal. Los bivalvos que viven enterrados en el fondo blando, excavan por la acción del pie mientras que los perforadores lo hacen gracias a la cocha o el pie. Los bivalvos que viven sobre el fondo “andan” con el pie. Además pueden moverse “nadando” mediante contracciones bruscas de las valvas (vieiras) del manto, expulsando así, hacia delante, el agua contenida en la cavidad del manto.

### **2.2.8.1 APARATO RESPIRATORIO**

La respiración se realiza a través de las branquias, situadas a derecha e izquierda del cuerpo y entre la masa visceral y el manto. Tiene forma de placas o láminas y normalmente hay dos en cada lado. La superficie de las branquias está revestida de cilios, que al moverse renuevan constantemente el agua. La cantidad de agua que pasa por las branquias es de unos 6 a 10 l/hora/animal.

El intercambio gaseoso se realiza entre el agua, a través de la piel, pero en mucha menos cantidad. Los bivalvos pueden captar a través de las branquias otras sustancias disueltas en el agua, como macromoléculas e iones. Las branquias de los bivalvos hacen, además, de filtro del agua, donde queda retenido el alimento. Las partículas alimenticias quedan adheridas a la superficie de la branquia, que está cubierta de mucus. Por esta razón la superficie branquial excede en mucho a las necesidades respiratorias. La mayoría de los bivalvos pueden resistir vivos largos periodos de tiempo (alrededor de una semana) fuera del agua, ya que pueden captar oxígeno del aire mientras estén húmeda las branquias. También pueden resistir cortos períodos en condiciones adversas

(variación de salinidades, falta de oxígeno, presencia de sustancias tóxicas), cerrando las valvas. Estas propiedades se aprovechan en los cultivos para el transporte y para la desinfección por desecamiento o por agua dulce.

#### **2.2.8.2 SISTEMA CIRCULATORIO**

La circulación de los bivalvos es abierta, es decir, la sangre se extravasa e inunda los tejidos formando un sistema lagunar en parte de su recorrido. La sangre de los moluscos es incoagulable. El recorrido típico en los moluscos es: corazón, tejidos (sistema lagunar, riñones y branquias. El corazón consta de un ventrículo y dos aurículas. Está encerrado en un saco pericárdico, que influye también una porción del intestino. En la mayoría de los bivalvos faltan los pigmentos respiratorios, con lo cual el oxígeno se disuelve directamente en el plasma.

En otras especies, la sangre contiene el pigmento respiratorio hemocianina que contiene cobre. Hay amibocitos glóbulos blancos, pero no células portadoras de pigmentos.

Los moluscos son animales de sangre fría. Por lo tanto,

su temperatura se adapta a la del ambiente. Por este motivo al aumentar rápidamente la temperatura, los bivalvos padecen la enfermedad de las burbujas. El aumento de la temperatura hace que la solubilidad de los gases en la sangre disminuya, por lo cual se producen las burbujas en el curso sanguíneo.

#### **2.2.8.3 REGULACIÓN Y EXCRECIÓN**

La concentración iónica de la sangre de los bivalvos se adapta a la del exterior (salinidad del agua), las variaciones de la salinidad exterior hacen que varíe el volumen del cuerno del bivalvo. El intercambio osmótico se realiza a través de las branquias. Los bivalvos presentan dos riñones (nefridios) a ambos lados del corazón. En ellos ocurre una filtración de la sangre. El filtrado va a parar a la cavidad el manto y de ahí al exterior.- excretan amoníaco, principalmente, y óxido de trimetilamina y úrea. La excreción se realiza a través de las branquias y del riñón.

#### **2.2.8.4 APARATO DIGESTIVO**

Los moluscos bivalvos se alimentan de fitoplancton (microalgas) y de sustancias orgánicas que se

encuentran en disolución, o bien de detritos (materia orgánica en descomposición). Las partículas del fitoplancton quedan retenidas por filtración del agua, mientras que las sustancias orgánicas disueltas pueden ser absorbidas directamente por el estómago o por las branquias. La filtración ocurre en las branquias, al ser atravesadas por la corriente de agua creada por el batir de los villos. Al pasar por las branquias las partículas suspendidas en el agua quedan adheridas a la película de mucus que cubre la superficie branquial. Estas partículas son llevadas hacia la boca por los cilios. Algunas partículas son rechazadas y forman las pseudoheces, que son expulsadas de la cavidad el manto. Las otras partículas son introducidas en la boca por los palpos labiales, que son cuatro prolongaciones que imitan la boca.

#### **2.2.8.5 SISTEMA NERVIOSO Y SENTIDOS**

Es ganglionar. Consta de tres pares de ganglios: los cerebrales, viscerales y pedales (animales protótomos). Los órganos de los sentidos están localizados en el borde del manto. Cuando existen sifones, en el extremo del inhalante hay quimiorreceptores (detectores de sustancias disueltas en el agua). Si faltan los sifones, los

quimiorreceptores se sitúan en los bordes del manto, donde están también los receptores del tacto y de la luz (incluso primitivos ojos). En el pie también hay órganos del tacto y quimiorreceptores

#### **2.2.8.6 APARATO REPRODUCTOR**

En la mayoría de las especies, hay sexos separados, aunque existen especies hermafroditas. En el caso de las ostras, los individuos son el primer año masculinos, para actuar el segundo como femeninos, y así sucesivamente, sin diferenciación sexual externa de una forma a otra. Las gónadas están incluidas en la masa visceral. Expulsan sus productos a la cavidad del manto. No hay, por tanto, copulación. La fecundación es externa, o bien ocurre en la cavidad del manto de la madre. Lamentablemente de la temperatura depende la puesta, siendo las temperaturas de puesta diferentes según las especies marinas. Algunas veces interviene en la inducción de la puesta la liberación de señales químicas (hormonas), que hacen que la puesta sea simultánea en toda la población.

### **2.2.8.7 DESARROLLO EMBRIONARIO Y CRECIMIENTO**

Si la fecundación ha tenido lugar en el agua, las larvas quedan libres formando parte del plancton. Si la fecundación se ha realizado en la cavidad del manto de la madre, las larvas se alimentan durante un tiempo del vitelo (reservas nutritivas del huevo), hasta que pueden alimentarse por su cuenta. El desarrollo de los bivalvos es indirecto, es decir, pasa por fases distintas hasta alcanzar la forma y los modos de vida del adulto. La primera larva (larva 1) es la trocófora, que luego se transforma en larva veliger, la cual va adquiriendo después los caracteres del adulto (formación de una pequeña concha, etc.). Al terminar su vida larvaria, los pequeños bivalvos caen al fondo, donde se fijan mediante el biso (mejillón) o la concha (ostra). El crecimiento es continuo, pero no uniforme. Puesto que la actividad aumenta con su temperatura, el verano corresponde a los períodos de gran actividad y el invierno a períodos de menor actividad. Durante los períodos invernales, la concha apenas crece, o que provoca un engrosamiento en el borde de la misma. Esto da lugar a unas líneas en la concha, llamadas líneas de crecimiento, que nos pueden dar una idea de la edad del molusco.



### 2.2.9 Ostras

Los centros de cultivo de ostras, se basan principalmente en dos estrategias; el cultivo suspendido y el cultivo de fondo.

En los centros de cultivo suspendidos, las estructuras de flotación son similares a las utilizadas en los centros productores de mitílidos (balsas y “long line”), suspendiéndose de estas estructuras los sistemas de cultivo. En general los sistemas de cultivo más utilizados son el de linterna (“lanternet”) o el sistema de trébol (cuelgas de pega).

El sistema de linterna consiste básicamente en bandejas circulares construidas con aros metálicos plastificados y redes de pesca en desuso. Estas bandejas se ordenan en forma vertical a una distancia de 25 cm y se unen a una red tubular (CORFO, 1988).

El sistema de trébol, consiste en una cuelga (cabo de plástico) de 2,2 metros de longitud. En este cabo se procede a pegar las ostras de forma artificial (generalmente se usa una mezcla de cemento, arena,

aditivos de fraguado y agua). Cada punto de pegado está separado entre 7 y 8 cm, disponiéndose 4 ejemplares en cada punto (CORFO, 1988).

El sistema de cultivo de fondo se basa en estacas de madera enterradas en el lecho marino entre las cuales se instalan bandejas de madera y malla plástica o redes en desuso, instalándose los organismos en estas bandejas.

La obtención de semillas puede depender tanto de captación natural, como de la producción en criaderos o hatchery. Existen varias metodologías utilizadas para la captación natural de semillas; todas ellas se basan en ofrecer sustratos duros para la fijación de las larvas. Estos sustratos suelen ser conchas de cholgas, choro zapato, ostiones u otro material resistente. los cuales van amarrados a una cuelga la cual puede ser suspendida de balsas, long line (cultivo suspendido) o a un cabo tensado entre estacas enterradas en el lecho (cultivo de fondo).

### **2.2.10 Obtención de semillas de bivalvos en criaderos**

La producción de semillas de bivalvos en criaderos o "hatchery" es una excelente estrategia para obtener grandes volúmenes de éstas y disponer de semillas en lugares donde estas especies no existen, por lo que la captación natural se hace imposible.

La producción de semillas comienza con la selección de organismos adultos como reproductores y su acondicionamiento en laboratorio, mediante el manejo de variables como temperatura y oferta alimentaria. El manejo de estas variables hace posible el control del desove y posterior fecundación de los óvulos. La fecundación y posterior desarrollo de los embriones puede ocurrir tanto dentro como fuera del cuerpo de la madre (i.e. en la ostra chilena se produce en el interior de la madre en tanto que en la ostra del pacífico esta sucede en la columna de agua).

Para obtener la fijación de semillas se les debe ofrecer un sustrato adecuado. En general este se trata de valvas de otros moluscos, filamentos plásticos o algas. El sistema de captación más utilizado es el uso de valvas

de moluscos de muy pequeño tamaño con lo cual se obtienen semillas captadas en forma individual. Al alcanzar una talla de 2 a 3 mm son trasladadas al ambiente para su crecimiento.

Por otro lado, el mantenimiento de reproductores así como la producción masiva de semillas requiere de la producción en grandes cantidades de microalgas en especial *Issocricys galvana* y *Dunalliella marina* las cuales servirán de alimento a estos organismos

En estos laboratorios los principales apodes al cuerpo receptor está dado por los RILES generados, los cuales llevan principalmente fecas y pseudofecas de los organismos cultivados.

Como se ha señalado, el cultivo de bivalvos en los centros de crecimiento y engorda es un cultivo de tipo extensivo, por lo cual no se agrega alimento suplementario al sistema. Por otro lado, se han descrito muy pocas enfermedades en bivalvos, siendo prácticamente inexistentes. Por esta razón, el uso de antibióticos u otros químicos utilizados como insumos (y que pudiesen eventualmente constituir una fuente de

contaminación), es despreciable. El mayor aporte a la columna de agua y los fondos lo constituyen la biodepositación y la retención de materiales en suspensión por parte de las cuelgas.

Como parte de la descripción del proyecto, el proponente deberá entregar información detallada sobre las características generales y operativas del centro, así como de las densidades estimadas de cultivo y producción. Un listado de puntos relevantes en el levantamiento de información para esta parte de la descripción del proyecto, se presenta a continuación.

### **c) Riesgo de ocurrencia (Ro)**

Califica la probabilidad de que un impacto pueda darse como resultado de una actividad (fuente) del proyecto; se evalúa con los siguientes valores:

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Cierto	9-10
Muy probable	7-8
Probable	4-6
Poco probable	1-3

**d) Extensión (Ex)**

Magnitud del área afectada afectada por el impacto, superficie relativa donde se resienten los efectos del impacto.

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Regional	0.8-1.0
Local	0.4-0.7
Puntual	0.1-0.3

**e) Duración (Du)**

Unidad de medida temporal que permite evaluar el periodo durante el cual serán sentidas o resentidas las repercusiones del impacto sobre el elemento afectado.

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Permanente (10 años o más)	0.8-1.0
Larga (5 a 10 años)	0.5-0.7
Media (3 a 4 años)	0.3-0.4
Corta (<1 año a 2años)	0.1-0.2

**f) Desarrollo (De)**

Evalúa el tiempo en que evoluciona el impacto, desde que se inicia y manifiesta hasta que se hace presente plenamente, con todas sus consecuencias.

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Muy rápido «1 mes)	0.9-1.0
Rápido (1-6 meses)	0.7-0.8
Medio (6-12 meses)	0.5-0.6
Lento (12-24 meses)	0.3-0.4
Muy lento (más de 24 meses)	0.1-0.2

**g) Reversibilidad (Re)**

Califica la posibilidad del factor afectado de retomar a las condiciones previas a la acción del impacto.

<b>Rango</b>	<b>Calificación</b>
Irreversible	0.8-1.0
Parcialmente	
Reversible	0.4-0.7
Reversible	0.1-0.3

### h) Integración de los criterios de evaluación

El índice de calidad ecológica (Ce), constituye la expresión numérica de la interacción o acción conjunta de los distintos criterios usados en la calificación de los impactos ambientales. El valor de la Ce está dado por la siguiente fórmula y debe ser aproximado al entero más cercano.

$$Ce = \frac{Ca \times (1 + Ex + Du + De + Re) \times Ro}{5}$$

La escala de valores que se obtiene del cálculo de la calidad ecológica, es -10 a 10, pudiendo reconocerse dentro de este rango, las siguientes categorías:

Calidad Ecológica	
5 a 10	Muy bueno
0 a 5	Bueno
-5 a 0	Malo
-10 a -5	Muy Malo



### **i) Valor ambiental de cada componente afectado**

Una vez calculados los índices de calidad ecológica, se aplicará a éstos un factor que sea representativo del valor ambiental que cada uno de los componentes afectados tiene. Este factor o valor ambiental puede ser calculado por varias metodologías, entre las cuales la elaboración de consultas o encuestas a expertos (consultas tipo Delphi), constituye uno de los métodos más frecuentemente utilizados.

El método de consulta tipo Delphi consiste en someter un mismo cuestionario o encuesta, a la consulta sistematizada de un panel o grupo de profesionales que, basándose en su experiencia individual, responde anónimamente. Esto último, con el objeto de no deslizar el resultado hacia posturas de miembros más agresivos (Gómez. 1994).

Para validar la convergencia de las opiniones de este tipo de cuestionarios, se consideran dos tipos de ponderación: la clasificación por grados escalares y la ordenación por rangos.

### 2.2.10.1 Clasificación por grados escalares

Corresponde a la ponderación de cada uno de los elementos sobre una escala preestablecida, admitiéndose empates. En esta escala pueden asignar valores libremente, aún cuando es frecuente que se recurre a valores entre 0 y 10.

El valor ponderal que el profesional  $p$  asigna al elemento  $e$  se obtiene por la expresión:

$$V_{ep} = \frac{E_{ep}}{\sum_{e=1}^n E_{ep}}$$

Donde,  $E_{ep}$  es el valor de la escala que el profesional  $p$  asigna al elemento  $e$ . Así, el valor ponderal final resulta de la siguiente operación:

$$V_e = \frac{\sum_{p=1}^m SV_{ep}}{mn \sum_{p=1}^m \sum_{e=1}^n SV_{ep}}$$

Este método permite interrelacionar y ponderar el peso de cada uno de los elementos en análisis con respecto a un total de uno.

### 2.2.10.2 Ordenación por rangos

Este método corresponde a la ordenación jerarquizada de los diferentes elementos (o factores) objetos de ponderación. Si  $n$  es el número de elementos a valorar, se asigna al primero de la jerarquía el rango  $n - 1$  y así sucesivamente.

El valor ponderal de un elemento o factor se obtiene por la siguiente expresión:

$$V_e = \frac{\sum_{p=1}^m S_{Rep}}{nm}$$

Donde,  $m$  es el número de profesionales del panel;  $Rep$  es el rango que el profesional  $p$  atribuye al elemento  $e$ ; y  $n$  es el número de elementos.

Este procedimiento sirve para medir un elemento en relación con otros elementos definidos al mismo nivel de abstracción, resultando igual a uno la sumatoria de todos los valores asignados.

Finalmente, cuando el valor ambiental estimado por uno u otro tipo de ponderación es aplicado como un factor a los valores del índice de calidad ecológica, los valores resultantes son sumados para integrar el resultado de todos los componentes ambientales afectados por cada una de las acciones del proyecto. El resultado final de esta sumatoria, establece un valor que en la escala -10 a +10, constituye un diagnóstico del eventual impacto del proyecto en todas sus etapas.

#### **2.2.11 ANALISIS DE FLUJOS RESIDUALES (LINEA DE BASE)**

A continuación se presentan las metodologías utilizadas en el análisis de flujos residuales para los estudios de circulación del agua en canales y estuarios.

Se deberá definir una sección ubicada en la parte central

del área, y sobre ella se posicionarán en línea recta tres muertos con sus respectivas boyas (estaciones de muestreo o de toma de datos). En cada estación y de manera sucesiva (est. 1, est.2, est.3, est. 2, est. 1, est. 2, est. 3, etc.) se medirán la velocidad y dirección de la corriente, y la salinidad y la temperatura del agua.

Estas mediciones se realizarán en cinco diferentes niveles definidos en términos de porcentajes de la profundidad total (Le.. 10, 30, 50, 70 y 90%), obteniendo en cada profundidad lecturas que promedien al menos 1 minuto de las variables antes mencionadas. Esta toma de datos se extenderá por lo menos durante 12,5 horas (un ciclo mareal) a partir de la hora en que se empezó a tomar datos en la estación 3 y se realizará durante verano e invierno y en período de marea de sicigia y cuadratura.

Los cálculos de flujos residuales están basados en el siguiente análisis: el movimiento y el transporte de agua y sal (y también partículas en suspensión en un canal o un estuario), depende de la interacción de la onda de marea y el flujo de agua dulce que ocurre en el lugar. El transporte instantáneo de agua paralelo al eje del

estuario ( $x$ ) en una sección de área  $A$  se puede definir como (Kjerfve et al., 1981; Uncles *et al.*, 1985; Pino et al, 1993):

$$Q = A \cdot V_x$$

Donde  $A$  es el área de la sección en ese momento, ya que el área cambia con la altura de la marea.

Se define el flujo residual como:

$$\langle Q \rangle = \frac{1}{t} \int_0^t Q(t) dt$$

Considerando que para cualquier variable  $m$ :

$\langle m \rangle$  corresponde al promedio temporal,

$[m]$  corresponde al promedio vertical en la columna de agua,

$\{m\}$  corresponde a la variación con respecto al promedio temporal,

$m'$  corresponde a la variación con respecto al promedio vertical

Se tiene entonces que:

$$A = \langle A \rangle + \{A\} \text{ y } \langle \{A\} \rangle = 0$$

$$V = \langle CV \rangle + \{M\} \text{ y } \langle \{M\} \rangle = 0$$

y calculando  $\langle Q \rangle$ ,

$$\langle Q \rangle = \langle A \rangle \langle V \rangle + \langle \{A\} \{M\} \rangle$$

donde  $\langle A \rangle$  es el flujo residual Euleriano o deriva no marea (Dyer, 1974) y  $\langle AV \rangle$  es el transporte residual de agua debido al bombeo de marea o deriva de Stokes, la que se produce cuando hay una correlación diferente de cero entre la onda de marea y la velocidad del agua (Kjerfve, 1975; Tee, 1976). Del mismo modo, se puede definir el transporte instantáneo de sal (F) y de partículas suspendidas (G) como:

$$F = A [V] [S] \text{ y } G = A [V] [P]$$

con S representando la salinidad y P la concentración del material suspendido. Integrando para un ciclo marea se tiene para estas variables F o G:

$$\langle F \rangle = F_L + F_{TP} + F_{vs}$$

$$F_L = \langle A \rangle \langle V \rangle \langle [S] \rangle$$

$$F_{TP} = \langle A \{V\} \{S\} \rangle$$

$$F_{VS} = \langle A [V'] [S'] \rangle$$

donde  $F_L$ ,  $F_{TP}$  y  $F_{VS}$  son los componentes de transporte debido al flujo residual de agua (componente lagrangeana), bombeo de marea (“tidal pumping”) y dispersión vertical (“vertical shear”), respectivamente.

Para realizar los cálculos, se deben convertir en primer lugar todas las profundidades medidas en metros en profundidades adimensionales tal como se describió con anterioridad, con 10% cerca del fondo y 90% cerca de la superficie. En segundo lugar, se debe descomponer la velocidad en dos vectores, de dirección respectivamente paralela (velocidad  $u$ ) y perpendicular al eje del canal o estuario (velocidad  $v$ ).

La velocidad  $u$  es positiva cuando se dirige hacia el mar abierto, y la velocidad  $v$  es positiva cuando se dirige hacia la orilla izquierda del canal o estuario (por convención derecha e izquierda se definen con el observador mirando la sección del canal o estuario en



dirección al mar abierto). En tercer lugar, se deben interpolar los datos a los niveles fijos de 10, 30, 50, 70 y 90%, y ya que los datos están tomados en terreno de esta manera, la interpolación corregirá variación por altura de marca sin perder mayor información.

A continuación se deben calcular los datos a intervalos de tiempo fijos (generalmente a intervalos de media hora). Como estos datos están tomados la mayor parte de las veces cada hora, implica que no hay pérdida de información; ni siquiera en los extremos pues se tomarán datos por más de 12.5 horas en cada estación. Así se obtendrá una matriz con datos a las mismas horas y profundidades para cada una de las estaciones, simulando la existencia de tres embarcaciones cada una con cinco instrumentos a diferentes profundidades. Con estos datos se debe calcular:

$$Q_S = \langle \{A\} * \{u\} \rangle \text{ Caudal de Stokes}$$

$$Q_E = \langle A \rangle * \langle u \rangle \text{ Caudal Euleriano}$$

$$Q_L = Q_S + Q_E \text{ Caudal Lagrangeano}$$

$U_s = Q_s / \langle A \rangle$  Deriva de Stokes (bombeo de marea)

$U_E = \langle u \rangle$  Velocidad residual Euleriana

$U_L + U_s + U_E$  Velocidad de transporte residual  
(Lagrangeana).

$F_L = \langle A \rangle \langle V \rangle \langle [S] \rangle$  Flujo Lagrangeano para la sal

$F_{TP} = \langle A \{V\} \{S\} \rangle$  Bombeo de marea para la sal

$F_{VS} = \langle A[V'] [S'] \rangle$  Flujo de dispersión vertical para la sal

$G_L = \langle A \rangle \langle V \rangle \langle [F] \rangle$  Flujo Lagrangeano para el material  
en suspensión

$G_{TP} = \langle A \{V\} \{F\} \rangle$  Bombeo de marea para el material en  
suspensión

$G_{VF} = \langle A [V'] [F'] \rangle$  Flujo de dispersión vertical para el  
material en suspensión

Finalmente se deberán calcular los flujos netos de agua,  
sal y material en suspensión usando las siguientes  
fórmulas:

Caudal = área x velocidad

Transporte de sal = caudal x salinidad

Transporte de material particulado = caudal x turbidez

Cada punto de la matriz de datos interpolada y estandarizada tendrá un área asociada que depende de la forma del canal y de la altura de la marea. De esta manera se calcula el caudal y los transportes de sal y material particulado por cada fracción de área en la sección transversal, y luego se integra por tiempo y por estaciones para obtener resultados para toda la sección (Uncles *et al*, 1985; Su & Wang, 1986).

#### **2.2.12 METODOS DE ANALISIS DE TEXTURA Y GRANULOMETRIA DE SEDIMENTOS(LINEA DE BASE).**

La siguiente es una descripción de algunos de los métodos de análisis de textura y granulometría de los sedimentos, una vez que estos han sido recolectados y conservados en frío para su manipulación en laboratorio.

### **a) Textura**

Una porción de la muestra de sedimento se suspenderá en agua destilada en una relación de peso de 1:2; después de agitar la suspensión se medirá el pH. La segunda porción de las muestras de sedimento se tamizará en húmedo a través de coladores de 2 mm y 63 mm, para separar las fracciones grava (>2 mm), arena (< 2 mm y > 63 mm) y fango (< 63 mm). Posteriormente las dos fracciones gruesas se secarán (600 C por 24 horas) y quemarán (5500 C por 6 horas). A partir de cálculos de diferencia de peso, se determinarán los porcentajes de orgánico (materia orgánica carbonosa) e inorgánico de cada una de las dos fracciones. El material calcáreo de origen orgánico de la fracción gruesa (grava y arena), se determinará por diferencia de peso después de digerir ambas con HCl al 15%.

La suspensión coloidal con el fango obtenido en el segundo tamizado se dejará decantar, acelerando este proceso mediante un cambio de pH de la suspensión (adición de 3 ml de HCl al 10%). El fango decantado se enrasará en probetas de 1 litro y homogenizará por agitación vertical. 20 segundos después del fin de la homogenización se obtendrá una alícuota de 20 ml a 20

cm de la superficie de la suspensión. Esta alícuota se secará, pesará, incinerará y pesará nuevamente para calcular por diferencia de peso las fracciones de fango total y fango orgánico.

Posteriormente se obtendrá una primera submuestra húmeda de suspensión de fango equivalente a 10 g de fango inorgánico, eliminando la materia orgánica carbonosa por adición de perhidrol y la tendencia a la floculación por adición de hexametáfosfato de sodio. En esta submuestra se obtendrán por pipeteo (Folk, 1980) las fracciones de limo y arcilla inorgánicos. Las dos fracciones se pesarán, restándose la cantidad de hexametáfosfato contenido en los 20 ml de la alícuota. Finalmente se aplicará un factor de 50 para extrapolar los pesos al contenido total de sedimento en la probeta, y un factor de cuarteo para hacer el cálculo equivalente al total del fango de la muestra.

#### **b) Granulometría**

Una vez separada la fracción arena, ésta se analizará granulométricamente por medio de velocidad de decantación de las partículas y el método de momentos

(Seward - Thompson & Hails, 1973).

A partir de esos datos, se calcularán los estadígrafos tamaño medio, selección, asimetría y curtosis normalizada. Los dos primeros parámetros se expresan en unidades phi ( $\phi = -\log_2$  diámetro en mm), mientras los dos últimos son adimensionales.

### **2.2.13 MEJILLONES Y OSTRAS DEL PACIFICO**

El mar argentino, en su extenso litoral patagónico, reúne condiciones optimas para el desarrollo de la acuicultura. Sus aguas, de alta calidad, permanecen aun hoy dentro de las mas limpias del mundo, lo cual es reconocido mundialmente. Contribuyen de manera significativa a esta calidad, la lejanía a centros industriales y a la desembocadura de ríos con agroquímicos y pesticidas.

A pesar de esta enorme ventaja la región se mantiene virgen con respecto a este tipo de proyectos de cultivos marinos, existiendo muchos lugares aptos para ello.

Existen pocos antecedentes en el tema de los bivalvos tal como en la zona de Bahía Ezquerra en donde se experimentó con la cría de ostras.

En la zona del Golfo San Jorge, una ventaja interesante para desarrollar esta actividad, es la proximidad a servicios como el Aeropuerto Internacional "General Mosconi" en la ciudad de Comodoro Rivadavia, su Puerto de Aguas profundas y la existencia de un Corredor Bioceánico (que une los océanos Atlántico y Pacífico) entre las ciudades de Comodoro Rivadavia y Puerto Aysen respectivamente, lo que brinda la posibilidad de comercialización (exportación) en ambas direcciones.

Este anteproyecto surge como una necesidad de potenciar una actividad que tiene tanto futuro en el mundo y que puede llegar a ser fundamental, entre otras, para el futuro de Comodoro Rivadavia, ubicada en el centro del Golfo San Jorge. El apoyo de ABX por intermedio de su socio gerente Alberto Barchilón, consultora de Israel, país que posee una gran experiencia en acuicultura ha sido sumamente ventajoso al dar los primeros pasos en la elaboración de este anteproyecto.

Por otra parte el asesoramiento del Dr. Miguel Webb, premio ALUAR 98 de la Fundación Chubut Produce', por su proyecto " Cultivo de Abalón en granja yuxtamarina",

ha constituido una gran ayuda en la orientación técnico — económico.

La inclusión de este proyecto empresarial dentro de CoMar. (COMODORO MARICULTURA) Sociedad de economía mixta (en formación), regulada por la ley numero 17,318 y el decreto ley numero 15,349/46 (ley numero 12,962), constituye otra de los impulsos a considerar para el fortalecimiento del proyecto.

La propuesta de cultivos marinos incluye en un principio 2 especies

Ostra del pacifico (*Crassostrea gigas sp.*)

Mejillón (*Mytilus platensis sp.*)

Con estos dos cultivos no se introducirían especies exóticas en la región ya que el mejillón posee amplia distribución y con respecto a la ostra, se registra su existencia gracias a antiguos cultivos en Bahía San Blas y la existencia de un Hatchery o laboratorio para la producción de semillas a partir de 1997-98 con fondos de la unión europea (Luchini, 1998)



Molusco bivalvo, filtrador, perteneciente a la familia de los mitílidos ~ Se alimenta filtrando el agua y reteniendo pequeñas partículas alimenticias que están en suspensión. Entre las especies más importantes está *Mytilus Platensis*, *Mytilus Californianus* y *Mytilus Citrinus*.

La elección de esta especie se basó en su rápido crecimiento y por ser de naturaleza autóctona, lo que permite la recolección de semillas en el lugar, representando a su vez un escalón para llegar al cultivo de la ostra del Pacífico.

Además al ser una especie muy conocida en la zona, se puede a través de su cultivo, fomentar la industrialización de la misma in situ (ahumados, conservas, etc.), lo cual permitiría darle valor agregado.

Las aguas de la región poseen condiciones naturales óptimas por su composición química de contenido nulo en coliformes fecales y metales pesados.

Por otra parte, las buenas condiciones de iluminación solar, con poca nubosidad y la cantidad de sectores resguardados, hacen de la región un sitio ideal.

Molusco bivalvo, filtrador, perteneciente a la familia de los ostreidos (Fig. 4). Se alimenta filtrando el agua y reteniendo pequeños organismos planctónicos que están en suspensión. Entre las especies más importantes están *Crassostrea Gigas*, *Crassostrea Virginica* y *Crassostrea Rizophorae*.

Esta especie fue elegida debido a la exquisitez de su carne y su valor comercial, el cual permitirá la recuperación de los fondos invertidos, debido a que su comercialización en estado vivo es la más rentable. Gracias a la cercanía del aeropuerto se podrán satisfacer las necesidades del mercado.

El método de cultivo de la ostra del pacífico se realizará en piletones excavados en tierra firme (costa) que estén afectados por el flujo de marea para permitir el recambio de agua. Además dichos piletones deberán ser someros para producir un aumento en la temperatura del agua lo cual permite un mayor crecimiento del organismo.

#### **2.2.13.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

1. Cultivar y comercializar moluscos vivos de alta calidad.

2. Desarrollar productos congelados, ahumados y en semiconserva con valor agregado para su expendio en instituciones, supermercados y tiendas específicas, y para su exportación.

#### **2.2.13.2 VENTAJAS**

1. La región patagónica y su litoral marítimo constituye con sólo su nombre, una carta de presentación ante el mundo por la ausencia de contaminación de sus aguas.
2. La proximidad a un aeropuerto, puertos y servicios.
3. La obtención de semillas de mejillón con colectores en la zona.
4. La obtención de semillas de ostra en el laboratorio que funciona en el país a partir de 1997.
5. La baja captura hace que proporcionalmente aumente la demanda de productos de acuicultura.
6. La existencia en Comodoro Rivadavia de personal especializado (Escuela de Biología Marina y Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco).

## **CAPITULO III**

### **PREPARACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA**

#### **3.1 GENERALIDADES**

##### **3.1.1 Introducción**

A solicitud del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) el suscrito, en el Terreno destinado al Centro Piloto de Producción Acuícola la Arena - Casma, situado en la Playa Arena en el Distrito de Comandante Noel, ha ejecutado un Estudio Geotécnico con fines de Cimentación.

##### **3.1.2 Ubicación**

El terreno destinado a dicho Proyecto se encuentra ubicado en el Departamento de Ancash, Provincia de Casma, Distrito de Comandante Noel en la Playa La Arena a la altura del Km 390 aprox. de la Carretera Panamericana Norte, antes del Desvío al Balneario de Tortugas; Sobre un Area de Terreno 44,400 m<sup>2</sup>, distribuidos en dos zonas de Edificaciones, la primera identificada como Plataforma principal con un área útil de 8,400 m<sup>2</sup> y la segunda destinada a zonas de vivienda con un área útil de 3,200 m<sup>2</sup> perteneciente al Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero — FONDEPES (Ver Plano de ubicación).

##### **3.1.3 Descripción del Proyecto Encargado**

De acuerdo al Proyecto de Arquitectura proporcionado por el

solicitante, éste consiste en un Conjunto de dos Módulos sobre un área total construida de 4,520 m<sup>2</sup>.

El volumen más importante de construcción consiste en una edificación sobre una Plataforma de forma rectangular de 50 m. por 120 m. ubicado sobre la Cota +22 mts. s.n.m. donde se encuentra principalmente el centro de producción de semillas (Hatchery, Nursery y Pre-cria), los Laboratorios y la Administración en este Módulo se encuentran los siguientes ambientes en el primer piso o nivel.

Área de reproductores Hatchery de peces, pediluvios, ingreso de servicio, herramientas, almacén de materiales y alimentos de cultivo, depósitos, almacén de materiales de vidrio, sales de esterilización y lavado, laboratorio seco, laboratorio de micro-algas, hatchery de almejas, hatchery de ostras, hatchery de conchas de abanico, vivero rotífero, cepario, nursery, servicios higiénicos de damas, servicios higiénicos de caballeros y el ingreso principal.

La Planta del segundo piso o nivel está constituido por las escaleras de acceso y los ambientes de control, laboratorio de micro-biología, planta libre, oficina técnico administrativa, oficina radio, oficina de archivo, oficina de la jefatura y servicios higiénicos.

La zona de vivienda se ubica al lado izquierdo con frente hacia la Playa sobre la Cota + 25.00 m.s.n.m. se encuentra el área destinada para alojamiento con un edificio de forma rectangular de 6.00 por

27.10 mts. y bungaloes de dos pisos cada uno.

La Planta del edificio en el primer piso o nivel está destinado para alojamientos cuenta con un patio/tendal, un ambiente donde se ubican los servicios higiénicos con lavatorios y urinarios corridos, inodoros y duchas, un ambiente anterior para aseo de manos y otros, cinco ambientes para el dormitorio de obreros y un depósito. La Planta del segundo piso o nivel está compuesto de dos escaleras laterales de acceso, una área de aseo, dos ambientes destinados a servicios higiénicos y seis dormitorios de empleados con un patio interior y lateral de comunicación.

Cada bungaló es de forma rectangular de 7.50 mts por 12 mts., a Cota de + 0,30 de nivel de piso terminado, a ambos lados alberga dos módulos de iguales características para cada uno de ellos, en el segundo nivel a Cota +3.05 n.p.t. se ubica la sala comedor y la cocina, un pequeño depósito así mismo en el primer piso se ubican los dormitorios, servicios higiénicos y patio de ingreso, a esta edificación se le identifica como casa del Jefe y visitas.

Como Obras exteriores que complementan la edificación se ha contemplado la construcción de dos Reservorios ubicado entre las Cotas  $\pm 25$  y +30 m.s.n.m., uno de ellos con capacidad de almacenaje de 380 m<sup>3</sup>, teniendo en consecuencia las siguientes Obras exteriores:

Un Reservoirio de Agua Dulce, un Reservoirio de agua Salada, Filtros, Grupo Electrónico, Caseta de Bombas, Blowers Aireadores, Planta Desalinizadora, Rayos U-V, Muelle Marginal, con un Depósito de Equipo de Buceo, Bomba de Succión de Agua de Mar y otros Servicios del Muelle, Caseta de Vigilancia, Cisterna o Control, y una vía carrozable de 6.00 mts. de ancho y 720 mts. de largo aproximadamente, la misma que se inicia en la trocha carrozable a una Cota de + 41.00 m.s.n.m. que es el acceso al Centro Piloto, que bordeando la plataforma principal; pasando en forma lateral a la zona de viviendas llega al Muelle Marginal.

### **3.1.4 Descripción de la Obra Ejecutada Físicamente**

La obra ejecutada comprende básicamente:

El Proyecto del Centro de Acuicultura, La Arena, Casma Etapa I, se encuentra en la Playa "La Arena" en el Distrito de Comandante Noel de la Provincia de Casma del Departamento de Ancash sobre un área de 26.88 Hectáreas y un perímetro de 4683 metros lineales en una sección en uso a favor de FONDEPES.

A lo largo de la vía de acceso se organizan los volúmenes de la planta de producción y Lab. Administración en el nivel +22 y la zona de alojamiento en el nivel +25.00.

El reservoirio de agua dulce se encuentra en el nivel + 46.00 y el reservoirio de agua salada en el nivel + 35.

Desde la caseta N° 1 se produce la impulsión de agua de mar a través de una bomba tipo turbina y con tubería de 6" Ø a la caseta de equipos y cisterna (Caseta N° 2) que a su vez la envía a los reservorios de agua dulce y salada desde donde se produce la distribución a los otros ambientes por gravedad.

La planta de producción de semilla se encuentra emplazada sobre una plataforma en el nivel + 22 y consiste en una gran instalación de pórticos de concreto con crujiás de 5.00 metros y estructura tijerales de fierro con cobertura y cielo raso metálico tipo precor.

Sobre un área rectangular de 100 x 20 metros se encuentran las áreas de reproductores, hatchery, nursery y la pre-cría de peces. Los pisos son de cemento pulido impermeabilizado con pendiente de 1% que desfogan a canaletas con rejillas de fibra de vidrio de e= 1 cm. El perímetro inferior de estos ambientes tienen zócalos sanitarios de cemento pulido impermeabilizado de 10 cm. de alto. Entre las columnas existen mesas con acabado de cemento pulido. Las tuberías se encuentran suspendidas a un promedio de 2.80 metros del piso sobre una estructura de fierro.

El edificio de los laboratorios y administración es un volumen de dos niveles independientes pero conectados con la planta de producción de semillas. Sobre un área rectangular de 10 x 40 metros.

La estructura es de pórticos de concreto con crujiás de 5 metros. En el primer nivel se encuentran los laboratorios de Cepario, Rotíferos,



Microalgas, Laboratorio seco, la sala de esterilización y lavado, los depósitos de herramientas, materiales de vidrio y alimentos para el cultivo, además de los servicios higiénicos y vestidores para hombres y mujeres.

En el segundo nivel se encuentran las oficinas de administración y el laboratorio de Microbiología y planta libre desde donde se aprecia las instalaciones de los hatchery.

La mayoría de los ambientes de los laboratorios tienen acabados de mayólica vitrificada de color y la puerta de los mismos con aplicaciones de acero inoxidable en la parte inferior de las hojas. Las mesas de los laboratorios están acabadas en cemento pulido impermeabilizado para evitar el ataque de los ácidos.

Por la fachada principal de laboratorio y administración se ingresa a los hatchery en donde existen pediluvios de modo que se evite la proliferación de hongos.

El tanque de petróleo, los grupos electrógenos (2) y el tablero general, caseta de blowers y caseta de equipo calentador de agua de mar también se encuentran sobre el plataformado, al costado izquierdo de la planta de producción de semilla.

En el nivel +28 del lado izquierdo de la planta de producción, aguas arriba, se encuentra la caseta del equipo de ultravioleta que incluye una losa de lavado con desagüe hacia al red general.

En el nivel +25, a la derecha de la planta de producción, se encuentra el alojamiento que está conformado por una vivienda de dos pisos cuyas vistas se abren hacia el mar con terraza para el estar y los dormitorios. En la parte frontal del complejo de viviendas se ha dejado una franja para el acceso de vehículos y estacionamiento. Desde esta zona se sube a la alameda de ingreso a las viviendas.

Desde la progresiva +700.00 de la carretera de acceso se tiene una plataforma de maniobra construida con armadura de 20 x 20 fe Ø 3/8" y losa de concreto  $f'c=21 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $e = 0.20 \text{ cm}$ . que se extiende en un área de 6.00 m<sup>2</sup>. A la izquierda se llega a un muelle de 19 m lineales y a la derecha de la plataforma existe dos pabellones de servicios. Uno es un volumen completamente cerrado y sirve como depósito para los equipos de buceo, el otro es abierto y está formado por columnas y una losa de concreto, su uso está destinado a la limpieza de las ostras. En el depósito de los equipos de buceo la ventilación y la iluminación se hacen a través de celosías de concreto.

Las obras civiles se complementaron con las obras sanitarias que comprenden:

Tendido de redes de agua y desagüe para la planta de producción y viviendas. Ver Anexo.

#### **3.1.4.1 Caseta N° 01.**- La fuente de agua es el mar de CASMA ("La Arena").

En el muelle construido se ha previsto una plataforma en la cota

+5.00 (Ver plano IS-11), donde se ha construido una caseta de concreto armado de 4 m x 3 m = 12 m<sup>2</sup> de área techada.

En este ambiente se ha instalado una (1) bomba de eje vertical para agua de mar con una capacidad de Q=21 l.p.s. y HDT = 16 ml que succiona e impulsa el agua de mar con Ø = 6", pasando por dos (02) separadores ciclónicos centrífugos verticales y dos (02) filtros de arena con capacidad de filtración hasta 50 micras hasta la caseta N° 02 (Osmosis) donde se ubica una cisterna de concreto armado de 40 m<sup>3</sup> (5m x 5m x 1.80m) para almacenamiento de agua salada, mediante una tubería de polietileno de alta densidad de Ø6" de diámetro, la que llevará puntos de registro aproximadamente cada 10 ml.

**3.1.4.2 Caseta N° 02 (Osmosis).**- En el subsuelo de este ambiente se ha construido dos (02) cisternas de concreto armado de 40 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, una cisterna para agua salada pre-filtrada y la otra cisterna para agua dulce, ambas cisternas colindantes entre sí. De la cisterna de agua salada pre-filtrada, un equipo duplex de bombeo constituido por dos(02) electrobombas centrífugas de eje horizontal para agua de mar, con capacidad para Q = 15 l.p.s y HDT = 35 ml, impulsará el agua de mar pre-filtrada pasando por 2(dos) filtros de lecho profundo con capacidad de filtración hasta 10 micras hasta un reservorio de concreto armado de sección circular de (D = 12m y H = 3,36 m) de 380 m<sup>3</sup> de capacidad, mediante una tubería de

impulsión de polietileno de  $\varnothing = 4''$  de diámetro con puntos de registro aproximadamente cada 10 ml.

También, de la cisterna de agua salada, un tercer equipo duplex de bombeo compuesto por dos (02) electrobombas centrífugas de eje horizontal con capacidad para  $Q = 0.6$  l.p.s. y HDT = 55 ml, extraerá el agua y la impulsará pasando por un filtro de lecho profundo con capacidad de filtración hasta 10 micras y un ablandador, hasta un equipo de desalinización de osmosis inversa para producir agua dulce y luego almacenarla en la cisterna de  $40 \text{ m}^3$  de capacidad, de donde un tercer equipo de bombeo duplex para agua dulce con capacidad para  $Q = 5$  l.p.s y HDT = 50 ml impulsará el agua hasta un reservorio de  $30 \text{ m}^3$  de capacidad de sección circular hecho de concreto armado y construido desde la cota +45.00 m, mediante una tubería de impulsión de polietileno de  $3''$  de diámetro. De este reservorio saldrá una línea de aducción de  $3''$  de diámetro que abastecerá tanto a la planta como a las edificaciones proyectadas con el agua dulce necesaria para consumo humano. Del reservorio de agua salada prefiltrada, saldrán dos líneas de aducción: una de agua prefiltrada de polietileno de  $6''$  de diámetro hasta la planta de acuicultura y la otra que con  $6''$  de diámetro se dirige a la caseta N° 03 (UV)

#### **3.1.4.3 Caseta N° 03 (U.V)**

En este ambiente de  $12 \text{ m}^2$  ( $4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ) se ha instalado un filtro de cartuchos con capacidad de filtración hasta 5 micras y un equipo de

desinfección mediante rayos UV (ultravioleta) que trata el agua salada pre-filtrada, y llega a esta caseta directamente del reservorio de agua salada de 380 m<sup>3</sup> mediante tubería de aducción de polietileno de Ø6". La ubicación de cada uno de los elementos de lo sistemas descritos, los diámetros, dimensiones y detalles se presentan en al plano IS-10.

#### **3.1.4.4 Caseta N° 04 (Grupo electrógeno)**

Ambiente de albañilería reforzada de 24 m<sup>2</sup> (4 ml x 6 ml) ubicado en la cota + 22 ; aquí se ha instalado dos (02) grupos electrógenos de 50 Kw y 80 Kw respectivamente que atiende parte de la máxima demanda generada

#### **3.1.4.5 Caseta N° 05 (Calentador de agua de mar)**

Ubicado en la cota + 22, hecho de albañilería reforzada y construido adyacente a la caseta de máquinas (grupos electrógenos) Caseta N° 04. El área techada de este ambiente es de 14 m<sup>2</sup> (4 ml x 3.50 ml) y aquí se ha instalado un calentador de agua de mar a petróleo de sección circular y geometría cilíndrica (D= 1 ml y H = 3 ml) para 5,400 litros/hora de producción de agua caliente de donde se llevará el agua caliente a la planta mediante tubería CPCB. De Ø 2".

#### **3.4.1.6 Caseta N° 06 (Sistema de aire)**

Caseta construida de 6 m<sup>2</sup> (3 ml x 2 ml) hecho de albañilería, don de se han instalado 03 blowers (02 blowers se usarán en máxima operación).

Por ser estos ventiladores centrífugos de alta revolución se necesita que los mismos tengan un estator lo más grande posible para que al entregar el aire hacia las piscinas y hatcheries no entreguen aire caliente, o sea blowers para acuicultura).

#### **3.4.1.7 Agua usada**

El agua usada después de ser utilizada en la planta de producción, no contiene contaminantes microbiológicos ni del tipo químico, razón por la que sólo es necesario efectuar la retención de sólidos de tamaño equivalente a 5º micras.

El agua usada será recolectada y conducida a través de una canaleta que descargará en una cámara de retención donde se instalará un amalla de acero inoxidable con capacidad de retención hasta 50 micras, de donde se descargará al mar mediante una tubería de PVC de 10" de diámetro enterrada.

#### **3.1.4.8 Desagüe doméstico**

El desagüe doméstico producido se trata mediante tanques sépticos y sistema de precolación. Se ha proyectado 2 sistemas independientes, una para SS.HH. de planta de producción, con tanque de 3.5 m<sup>3</sup> y

otro para SS.HH. de viviendas actual y futura, con tanque séptico de  $14 \text{ m}^3$  y tubería de precolación de  $\text{Ø}4''$  respectivamente.

Se instaló una red troncal desagüe de  $10''\text{Ø}$  para una población futura de 150 personas. El desagüe pasa por una cámara de separación o tanque séptico y los líquidos a 2 pozos percoladores para atender cada sistema de desagüe de 3 m de  $\text{Ø}$  y altura  $h = 3.5 \text{ m}$ , construidas en zonas alejadas de la playa, cuya ubicación garantiza la no contaminación de las playas y por consiguiente el agua de mar.

Cálculos previos a la ejecución de obra

Disposición de aguas servidas

Zona de vivienda

Tanque séptico para residencia

Datos: 50 personas

Consumo diario:  $200 \text{ lts/persona}$

Día

Se pierde 20%:  $\therefore 50 \text{ personas} \times 200 \text{ lts/persona} \times 0.8 = 8000 \text{ lt/día}$

Día

Volumen del tanque séptico:

Para líquidos =  $8 \text{ m}^3/\text{día}$

Para sólidos =  $50 \times 0.005 \times 1 = 0.25 \text{ m}^3/\text{día}$

Volumen total =  $8.25 \text{ m}^3/\text{día}$

día

Pozo de percolación:

Considerando 8 m<sup>3</sup>/día de líquido y una capacidad de percolación en terreno arenoso de 120 lt/m<sup>2</sup>/día es necesario 67 m<sup>2</sup> de área de precolación, resultando: 2 pozos de percolación de 3.5 m de diámetro y 4.50 m de profundidad.

$$\text{O sea: } \frac{\pi \times (3.5)^2}{4} = 9.62 \text{ m}^2$$

4

$$A_{\text{pared}} = 2\pi D \times h = 2\pi \times \frac{3.5}{2} \times 4.5 = 49.5 \text{ m}^2$$

2

2

$$50\% \text{ de la pared expuesta: } 49.5 \times 0.5 = 24.74 \text{ m}^2$$

Área – Total de percolación expuesta: 34.36 m<sup>2</sup> (24.74 + 9.62 = 34.36m<sup>2</sup>).

El pozo percolador debe llevar piedra grande y mediana para evitar colapso y facilitar el proceso biológico y la percolación de las paredes.

Para 2 pozos construidos:

$$\text{Área de percolación total: } 34.36 \times 2 = 68.72 \text{ m}^2 > 67 \text{ m}^2$$

Zona de laboratorio

Tanque séptico:

$$15 \text{ residentes} \times 80 \text{ lt/persona} = 1200 \text{ lts/día (contribución)}$$

día



Volumen tanque séptico

Líquido: 1.2. m<sup>3</sup>/día

Sólidos: 15 x 0.005 x 1 = 0.075 m<sup>3</sup>/día

Volumen total: 1.275 m<sup>3</sup>/día

Capacidad de percolación en terreno arenoso de 120 lt/m<sup>2</sup>/día

$$\frac{1275 \text{ lt/día}}{120 \text{ lt/día} \times \text{m}^2} = 10.625 \text{ m}^2$$

$$120 \text{ lt/día} \times \text{m}^2$$

Diámetro de pozo: 2 m

$$\text{Área de fondo: } \pi (0.75)^2 = 1.77 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de pared lateral: } 2\pi (0.75) \times 2 = 9.42 \text{ m}^2$$

$$1.77 + 9.42 > 10.625 \text{ m}^2$$

## 3.2 ESTUDIO DE SUELO

### 3.2.1 Objeto

El presente reporte técnico y el trabajo desarrollado en él, tienen por finalidad determinar preliminarmente las características Físico-Mecánicas de los materiales subyacentes a la extensión investigada, con el objeto de establecer la factibilidad en relación a la permanencia física del Proyecto. Así como también la posibilidad y las condiciones de Cimentación generalizadas que garanticen la estabilidad de la fundación de las Estructuras Proyectadas.

### 3.2.2 Reconocimiento del Terreno

El terreno en que se edificará la obra se encuentra ubicado en una

terrazza marina a 22 mts de altura sobre el nivel del mar que no cuenta con los Servicios de Agua ni Desagüe y el de Electricidad restringido al suministro de la red Distrital de fluido eléctrico y al Grupo Electrónico.

### **3.2.3 Investigación Realizada**

Además de la información de antecedentes y del reconocimiento geológico de superficie efectuado en la zona, a fin de contar con los elementos necesarios para los fines del Estudio, se han efectuado las siguientes acciones:

#### **3.2.3.1 Trabajos de Campo**

Los trabajos de campo efectuados comprenden:

##### **a. Exploraciones**

En el área en cuestión, con los objetivos indicados en 1,4 se han dispuesto de 8 (ocho) excavaciones a cielo abierto, las cuales nos han proporcionado un testimonio bastante confiable sobre la calidad del subsuelo. (Ver Láminas de Características Geotécnicas del C-1 al C-8 y fotografías).

Las profundidades alcanzadas en dichas exploraciones, mediante el Sistema de Perforación descrito, es del orden de los 2.80 m. reales alcanzados y de 0.30 mts. a 0.50 mts.

sondaje por medio de barrena exploratoria todo ello en las siete Calicatas de suelos arenosos encontrados.

### RELACION DE CALICATAS

#### CENTRO PILOTO DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA LA ARENA

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD
CALICATA NRO. 1	MUESTRA 01	0.00 – 0.85 mts.
	MUESTRA 02	0.85 – 1.35 mts.
	MUESTRA 03	1.35 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 2	MUESTRA 01	0.00 – 0.15 mts.
	MUESTRA 02	0.15 – 1.96 mts.
	MUESTRA 03	1.96 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 3	MUESTRA 01	0.00 – 0.10 mts.
	MUESTRA 02	0.10 – mas mts.
CALICATA NRO. 4	MUESTRA 01	0.00 – 0.35 mts.
	MUESTRA 02	0.85 – 0.50 mts.
	MUESTRA 03	0.50 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 5	MUESTRA 01	0.00 – 0.41 mts.
	MUESTRA 02	0.41 – 0.65 mts.
	MUESTRA 03	0.65 – 2.10 mts.
	MUESTRA 04	2.10 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 6	MUESTRA 01	0.00 – 0.10 mts.
	MUESTRA 02	0.10 – 0.20 mts.

	MUESTRA 03	0.20 – 1.43 mts.
	MUESTRA 04	1.43 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 7	MUESTRA 01	0.00 – 0.80 mts.
	MUESTRA 02	0.80 – 1.50 mts.
	MUESTRA 03	1.50 – 2.10 mts.
	MUESTRA 04	2.10 – 2.80 mts.
CALICATA NRO. 8	MUESTRA 01	0.00 – 0.15 mts.
	MUESTRA 02	0.15 – 0.25 mts.
	MUESTRA 03	0.25 – 1.80 mts.
	MUESTRA 04	1.80 – 2.10 mts.
	MUESTRA 05	2.10 – 2.80 mts.

### **b. Ensayos In Situ**

En algunas de las Exploraciones realizadas y en determinados estratos de suelos, se han ejecutado Ensayos Normales de Penetración de acuerdo con lo que establece la Norma AS1'M-D 1586 (ver fotografías).

### **c. Muestras**

De cada uno de los estratos de suelos encontrados y en forma continua se han obtenido muestras disturbadas representativas, las que debidamente acondicionadas fueron remitidas al Laboratorio (Ver Fotografías)

## **d. Trabajos de Laboratorio**

Con las muestras disturbadas y con propósitos de identificación clasificación y rangos de agresividad se han realizado los siguientes ensayos (Ver Certificados de Ensayos de Laboratorio).

### **d.1 Ensayos Estándar**

(Ver Certificados de Ensayos de Laboratorio de la oficina de Control de Calidad del Ministerio de transpores y Comunicaciones, Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad del Santa y de Lacig SA.).

#### **d.1.1 Análisis Mecánicos**

Con la porción de las muestras menores de 3" se efectuaron análisis granulométricos por Tamizado, según el ASTM-D-422

#### **d.1.2 Límites de Consistencia**

Con el porcentaje que pasa la malla N° 40, de cada especie se procedió a determinar:

- Límite Líquido                      ASTM-D-423
- Límite Plástico                      ASTM.D-424

Con los resultados de los Ensayos de Propiedades índice y descripción de Campo, se clasificaron las muestras, empleando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO.

## d.2 Ensayos Especiales

Empleando algunas de las muestras más representativas se han hecho ensayos para determinar cuantitativamente los porcentajes de sales totales solubles y sulfatos acuosolubles.

### 3.2.4 RASGOS GEOLOGICOS LOCALES

#### 3.2.4.1 Geomorfología

La extensión donde se encuentra el Área investigada, se ubica en una quebrada o depresión de un manto rocoso de roca fija el cual está cubierto por una masa de arenas limosas y cuyas características lo tipifican como un material de origen eólico; en el sector de Playa que da al Océano Pacífico se encuentran depósitos de agregado redondeado que se tratan de sedimentos marinos que también emergen dentro del material arenoso.

### DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL UBICADO EN CALICATAS

#### CENTRO PILOTO DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA LA ARENA

CALICATA NRO. 01

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
1	0.00 – 0.85 mts	Suelo compuesto por arenas de grano fino con contenido de material orgánico de origen

		vegetal, con presencia de agregado grueso de hasta 5" formando un conglomerado con el agregado fino que se presenta en forma de capas y bolsones, es un material no plástico, seco y poco denso.
2	0.85 – 1.35 mts	Suelo arenoso de grano fino de color amarillento, sin ningún contenido de agregado grueso, es un material arenoso, con algo de limo, semi compacto, seco, cuya matriz arenoso es similar a 01.
3	1.35 - 2.80 mts	Suelo compuesto por una arena de grano fino, no plástica sin nada de agregado grueso, es la típica arena de naturaleza eólica de playa o duna, difiere en algo con la muestra anterior en cuanto al color y consistencia, pero su matriz arenosa sigue siendo la misma, es un material que en estado seco o presenta estabilidad alguna, aspecto que deberá contemplarse en la excavación de zanjas y tareas similares, muestra una permeabilidad de mediana a elevada, capilaridad baja y cambios volumétricos muy pequeños.

## CALICATA NRO. 02

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.15 mts	Suelo arenoso de grano fino de color gris plomizo, seco.
2	0.15 – 1.96 mts	El material está compuesto por una arena gris amarillenta, en estado seco, en la parte superior se observa presencia de grava muy pequeña de 0.50 a 1.00 cm sin agregado grueso, debajo de ello se observa el material poco compacto, no plástico, también sin presencia de agregado grueso ni menudo, perdiendo toda estabilidad al ser expuesto a los rayos del sol y acción del viento por color y consistencia es un suelo cuya matriz arenosa es igual o similar al suelo encontrado en la calicata anterior, mostrando además similar estratigrafía, se aprecia considerable contenido de sales.
3	1.96 - 2.80 mts	Suelo conformado por arenas de grano fino, con presencia e una mayor proporción de partículas menudas de 0.50 a 1.00 cms. De forma alargadas y chatas producto de la desintegración o degradación de las rocas,



		son de color negro pero también se observan trazas blanquecinas y partículas molidas de restos marinos conchuelas, un porcentaje promedio de 15 a 18% de partículas menudas, seco y no plástico.
--	--	--

## CALICATA NRO. 03

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.10 mts	Suelo arenoso con agregado grueso facturado, seco.
2	0.15 – mas mts	Debajo de una capa o manto de arena mal graduada formando un conglomerado, cuyas partículas varían de gruesas a finas de color gris oscuro y material molido de restos marinos, se observa un estrato rocoso conformado por rocas intrusivas (igneas) tipo granito con fenocristales de feldespatos, cuarzo y jorblena con textura equigranular, en su mayor exposición están meteorizadas como también disturbadas en forma de lajas y bloque con aristas vivas, no se observan grandes fisuras en el sistema, así como asentamientos que destacar, la roca posee

		<p>una resistencia o dureza (relación de diamante) de un valor promedio de mas, menos 7. Para efectos de excavación, explotación y otros es posible emplear el uso de explosivos pero de poca carga para no debilitar la estructura rocosa.</p>
--	--	---

## CALICATA NRO. 04

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.35 mts	Suelo compuesto por una arena de grano no plástica sin nada de agregado grueso, pero si agregado de grano medio finos, achatados.
2	0.35 – 0.50 mts	Arena mal graduada con partículas menudas fracturadas.
3	0.50 - 2.80 mts	Suelo compuesto arenas típicas arena de naturaleza eólica de playas o dunas, material seco, poco denso de color gris claro, con nada o casi nada de material grueso (piedra), no plástico, en cuanto a color y consistencia el suelo posee la misma matriz arenosa similar a la encontrada en toda el área del Estudio. Es un material que en estado seco no presenta estabilidad alguna, aspecto que

		<p>deberá contemplarse en la excavación de zanjas y tareas similares, el suelo muestra una permeabilidad de mediana a elevada, capilaridad baja y cambios volumétricos muy pequeños, así mismo se aprecia trazas blanquecinas que denota presencia de sales y sulfatos en considerable porcentaje. Se debe indicar que sobre la superficie de la calicata se observó partículas finas de roca desintegrada mezclada con restos de productos marinos o conchuelas y presencia de sales en ella.</p>
--	--	--

## CALICATA NRO. 05

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.41 mts	Suelo compuesto por arenas de grano fino con escaso contenido de grano o agregado grueso de tamaño max 1", teniendo en promedio ½" mayormente en forma de lajas, seco.
2	0.41 – 0.65 mts	El estrato muestra en la parte superior arenas con agregado menudo fracturado y conchuela.

3	0.65 - 2.10 mts	<p>Suelo arenoso de color gris plomizo, mas oscuro que el presentado en la capa anterior compuesto por partículas fracturadas de roca en forma de laja en forma de planos, con aristas vivas de 0.50 a 1.00 cms de largo y porcentaje promedio de 10 a 15%, se observa contenido de sales en el suelo, el material se muestra algo denso y compacto. Debajo de ello se observa una arena de grano fino de color gris claro con partículas blanquecinas, material seco y no plástico sin nada de agregado grueso ni medio, da naturaleza eólica.</p>
4	2.10 – 2.80 mts	<p>Material formado por arenas de grano fino algo compactas con contenido de restos marinos triturados (conchuelas) y arena de grano grueso en forma de lajas con trazas blanquecinas y oscuras, estas últimas producto de la desintegración de la roca, se observa un considerable contenido de sales y sulfatos en el suelo, seco y no plástico.</p>

## CALICATA NRO. 06

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.10 mts	Suelo compuesto de arenas finas con poco agregado grueso.
2	0.10 – 0.20 mts	Material similar al anterior seco, algo compacto, gris claro.
3	0.20 – 1.43 mts	En la parte superior del estrato el suelo arenoso se muestra algo compacto de color gris claro, algo más oscuro que la muestra 01, con contenido de agregado medio compuesto de pequeñas lascas o escamas con aristas vivas producto de la desintegración de la roca de color oscuro. Agregados gruesos y medios en proporción de 10 a 12% del peso total. Debajo de la capa antes descrita se encuentra un suelo arenoso, material eólico típico de duna, muy fino con trazas blanquecinas que denotan contenidos de sales.
4	1.43 – 2.80 mts	Suelo arenoso con presencia de agregado de hasta 1" aislado, con caras fracturadas de color gris oscuro y agregado menudo de 0.50 a 1.00 cms en forma alargada como lascas en

		<p>un porcentaje de 10 a 15% de su peso total.</p> <p>Por su color y consistencia la matriz arenosa es igual al tipo de suelo SP-SM encontrado en el área del Estudio.</p>
--	--	--

## CALICATA NRO. 07

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.80 mts	<p>Suelo conformado por una arena limosa de grano fino, no plástica con poca grava, en un porcentaje promedio del orden del 10% del peso total pero predominando la arena fina, se observa un alto contenido de sales y sulfatos, se observa igualmente que el material predominante está compuesto por una arena fina con partículas de tamaño de 0.50 a 1.00 cms seco de color gris claro.</p>
2	0.80 – 1.50 mts	<p>Es una arena pobremente graduada limosa, no plástica, sin presencia de grava de grano mediano, predominando el de tamaño fino, con alto contenido de sales. Es una arena limosa de grano fino, con alto contenido de sales. Es una arena limosa de grano fino de naturaleza eólica típica de playa o duna, poco</p>

		densa, seca.
3	1.50 - 2.10 mts	Es un material similar al descrito en la muestra 02 en donde se observan la presencia de partículas chatas y alargadas de tamaño de 1" a 3" en forma aislada con algo de agregado fino. Es una arena limoso de grano fino seca y poco densa.
4	2.10 – 2.80 mts	Arena de naturaleza eólica sin nada o casi nada de agregado fino, con al presencia de partículas de agregado grueso en porcentaje del 2 al 3% de apariencia similar a la muestra 02 pobremente graduada, no plástica, con alto contenido de sales y sulfatos, arena limosa típica de playa o duna de naturaleza eólica, seca y poco densa.

## CALICATA NRO. 08

MUESTRA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
1	0.00 – 0.15 mts	Suelo compuesto por arenas de grano fino limosa no plástica.
2	0.15 – 0.25 mts	Arena pobremente graduada no plástica con algo de grava.

		<p>promedio de 10 a 15%, se observa considerable contenido de sales y/o sulfatos en el suelo, el material se presenta seco y poco denso.</p>
--	--	--

La Línea Costa que confina la zona de playa, en los sectores NW-NE está claramente delineada por un conjunto de promontorios rocosos cubierto parcialmente con arenas o residuos de la desintegración de las rocas, que en forma de cerros destacan respecto al relieve observado, en el Sector de Playa los mismos que están confortados por masas de Sedimentos Terrígenos con gran influencia de arenas sueltas que representan un gran aporte de material de origen eólico en su constitución.

#### **3.2.4.2 Geología**

En la zona de estudio se observó que la Playa está circundada por cerros compuesto de rocas intrusivas (ígneas) tipo granito confeno cristales de feldespatos, cuarzo y jorblena con su textura equigranular, en su mayor exposición están meteorizadas corro también disturbadas, superficialmente en áreas considerables se presentan como lajas friables (fáciles de sacar) no se observan grandes fisuras en el sistema no existen asentamientos ni fallas dignas de resallar.



En la utilización de estos yacimientos pétreos con fines de ser utilizados estos elementos en la conformación de espigones, muelles, o similares se podrá usar explosivos, pero de poca carga para no debilitar la estructura. El uso de explosivos en la extracción es de gran ayuda debiendo tenerse cuidado en el debilitamiento del sistema por cargas excesivas.

De la evaluación efectuada se puede inferir que la resistencia del material está en más o menos un valor de seis (relación diamante =12), es dura pero también se presenta en forma de lascas. Un sistema recomendable para la extracción de roca de mayor peso, de mejores formas volumétricas y de mejor estado de conservación se han observado en los taludes rocosos del camino de acceso que viene desde la Playa Tortugas, estas paredes se encuentran impías, pues al momento de efectuar el corte para abrir la caja de la vía ha sido retirado todo material suelto observándose los elementos en forma fija y homogéneos los cuales pueden ser extraídos siendo los explosivos materiales que de preferencia sean aquellos que eviten la fragmentación violenta y descontrolada de la roca. Se recomienda igualmente el uso de cargas alternadas con Nitrato de Amonio, exmón o pólvora y dinamita de baja potencia (menos de 25% de Nitroglicerina) o el empleo únicamente de explosivos deflagrantes del tipo Flogli o similar. La velocidad de expansión de los gases deberá mantenerse por debajo de los 1000 metros por segundo a fin de evitar la producción de esquirlas y fragmentaciones peligrosas.

El Ejecutor de la explotación deberá presentar un plan detallado de los trabajos que comprendan el uso de explosivos. Se incluirá todas las características tales como el uso de explosivos, lugar y forma de almacenamiento, horario de voladuras, remoción, etc. Se deberá ratificar o participar los cambios que se produzcan, con 24 horas de anticipación. Siendo indispensable la aprobación escrita de la Supervisión para la ejecución de estos trabajos. Con un plazo no menor de 10 minutos, después de cada disparo o conjunto de disparos, se deberá efectuar un rastreo previo de comprobación. Estos disparos se efectuarán durante el día y en las horas más convenientes a la seguridad tanto de los trabajadores como de sus ocasionales transeúntes.

Se sugiere que la voladura de la roca sea efectuada por el Método de Calambuco o Túnel de Coyote, con carga de dinamita a 65% o una mezcla de anfo con una proporción de 1:10 (dinamita : anfo) proporción y sistema que deberá ser verificado previamente en campo.

Incluyendo los Promontorios existentes en la zona Post-litoral, que delimitan cierto sector de Costa, todas las rocas que existen en la zona de playa (agregado típico grueso y redondeado), se tratan de sedimentos de origen marino. Dicho depósito que se extiende desde la Zona prelitoral hasta el pie de las Dunas y/o colinas, rellenan la cubeta delimitada por dicha unidad litológica con sedimentos marinos cuaternarios de naturaleza predominantemente arenosa, fina de

origen eólica con clasificación A-3 que corresponde a la arena que constituye la formación de Dunas.

En la conformación del suelo se observan trazas de color negruzco producto de la descomposición o desintegración de las rocas, dispuestos por la dinámica de sementación del Océano Pacífico, con aristas vivas, consisten en clastos de pequeña dimensión, que varían en cuanto al porcentaje de su participación en el conglomerado desde términos muy incipientes a proporciones medias, con dimensiones que en su gran mayoría abarcan desde 0.5 cm. a 1 cm. generalmente de forma alargada, que se encuentran combinados de residuos marinos tipo conchuela es necesario observar el considerable contenido de sulfatos en la composición del suelo.

#### **3.2.4.2.1 Investigación de la Estabilidad del Talud en cortes y para la conformación de Terraplenes.**

El presente proyecto contempla la construcción de una vía carrozable que comunicará las áreas internas del Centro Piloto. Es por ello que en este Estudio se ha considerado incluir la incidencia que esta Obra y otras similares cuyos parámetros de diseño estarán relacionadas a la naturaleza del tipo de suelo arenoso que comprende el Área del Estudio.

El método que presentamos se basa en el "Método práctico para el cálculo de estabilidad de Taludes" propuesto por el Ing. Raúl Valle Rodas este

método permite calcular la estabilidad de un Talud de tierra en una forma simple y práctica. Es aplicable a funciones de suelos de composiciones uniforme y a funciones de suelos estatigraficados con o sin presencia de agua.

Este método ha sido comparado con el método sueco y ambos han dado prácticamente los mismos resultados. El método propuesto se basa en el “Arco Circular”, es decir, que se supone que un deslizamiento ocurre a lo largo de una superficie cilíndrica, la traza de la cual en una sucesión normal al deslizamiento, es un área circular.

Este método establece la determinación de las fuerzas actuantes y en la comparación de los momentos tornados con respecto al centro de rotación de la curva de deslizamiento.

Para determinar la “Curva Probable” de deslizamiento se dibujan varias curvas de tanteo. Aquella curva que dé el menor factor de seguridad será considerada como la “Curva probable” de deslizamiento.

Por tanto un Talud será estable cuando el factor de seguridad sea mayor que la unidad ( $f_{Mr} = 1$ )

Md

Las fuerzas que intervienen en la curva de deslizamiento son:

Fuerzas deslizantes que tienden a provocar el deslizamiento.

Fuerzas resistentes que se oponen al deslizamiento, entre estas tenemos la resistencia al corte ( $S$ ) del suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento (la resistencia al corte es debida a la cohesión " $C$ " y a la fricción interna del suelo " $\phi$ ").

En linear; generales un deslizamiento, puede evitarse ya sea reduciendo las fuerzas resistentes que se oponen a dicho deslizamiento. Por lo tanto las fuerzas deslizantes pueden ser reducidas ya sea rebajando el Talud o excavando y removiendo material mediante la construcción de terrazas en la "Cuña deslizante".

Al analizar un talud de tierra, cuya curva probable de deslizamiento se conozca, se observa que la "Cuña resistente" actúa como una fuerza que se opone al deslizamiento. Por lo tanto, no se deben efectuar en la "cuña resistente" excavaciones ni remociones de material sólo deberá efectuarse únicamente en la zona correspondiente a la "cuña deslizante",

### **Determinación del factor de seguridad en la Estabilidad del Talud en la Zona de Estudio.**

Los cálculos de Talud han sido verificados con tablas propuestas en el libro Titulado "La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres". Vo. 1 de Alfonso Rico y Hermilio del Castillo. Están referidos a las recomendaciones de inclinaciones para cortes practicados en diversos materiales CILIO resume la

experiencia del Departamento de Geotecnia de la secretaria de obras públicas de México. En la que hasta 10 metros de altura Taludes 1:1, 2:1, 3:1 de los materiales que se presenta en la zona de estudio están en conformidad con lo establecidos en las Normas Peruanas.

### **Demostración**

En base a una serie de tanteos se ha obtenido el Círculo probable de deslizamiento que pasa por debajo del pie del talud.

El Talud indicado en la figura A tiene las características siguientes:

1. TALUD 1 : 1 1/2 (V:H) Condiciones más favorables que se asume para el presente Estudio

Altura : 10 m. (altura de talud).

Tipo Material : Areno Limoso.

$\delta m$  = 1.75 Ton/m<sup>3</sup> (peso unitario del suelo).

C = 2.00 Ton/m<sup>2</sup> (Cohesión).

$\emptyset$  = 32° (Fricción).

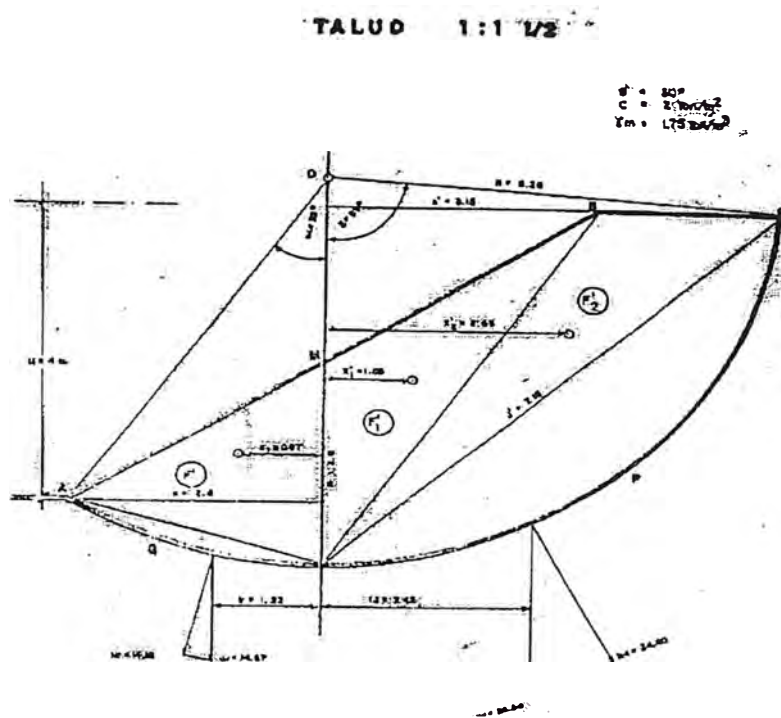
Nota C,  $\emptyset$ , y  $\delta m$ , son parámetros conservadores referente al tipo de material que se está considerando (Areno - Limoso). Es de importancia fundamental para la comprobación que estos valores sean obtenidos a través de una serie de ensayos y experiencia dadas en laboratorios y afines.

De acuerdo a lo antes indicado debemos señalar que para la conformación de terraplenes en suelos arenosos como el que nos ocupa, estaría en adoptar una construcción por etapas, en la cual, se construya primeramente una altura parcial de él hasta irse completando a medida que el terreno de cimentación desarrolle resistencia al consolidarse bajo una carga previa de no ser posible una alternativa factible es efectuar su construcción por capas mejoradas con material granular debidamente dosificado y compactado a la densidad máxima y óptimo contenido de humedad requerida.

Con fines prácticos es útil considerar los Taludes recomendables que se señalan en la tabla VI — 5 del “La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres” — Vol. 1 — Alfonso Rico y Hermilio del Castillo en la cual como tipo de material se debe considerar como arenas limosas y limos poco compactos y para alturas de taludes de 5 a 10 mts que estimo sean los niveles máximos promedio que tengan los terraplenes (ver tablas referidas y gráficos demostrativos).

Tomando momentos con respecto al centro de rotación “o” se puede observar que el momento deslizante ( $M_d$ ) es contrabalanceado por los siguientes momentos:

- Por el momento RS debido a la resistencia al corte S que presenta el suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento.
- Por el momento debido al peso de la masa de suelo en la “cuña resistente”.



- ANMA = Cuña resistente
- NMBCN = Cuña deslizante.
- G = Centro de Gravedad de la cuña resistente.
- G' = Centro de Gravedad de la cuña deslizante.
- S = Resistencia al corle a lo largo de AO.
- Wr, Wa = Peso de la masa de suelo en las cuñas resistente y deslizantes respectivamente.
- Nr, Nd = Componentes Normales.
- Tr, Td = Componentes Tangenciales
- lr, ld = Brazos de palanca de las cuñas resistentes y deslizantes respectivamente.

Por lo tanto, el factor de seguridad f, será



$$= \frac{ROL + Entg \ \emptyset + Wn, Lr}{Wd, Ld.}$$

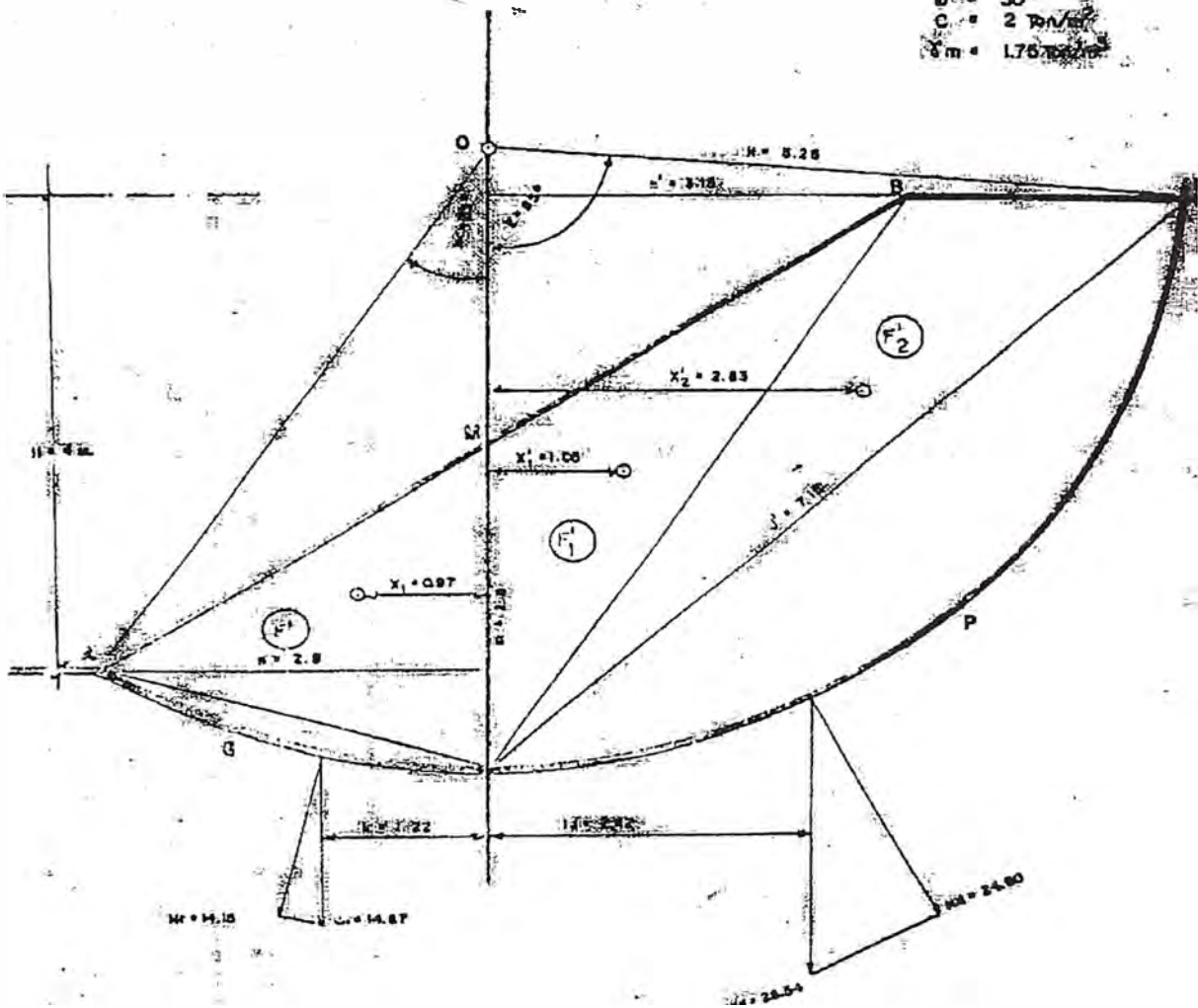
Wd. Ld.

Donde:

- R = Radio de la curva de deslizamiento.
- S = Resistencia al Corte de suelo a lo largo de la Superficie de
- L = Longitud de la curva de deslizamiento
- Wr = Peso de la masa de suelo en la "Cuña resistente" AMNA.
- Lr = Brazo de palanca de Wr.
- Wd = Peso de la masa de suelo en la Cuña deslizante" MECNM.
- Ld = Brazo de palanca Wd.
- C = Cohesión.
- $\emptyset$  = Angulo de fricción interna.
- En = Total de componentes normales

### TALUD 1:1 1/2

$\phi = 30^\circ$   
 $C = 2 \text{ Tm/m}^2$   
 $\gamma_m = 1.75 \text{ Tm/m}^3$



Carretera

Sector :

Tramo :

CALCULOS (TALUD RELLENO 1:1 1/2).

$\beta = 33^\circ$     $q = 0.277006$     $K = 0.156592$     $R = 5.25$     $R^2 = 27.56$     $L = R(\beta + E)$   
 $E = 85'$     $Q = 0.569959$     $K = 0.243667$     $\theta = 30'$  ( $\text{tg} \theta = 0.577350$ )    $c = 2 \text{ Ton/M}$     $L = 10.81$   
 $\& m = 1.75 \text{ Ton/M}$

BRAZO DE PALANCA	AREAS	MOMENTOS	W	WL	N	CALCULOS
X	F	M				
$X = 1/3 \cdot n = 0.97$ 1	$F = 1/2 \cdot m \cdot n = 4.06$ 1	$M = 3.94$ 1	$W_r = Fr \cdot \& m = 14.67$	$W_r \cdot L_r = 17.89$		$f = R(c1 + N \text{tg} \theta)$ + $W_r \cdot L_r$
$X = 0.R = 1.45$ s	$F = KR^2 = 4.32$ s	$M = 6.26$ s	$N_r = 14.15$			$W_d \cdot L_d$ $c1 = 2 \times 10.81 = 21.62$
	$F_r = 8.38$	$M_r = 10.20$				$N = N_r + N_d = 38.75$
		$L_r = 1.22$				$N \text{tg} \theta = 20.05$
$X' = 1/3 \cdot n' = 1.05$ 1	$F' = 1/2 \cdot m \cdot n' = 4.41$ 1	$M' = 4.63$ 1	$W_d = F_d \cdot \& m = 28.54$			$c1 + N \text{tg} \theta = 41.67$
$X' = 2.83$ 2	$F' = 1/2 \cdot J \cdot h' = 5.18$ 2	$M' = 14.66$ 2	$W_d \cdot L_d = 71.93$			$R(c1 + N \text{tg} \theta) = 218.77$
$X' = 0.R = 2.99$ s	$F' = KR^2 = 6.72$ s	$M' = 20.10$ s	$N_d = 24.60$			$f = 218.77 + 17.80$ 71.93
	$F_d = 16.31$	$M_d = 24.60$				$f = 3.29 > 1$

### **3.2.5 CONDICIONES DE ESTRATIGRAFIA**

#### **3.2.5.1 Columnas Estratigráficas**

Tal como se observa en las Láminas que muestran el Perfil Estratigráfico (8), se han planteado las columnas estratigráficas de las exploraciones realizadas cuya nomenclatura y simbología están referidas al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

5.4.1.1 En las excavaciones realizadas no se encontró el nivel freático.

5.4.1.2 Se esperan en el Área de Estudio y alrededores sismos de grado 7.0 MM como máximo.

5.4.1.3 La topografía del Área de Estudio donde se ubicarán las Edificaciones es relativamente plana con respecto al enterrio.

#### **3.2.5.2 Características Físicas y Mecánicas**

Los cortes estratigráficos mencionados! confirman los antecedentes geológicos de la zona, revelando que los materiales subyacentes al terreno estudiado corresponden a un depósito sedimentario integrado predominantemente por suelos de estructura simple (Arenas), y una subordinada existencia de suelos finos limosos y no plásticos que en determinados casos están contaminados con materia orgánica debajo del cual se encuentra el manto rocoso el tipo de suelo antes descrito responde a las siguientes características:

Desde la superficie del terreno actual y hasta la máxima profundidad explorada se ha detectado un manto arenoso compuesto por estratos de arenas pobremente graduada limosa, no plástica, sin grava de grano medio a fino (predominando la arena fina) en algunos casos se presentan acompañados por trazas de disgregación de roca, las que se han definido como Arenas limosas pobremente graduadas en el Sistema de Clasificación empleado como SP-SM, y SP y SM.

Alternando con los suelos granulares antes descritos y a manera de pequeños estratos (lentejones) interestratificados. También se hacen presente arenas-limosas que contienen diferentes porcentajes de partículas que varían de gruesas a finas de color gris oscuro, en porcentajes promedios de 10 a 15% en forma de láminas planas, con aristas vivas que le da algo de consistencia al estrato en algunos de ellos también acompañadas por material molido de restos marinos tipo conchuela. Estos estratos se intercalan a las capas antes señaladas capas de arena pobremente graduadas limosas, no plásticas sin presencia o casi nada de grava de grano medio, con alto contenido de sales, siendo en general una arena limosa de grano fino y de naturaleza eólica típica de playa ó duna.

El material en toda su estratigrafía se muestra seco no plástico y poco denso observándose notoriamente un alto porcentaje de sulfatos, en menor proporción (Calicata 02) se observó que en algunos casos contienen partículas coloidales orgánicas de tipo vegetal. Si bien no se ha ubicado en forma directa el nivel de aguas

subterráneas, se infiere que ésta se sitúa entre las cotas comprendidas entre los 30.00 m. y 40.00 m. debajo del suelo natural, dentro del macizo rocoso y por debajo del nivel de marea; en la zona de orilla, cercana al mar todos los materiales subyacentes a ese nivel, permanecen en la condición de sumergidos, ya que entre esos niveles debe ubicarse la posición de la masa de aguas freáticas cuyas fluctuaciones y química indudablemente están gobernadas por la masa hídrica del Océano Pacífico.

El manto arenoso descrito, presenta una capacidad relativa que se puede catalogar de suelta a muy suelta, no mostrando densidad alguna, acompañados eventualmente de gravas pequeñas. Los suelos de naturaleza areno-limosos, generalmente presentan una nula resistencia en estado seco, con encogimiento, expansión y elasticidad casi nulos, con excelentes condiciones para drenaje, obteniéndose condiciones de compactación de buena a excelentes, densidad referida al peso seco entre 100 y 120 Lbs/pie<sup>3</sup>, una Relación de Vacíos entre 0.40 y 0.70, Relación Soporte California (muestra compactada y saturada) entre 10 y 60%, permeabilidad de mediana a elevada, capilaridad baja, elasticidad casi nula con cambios de volumen muy pequeños con características de malo a regular para capas superficiales y de regular a bueno para capas de base y sub-base. El material es inestable cuando se halla seco, tiende a deslizarse cuando no está debidamente confinado, pues entre otras no posee la suficiente cohesión.

El contenido de porcentajes de sales solubles varían en rangos de 0.2845, 0.2920, 0.7585 llegando hasta el valor de 0.8168 y para los sulfatos en porcentajes considerables que llegan hasta el valor promedio de 0.1985.

Para mejorar el terreno con fines de estabilidad es recomendable la adición de piedra triturada en proporciones convenientes o la adición de arcilla si se desea aumentar su poder ligante, procurándose que el material se encuentre debidamente "confinado", a fin de que no se deslice bajo la acción de las cargas aplicadas.

### **3.2.5.3 Comportamiento Dinámico**

#### **3.2.5.3.1 Potencial de Licuación**

Aunque es evidente que el Conjunto de Suelos más superficiales, situados dentro de la profundidad activa de cimentación no son vulnerables a la ocurrencia de este fenómeno, es necesario ejecutar un análisis a fin de determinar el potencial de licuación de los mantos arenosos que podrían conformar el subsuelo, situado por debajo de la masa de agua subterránea (Cota + 1.00m); debiendo señalar que el área de las edificaciones estarán completamente fuera de esta situación, pero si precisar que el terreno en cuestión se encuentra dentro de una zona de considerable actividad sísmica.

Si bien las características físicas de las arenas mencionadas indican por su graduación y dimensiones, las que no permanecerán sumergidas, pudiendo mostrar cierta propensión a licuarse cuando se encuentran sometidas a vibraciones, es debido a las densidades relativas que presentan, que no sean susceptibles a licuarse, tal como lo evidencia el análisis desarrollado con dicho propósito; aún bajo la acción de solicitaciones sísmicas severas.

En la lámina (cálculos justificativos) a través del Coeficiente de Seguridad logrado, se establece que el riesgo de Licuación de los Suelos arenosos profundos es muy remoto; a pesar de que se ha supuesto la acción de pulsaciones sísmicas de gran magnitud debiendo considerarse además de que el suelo arenoso cubre el manto rocoso antes descrito.

#### 3.2.5.3.2 Periodo Típico del Suelo

Debido a que la región donde se encuentra dicha localidad está sujeta a acción de eventuales temblones y que el comportamiento dinámico de las edificaciones depende de las vibraciones que recibe de los materiales sobre la que está fundada, es necesario y conveniente estimar el rango de período característico del terreno de Cimentación ; a fin de adoptar el tipo de estructuración mas adecuado y pueden fijarse



los coeficientes sísmicos a emplearse en el diseño sísmo-resistente, debiendo agregar que esta zona en el año de 1970 fue el área de influencia principal del terremoto de gran intensidad ocurrido en esta zona.

Habiéndose empleado como antecedente, estudios basados mediante procedimientos diversos efectuados en terrenos similares en dicha región, así como también las Condiciones de Estratigrafía y Contexto Geológico; se puede fijar el rango de periodos dominantes entre 0.8 y 0.6 seg. en concordancia con el Reglamento Nacional de Construcciones.

#### a. Sismicidad

Estando el Perú ubicado en una zona altamente sísmica el Sismo máximo creíble y probable relativo al área del proyecto, corresponderla al mayor movimiento sísmico que pueda ocurrir, estimándose en  $M_s = 7.0$   $M_b = 6.00$ , considerándose las características sísmo tectónicas del área de interés.

#### 3.2.5.3.3 Riesgo de Maremoto

Debido a que el terreno investigado se sitúa en la zona de playa del Océano Pacífico, al igual que toda la faja anterior a la línea de Costa dependiendo de su relieve, ésta afecta la acción de maremotos denominados también Tsunamis.

Este fenómeno que se genera por perturbaciones tectónicas submarinas cuyos focos yacen bajo el fondo del Océano Pacífico, producen desplazamientos de masas hídricas, y consecuentemente olas que crecen considerablemente al aproximarse a la Costa.

Aunque existe una correlación entre la magnitud de los terremotos submarinos y maremotos, y condiciones previas de los primeros para que se generen en los segundos; no ha sido factible obtener información confiable con el propósito de evaluar la altura de dichas olas, su probable alcance y poder destructivo.

Advirtiéndose además que necesariamente no todos los sismos de origen oceánicos generan maremotos, y que su probabilidad de ocurrencia no es predecible, es racional para el presente caso, recomendar que se construyan obras de defensa tendiendo a mitigar fenómenos de esta naturaleza de energía mínima (pequeña magnitud); siempre y cuando, las Plataformas conformadas para el emplazamiento de las Instalaciones proyectadas se sitúen a niveles inferiores a la cota:  $\pm 4.0\text{m}$ . en relación al plano topográfico.

Para el caso particular que nos ocupa se debe señalar que las

edificaciones a construir estarán ubicadas a niveles promedios o mayores a  $\approx 20$  m.s.n.m. situación que garantiza la seguridad ante el fenómeno señalado.

### 3.2.6 HABILITACION DE TERRENO

- a. Para la habilitación del terreno, de acuerdo a lo tratado en la sección IV, es necesario adoptar niveles de plataformas diversas en cada sector y/o instalación o estructura específica. En la adopción de los mencionados niveles resulta determinante considerar en cada caso, aspectos gravitantes tales como los de relieve de terreno y la cota preestablecida, según lo tratado en la sección 4. 3. 3.
- b. Del resultado del manejo de dichas consideraciones se han de crear necesariamente la ejecución de "Cortes y "Rellenos que modifiquen en forma alguna la superficie de Terreno Actual.
- c. Si bien en los volúmenes de masas de suelos a manejarse, podrán emplearse los suelos existentes "insitu" (4.2 1. ) se deberá poner especial cuidado en las Técnicas de Colocación (dependiendo de la Energía de Compactación del equipo a emplearse); y al Control de las mismas que en todos los casos han de satisfacer el 100% del AASHTO T-99

- d. En todo caso previo e al inicio de los Procesos Constructivos de Movimiento de Tierras, de acuerdo a Maquinaria disponible se habrán de definir los espesores de capa y tolerancias en la aceptación de los niveles de Compactación : en base a la ejecución de Terraplenes de Prueba.

### **3.2.7 ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACION**

- i. De lo expuesto en la Sección IV, y del tratamiento que debe ser objeto el terreno es deducible que a partir de su superficie, el subsuelo del área en cuestión dispone de adecuada resistencia al esfuerzo constante y moderada capacidad de deformación. constituyendo por lo tanto adecuado material de fundación, que justifica la adopción de un Sistema de Cimentación Superficial para las estructuras proyectadas. Siendo la compacidad relativa, característica fundamental en el comportamiento mecánico de los suelos granulares, tales como los que integran mayoritariamente el Sub suelo, haremos uso de lo indicado en 4.2.1 para determinar los parámetros de resistencia al corte y estimar su capacidad de deformación.
- ii. Dependiendo de las particularidades de las edificaciones proyectadas y su compatibilidad con las características de estratigrafía imperantes, se puede establecer de que para las Estructuras mencionadas se

podrán adoptar Sistemas de Cimentación Superficiales la que se ha de desplazar sobre la sucesión de suelos situados por debajo de la superficie de plataformas, lo que constituyen adecuados materiales de fundación y que disponen de apropiada Resistencia al esfuerzo cortante y con reducida capacidad para deformarse.

iii. Capacidad de carga

De esta manera, considerando las discontinuidades del manto de Arena Fina, tales como los estratos o lentes que pudieran presentarse de Suelos arcillosos, limosos y/o limo-arcillosos.

Si efectuarnos un análisis de estabilidad llegamos a las siguientes conclusiones (Ver lámina N° 2, en Cálculos Justificativos).

Que un elemento de Cimentación Consistente en Cimiento Corrido de Sección Transversal no menor de 0.50 m desplantado a una Profundidad no menor de 1.20 m desarrolla de acuerdo a las ecuaciones de Capacidad de Carga, un valor de capacidad portante del orden de 0.70 Kg/cm<sup>2</sup> (7.5 Kpa) a partir de este criterio.

Asimismo si consideramos una losa única o Platea de cimentación que cubre el total de la extensión comprometida por la edificación desplantada sobre la superficie de terreno, desarrolla una capacidad de carga mayor de 1.50 Kg/cm<sup>2</sup> (150Kpa).

Las ecuaciones de Capacidad de Carga, empleadas en ambos casos involucran Coeficientes de Seguridad de 3, contra la falla de

hundimiento.

iv. Asentamientos

Si bien es cierto de acuerdo a lo tratado en las secciones anteriores, que las características del subsuelo ameritan la adopción de un Sistema de Cimentación Superficial; también resulta evidente que el criterio prioritario radica en el de deformación en razón de la magnitud de los asentamientos que pueden asimilar dichas Edificaciones.

Considerando generalmente que por su Estructuración, las edificaciones del tipo señalado solamente puede "Asimilar" Asientos Diferenciales equivalentes a "Distorsiones Angulares" del orden de 1/300 será necesario de acuerdo a lo indicado en 6.2.1, tener en cuenta las siguientes consideraciones en la Adopción de Tipo de Cimentación Superficial".

Tratándose de la solución por "Cimientos Corridos" debido a la naturaleza y densidad de los suelos arenosos, así como la consistencia de los estratos arcillosos-limosos que podrían integrar eventualmente el terreno de fundación, los elementos de infraestructura deberán dimensionarse asignando al subsuelo un valor de "Presión Admisible" no mayor de 0.70 kg/cm<sup>2</sup> ( 70 Kpa).

De adoptarse losas únicas o "Plateas de Cimentación" en razón de

que dichos sedimentos por su rigidez pueden asimilar en mejor forma lodo tipo de sedimento estos podrán comunicar al terreno de fundación presiones de contacto del orden de 1.50 Kq/cm<sup>2</sup> (150 Kpa)

### **3.2.8 CONCLUSIONES**

#### **3.2.8.1 Obras de Defensa**

De acuerdo a lo tratado en el epígrafe 4.3.3 el sector donde se desarrolla el Proyecto, de acuerdo con su relieve en relación al nivel medio de mareas, puede estar sometido durante su vida útil, a la acción de maremotos (Tsunamis).

En ausencia de información estadística o referencial confiables no es posible determinar la magnitud de la altura de las olas que puedan ser generadas por este fenómeno.

Sin embargo en dicho Sector de Costa y otros aledaños, no es imprescindible disponer de elementos de protección, si las plataformas se han de situar por encima de la Cota  $\pm 4.00$  m tal como se ha establecido en la sección 4.3.3.

De esta manera la protección por medio de Enrocados o malecones de alturas variables hasta la cota indicada, pueden fungir como

dispositivos paliatorios.

### 3.2.8.2 Condiciones de Cimentación Propuestas

Con la aproximación propia del número de exploraciones ejecutadas podemos establecer que para las edificaciones del Proyecto en referencia se podrá adoptar Sistemas de Cimentación Superficial y por medio de los siguientes Tipos de Cimientos que se presentan como alternativas

a. Cimentación por Cimientos Corridos, Zapatas aisladas u otro tipo

Los elementos de cimentación en todos los casos deberán desplantarse sobre la secuencia de suelo tratados según la sección V. a una profundidad no menor de 1.20 m. (uno punto veinte metros) de la superficie de terreno de plataforma adoptada.

Para los efectos del dimensionamiento de los Cimientos Corridos, Zapatas aisladas u otro tipo, se podrá asignar al subsuelo al nivel especificado un valor de "Presión admisible" no mayor de 0.70 kg/cm<sup>2</sup> (cero punto siete Riles por centímetro cuadrado) - 70 Kpa.

La "Profundidad de Enterramiento" y la sección transversal de Cimientos Corridos, no podrá ser menor de 1. 20 m. (uno punto veinte metros) y 0.50 m. (cero punto cinco metros).



La necesidad de conectar las zapatas aisladas mediante vigas de amarre, se han de supeditar a los requerimientos de Comportamiento Sismo-Resistente.

Los “Cimientos Corridos” de los muros divisorios interiores y exteriores de (cerramiento) “No Portantes” podrán desplantarse a urna profundidad no menor de 0,70 mmm. (cero punto siete metros) recomendándose que sus menores a 0.40 m (cero punto cuatro metros).

#### b. Cimentación por Losa Única o Plateas de Cimentación

Las Losas Únicas o Plateas, deberán desplantarse sobre las superficie de terreno de las plataformas, debiendo contar con un sardinel perimétrico enterrado, recomendándose que su profundidad de enterramiento y “Sección Transversal” no sean menores de 0.80 m (cero punto ocho metros) y 0.40 (cero punto cuatro metros) respectivamente.

La Losa de Cimentación sea de Sección Uniforme o del tipo “nervada” deberá disponer de una rigidez necesaria para que transmita o comunique al terreno las tensiones en forma uniforme o de acuerdo a su rigidez, si se trata de Losas Nervadas.

En este case el valor de la “Respuesta de Terreno”, es irrelevante en

razón de la reducida magnitud de las presiones de contacto: impuestas por la estructura proyectada (menor de  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ ) 50 Kpa.

Para los efectos del diseño de las Losas Únicas o Plateas de Cimentación se podrá asignar al terreno de fundación, un Valor de "Módulo de Reacción" no mayor de  $4 \text{ Kg/cm}^3 - 40 \text{ MN/m}^3$  Cualquier otro parámetro debe ser asumido razonablemente.

### 3.2.8. 3 Condiciones de Exposición

Los resultados de Análisis Químicos efectuados (Ver ensayos de laboratorio), delatan la presencia de concentraciones significativas de Sulfatos Acuosolubles, en la masa de materiales térreos diversos (predominantemente arenosa) que integran el subsuelo los mismos que se catalogan como "moderados" para el contenido de sales solubles totales y concentraciones "altas" de cloruros y sulfatos acuosolubles que también están incorporados en la masa hídrica del subsuelo. Por dicho motivo en la elaboración del Concreto de los elementos de Cimentación recomendamos se adopte:

Cemento Portland Tipo V ASTM C-1 50 (Norma Itintec 334.040 -77)

Sales solubles totales : 0.8168, 0.2845, 0.2920 y 0.7585

Sulfatos :0.1985

Por lo tanto y en base a los valores antes citados se recomienda el empleo de Cemento Portland Tipo V que llenará todos los requisitos

indicados en las Especificaciones para Cemento Portland (Standard Specifications for Portland Cement) (ASTM C 150) con la preparación del concreto de los cimientos, un buen recubrimiento del acero de las superficies de contacto con el suelo y un recubrimiento con pintura o emulsión asfáltica, a fin de impedir ingreso de los cloruros hacia la armadura de los elementos estructurales

Los agregados para el concreto llenarán todos los requisitos estipulados en las Especificaciones Tentativas para Concreto (Tentative Specifications for Concrete) (ASTM c 33) El tamaño más grande del agregado será veinticinco (25) milímetros, o una quinta parte de la dimensión más pequeña entre encofrados del elemento donde se usará el concreto, o más pequeño que tres cuartas partes del espacio libre entre elementos del acero refuerzo.

El agua que ha de usarse en mezclas de concreto será limpia, libre de cantidad deletéreas, de ácido, álcali o materiales orgánicos y también será potable. El agua de mar no se utilizará en mezclas de concreto, bajo ninguna circunstancia.

### **3.2.9 RECOMENDACIONES**

Se recomienda que la supervisión de FONDEPES sea exigente en cuanto al cumplimiento de las especificaciones técnicas y las dimensiones fijadas en los planos, asimismo en la verificación del

replanteo de la Cimentación.

La profundidad mínima de Cimentación, en ningún caso deberá ser menor de 1.20 m. medidos desde el suelo natural, después de haber realizado la limpie del material (terreno) tecnógeno, desechos u otros en un espesor de 0.50 m

Para el diseño y dimensionamiento de los cimientos se debe considerar un valor de Presión Admisible no mayor de 0.70 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dadas las características del suelo, se recomienda el empleo de cimentaciones superficiales desplazadas a una profundidad no menor de 1.20 m. Asimismo dada la presencia de importante de cloruros y principalmente sulfatos que pueden producir asentamientos por disolución de sales, se recomienda emplear zapatas conectadas y cimientos corridos armados.

Antes de iniciar la excavación de zanjas se recomienda hacer una limpieza del suelo superficial para evitar la presencia de material de desecho y tecnógeno.

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe son sólo aplicables al terreno estudiado, y a la edificación a la que se refiere, de ninguna manera puede aplicarse a otros fines o a otros sectores.

## FONDEPES — LA ARENA

- Potencial de Licuación
- Módulo Cíclico de Deformación

### FACTOR DE SEGURIDAD APARENTE (F.S.)

Para condiciones de estratigrafía Generalizadas (entre 4 y 10 m.) y para una acción Sísmica de Magnitud 8 RITCHER.

$$1.- \quad S_0 = 0.65 \text{ (rd) ma}$$

$$m = 1.8 \text{ (4)} + 1.75 \text{ (6)} = 17.70 \text{ Ton/m}^2/9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$\text{Para } H = 10\text{m} \quad (r) \text{ (d)} = 0.85$$

$$\text{Aceleración } 0.15 \text{ g} = 0.15 (9.81 \text{ m/seg}^2) = 1.47 \text{ mseg}^2$$

$$S_0 = 0.65 (0.85) \frac{17.70}{9.81} \times 0.15 (9.81)$$

$$2.- \quad Dr: N=20 \quad N' = 1.5 \times 20 = 30$$

$$Dr = 66 \%$$

$$P_0 = 1.8 \text{ (4)} \pm 0.75 \text{ (6)} = 11.70 \text{ Ton/m}^2$$

$$\underline{SQ} = 0.125$$

$$P_0$$

## 3.- Sismo Magnitud 8

Nc = 20 ciclos

NC = 20

DR = 66%

E = 3%

RC = 0.30

para D50 = 0.15 mm y R = 1.0

RC =

PC = 0.30 x 1.0 = 0.30

Cr = 0.57

FS =  $\frac{0.57(0.30)}{0.125} = 1.36 > 1.00$ 

O.K.

0.125

Riesgo de Licuación Remoto

E = 3 %

Considerando Sismo Magnitud

8 (RITCHER)

Aceleración

a = 0.15g

g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

## FONDEPES - LA ARENA

- **Análisis de Estabilidad**
- **Capacidad de Carga**

### 1. ELEMENTO DE CIMENTACION

CIMIENTO CORRIDO U OTRO

B = Sección Transversal

D = Profundidad de Enterramiento

### 2. PARAMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

Peso específico de la Masa: = 1.65 Ton m<sup>3</sup> (16.2 KN/m<sup>3</sup>)

Cohesión : ---

Angulo de Fricción Interna: 35

### 3. CAPACIDAD DE CARGA : $D_r < 70\%$

**TERZAGHI** (Corte Local)  $N'_c = ---$

C = --  $N'_q = 12.5$

$\emptyset = 35$   $N' = 10$

Capacidad última de Carga (q ult.)

$q_{ult} = 1.3 C'N'C' + YDN'q + 0.4 BN'$  (Cuadradas)

+ 0.5 (Continuas)

$DN'q = 1.650 D(12.5) = 20.62D$  (Ton/m<sup>3</sup>)

$0.5 BN' = 0.5 (1.65) B (10) = 8.25 B$  (Ton/m<sup>3</sup>)

$$q_{ult} = 0.6 D + 8.3 B \quad (\text{Continua})$$

$$+ 6.6 B \quad (\text{Cuadrada})$$

#### 4. CONDICIONES

4.1  $D_{min} = 1.2 \text{ m}$   $q_{ult} = 28.8 \text{ Ton/m}^2$   
 $B_{min} = 0.5 \text{ m}$   $q_a = 7.0 \text{ Ton/m}^2 \quad (70 \text{ Kpa})$   
 Factor de seguridad  $F.S. = \frac{q_{ult}}{q_a} = 4.1 > 3 \quad \text{O.K.}$

4.2  $D_{min} = 0.80 \text{ m}$   $q_{ult} = 42.9 \text{ Ton/m}^2$   
 $B_{min} = 4 \text{ m}$   $q_a = 15.0 \text{ Ton/m}^2 \quad (150 \text{ Kpa})$

(Asumido)

Factor de seguridad:  $F.S. = \frac{43 D}{15} = 2.90 = 3 \quad \text{O.K.}$

Cuando  $q_a = 5 \text{ Ton/m}^2$   $F.S. = 8.6 > 3$   
 $(5 \text{ Kpa})$



### **3.3 CONTROL DE CALIDAD PARA MATERIALES**

#### **3.3.1 ESTRUCTURAS**

##### **3.3.1.1 GENERALIDADES**

###### **i Alcances de las especificaciones**

Las presentes especificaciones describen el trabajo que deberá realizarse para la correcta ejecución de las obras del centro de Acuicultura La Arena Casma, las mismas que comprenden lo correspondiente al desarrollo de Estructuras.

###### **ii. Condiciones generales**

Estas especificaciones tienen un carácter general y proporcionan los requisitos mínimos que se tienen que cumplir sobre la calidad de los materiales y los métodos a seguir en la ejecución de los trabajos. El contratista podrá ampliar las presentes especificaciones sin lugar a reclamo de pago adicional.

###### **iii. Personal**

La mano de obra será cuidadosamente regida por los dictados de mejor técnica constructiva, empleándose para ello capataces operarios adecuados y expertos, remunerados de acuerdo a la reglamentación vigente del Régimen de Construcción Civil que corresponde.

#### **iv. Materiales**

Los materiales que se empleen en la construcción de la obra serán suministrados por el Contratista, correspondiéndole organizar y vigilar su conservación en almacenes o depósitos durante el transcurso de la ejecución de la obra.

#### **v. Maquinarias y equipos**

El contratista deberá proporcionar todas las maquinarias y herramientas que se necesite para la ejecución de la obra.

#### **vi. Normas y requisitos a adaptarse en la ejecución de la obra**

La construcción de la obra se efectuará de conformidad con las presentes especificaciones, la que hace referencia en las secciones pertinentes a las siguientes normas nacionales e internacionales referentes a obras civiles:

RNC (REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES)

ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)

AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION STATES HIGHWAYS OFFICIALS)

Podrán adaptarse previa aprobación de la Supervisión, otra Norma de reconocida aceptación, siempre que garantice la misma calidad de la obra

### **3.3.1.2 AGUA PARA LA CONSTRUCCION**

El contratista llevará a cabo la ejecución de obras que le permitan un adecuado almacenamiento y distribución de agua para la ejecución de la obra, así como para las obras provisionales que la requieran.

Al finalizar los trabajos, todas las construcciones provisionales deben de ser demolidas, desarmadas y retiradas, debiendo ~~de~~ quedar el área libre y limpia, tal como se entregó.

### **3.3.1.3 OBRAS PRELIMINARES**

#### **a. Generalidades**

Comprende la ejecución de todos los trabajos previos y necesarios para iniciar las obras de construcción.

#### **b. Transporte de equipos y herramientas**

El contratista se encargará del transporte de la maquinaria y el equipo necesario para la ejecución de las obras, hacia y de la zona del trabajo.

**c. Trazo, niveles y replanteo**

Este trabajo consiste en materializar sobre el terreno, en determinación precisa, las medidas y ubicación de todos los elementos que existan en los planos, sus niveles y alineamientos, así como definir marcas y señales fijas de referencia. Los ejes deben de ser fijados en forma permanente, mediante estacas o balizas, fijando los niveles del plano.

**d. Demoliciones**

Considera la eliminación de las construcciones que se encuentran en el área del terreno destinada a la ejecución de la obra.

**e. Limpieza del terreno y final de obra**

Todo material excedente de las excavaciones y cortes, que no hubiera sido empleado, así como el desmonte de las demoliciones efectuadas, deberá de ser retirado del área de trabajo, dejando las zonas vecinas libres de escombros a fin de permitir un control continuo de cotas y condiciones fijadas en el Proyecto.

La eliminación de los desmontes será periódica, no permitiéndose la acumulación mayor de una semana, salvo el material que será usado en los rellenos.

El material eliminado será depositado en zonas autorizadas por el

Inspector de la obra.

#### **f. Mantenimiento de tránsito**

Se acondicionará los accesos existentes, de forma tal que permita el tráfico de maquinaria pesada sin mayores problemas, para llegar a la obra.

En la plataforma existente se deberá nivelar una franja de terreno, en las zonas requeridas y que sirvan de acceso para transporte de material.

El mantenimiento será por cuenta del Contratista y sin costo adicional alguno.

### **3.3.1.4 MOVIMIENTOS DE TIERRAS**

#### **3.3.1.4.1 GENERALIDADES**

Este capítulo comprende la ejecución de los trabajos de movimientos de tierras, tales como excavaciones, cortes, rellenos, nivelaciones eliminación de material excedente y demás actividades necesarias para alcanzar los niveles indicados en los planos respectivos.

### 3.3.1.5 ESTRUCTURAS DE CONCRETO MATERIALES

#### 3.3.1.5 Cemento

El cemento en la preparación del concreto deberá ser Portland Tipo 1 y Tipo V. La calidad del cemento a utilizar se indica en los planos y presupuestos respectivos; básicamente, las obras de mar y cimentaciones en general y estructuras enterradas son con cemento V.

El cemento utilizado en la obra deberá ser el mismo tipo y marca que el empleado para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto.

#### 3.3.1.5.2. Agregados

El Constructor usará agregados que cumplan la Norma ITINTEC 400.037. No deben tener sales.

##### 1. Agregado fino : Arena Gruesa

El agregado fino puede consistir en arena natural, arena manufacturada, o de una combinación de ambas. Estará compuesto de partículas limpias, de perfil, angular, duras, compactas y resistentes; libres de partículas escamosas o blandas.

El agregado fino deberá estar Libre de porcentajes inconvenientes de materia orgánica.

## **2. Agregado Grueso: Piedra**

El agregado grueso puede consistir de grava natural o triturada.

El agregado grueso estará conformado por fragmentos cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, limpios, duros, compactos, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso o partículas blandas.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Hormigón**

El hormigón es una mezcla natural, en proporciones arbitrarias, de agregados fino y grueso.

El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto.

El hormigón podrá emplearse en concretos simples o concretos armados de resistencia en compresión hasta de 140 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### **3.3.1.5.3 Agua**

El agua empleada en la preparación del concreto deberá ser potable.

#### **3.3.1.5.4 Acero de Refuerzo : Fierro corrugado**

El acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en a Norma ITINTEC 341.031.

El acero de refuerzo comprende las varillas corrugadas y lisas, empleadas en el concreto armado.

Las varillas de superficie lisa se utilizan en diámetros inferiores a 1/4" y las de superficie corrugada en diámetros superiores a 1/4".

El acero de refuerzo principal deberá ser conformado por varillas corrugadas, excepto en el caso de espirales o cables en los cuales se podrá utilizar alambre.

No esta permitido el empleo simultáneo de varillas de diferentes calidades de acero en la misma sección de armadura principal de la estructura.

#### **i. Condiciones para la colocación de la armadura en los encofrados**

Toda la armadura deberá ser cortada a la medida y fabricada estrictamente como se indica en los detalles y dimensiones mostrados en los planos del proyecto.



La tolerancia de fabricación en cualquier dimensión será  $\pm 1$  cm.

Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándole las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña.

En las obras marinas, en todos los casos en que el refuerzo haya sido contaminado con agua salada, se efectuará una limpieza cuidadosa con agua limpia inmediatamente antes de llenar el concreto. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza.

## **ii. Enderezamiento y redoblado**

Las barras no deberán enderezarse ni volverse a doblar tal que el material sea dañado. No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces no mostrados en los planos o las que tengan fisura o roturas.

El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando la operación sea aprobada por la Supervisión.

## **iii. Colocación**

La fabricación y colocación de armadura será realizada en estricto acuerdo con los planos y en concordancia con las normas ACI-301 y ACI-318, las que especifican además tolerancias. Ellas se asegurará

contra cualquier desplazamiento, por medio de amarres de alambre ubicados en las intersecciones o mediante barras de refuerzo auxiliares.

Las varillas de refuerzo se doblarán en frío, salvo indicación en contrario del proyectista.

El diámetro de doblado, medido en la cara interna de la varilla para estribos y anillos de 3/8' a 5/8' y menores no debe ser menor que los valores indicados en el cuadro No 3, siguiente

#### DIAMETRO MINIMO DE DOBLADO-

Cuadro No. 3

TAMAÑO DE LA BARRA	DIAMETRO MINIMO
3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 1"	6db.
1 1/8", 1 1/4", 1 3/8"	8db.

El diámetro interior del doblado para estribos y anillos no debe ser menor de 4 db para varillas de 5/8" y menores.

Para varillas mayores de 5/8" el diámetro de doblado será de acuerdo a lo indicado en la Tabla anterior.

#### **iv. Recubrimiento**

La armadura de refuerzo de los elementos estructurales será protegida por un recubrimiento de concreto de espesor adecuado el cual, en ningún caso, será menor del diámetro de la varilla más 0.5 cm.

Se entiende por recubrimiento a la distancia libre entre el punto más saliente de cualquier varilla, principal o no, y la superficie externa de concreto más próxima, excluyendo revoques y otros materiales de acabado.

En elementos de concreto - prefabricados, las superficies no expuestas a la acción de la intemperie, tendrán un recubrimiento de concreto igual al diámetro nominal de las varillas, pero no menor de 1.6 mm.

Cuando el recubrimiento adoptado sea mayor de 4 cm, se tomarán precauciones especiales para evitar el agrietamiento y rotura del concreto que lo constituye, y asegurar su vinculación con el resto de las estructuras.

El recubrimiento de la armadura se logrará por medio de espaciadores de concreto tipo anillo u otra forma que presente un área mínima de contacto con el encofrado.

## **v. Empalmes**

Las barras se venden, generalmente, en longitudes de 30 pies (9.15 mts.). Como consecuencia de esto y de la dificultad para manipular barras delgadas, aún en esta longitud, se vuelve indispensable empalmar barras para lograr construir obras de concreto armado.

Las barras se empalman de diferentes modos

Traslapando las barras un cierto número de diámetros de manera que sea capaz de transmitir el esfuerzo de una barra a la otra, a través del concreto.

Soldando una barra a la otra, ya sea a tope o traslapada.

Fijando por medio de elementos especiales que permitan la transmisión del esfuerzo.

El empalme se ubicará preferentemente donde haya abundante concreto para transmitir el esfuerzo. Se evitará los empalmes cerca a huecos, ángulos entrantes o cambios bruscos de sección.

**EMPALMES DE COLUMNAS, PLACAS Y MUROS DE  
CONTENCION**

EMPALMES POR TRASLAPE Para acero grado 60 Diámetro	ELEMENTOS A COMPRESION	ELEMENTOS A FLEXOCOMPRESION
3/8"	30	35
1/2"	40	45
5/8"	50	55
3/4"	60	70
7/8"	70	95
1"	75	120
1 1/8"	85	155
1 1/4"	95	200
1 3/8"	105	245
Ubicación del empalme: Máximo número de barras que se pueden empalmar en una sección	En cualquier sitio       50%	A 1/2 altura recomendable       50% Alternadas

### 3.3.1.5.5 Aditivos

Los aditivos a usarse en el concreto deberán cumplir con los

requisitos establecidos en la Norma ITINTEC 339.086.

El uso de aditivos podrá hacerse con la aprobación escrita de la Inspección.

El Constructor proporcionará al Inspector la dosificación recomendable del aditivo y los efectos perjudiciales en caso de variación del mismo por exceso o defecto.

No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruros.

Los aditivos empleados en la obra deberán ser de la misma marca y composición que los utilizados en la selección de las proporciones del concreto.

#### **3.3.1.5.6 Protección ante Acciones Externas**

A menos que se emplee métodos de protección adecuados, autorizados por el Inspector, el concreto no deberá ser colocado durante lluvias.

No se permitirá que el agua de lluvia incremente el agua de mezclado o dañe el acabado superficial del concreto.

#### **3.3.1.5.7 Curado**

Finalizado el proceso de colocación, el concreto deberá ser curado.

Este proceso se hará por vía húmeda o por sellado con membranas impermeables.

El curado deberá iniciarse tan pronto como sea posible y deberá mantenerse un mínimo de 10 días.

Para el caso de columnas, muros y costados de vigas, se usaran películas de material impermeable de acuerdo a la Norma ASTM C171 y/o compuestos químicos que cumplan la Norma ASTM C 309.

Para el caso de losas se formarán lagunas de agua con un espesor mínimo de 3 mm.

#### 3.3.1.6 **ENCOFRADOS**

i) Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones requeridos por los planos.

ii) Los encofrados y sus soportes deberán estar adecuadamente arrostrados, y deberán ser lo suficientemente impermeables como para impedir pérdidas de mortero.

iii) Para el proceso de desencofrado se tendrán los siguientes plazos mínimos:

Costados de Zapatas	24 horas
Columnas y Muros	24 horas

Costados de Vigas	48 horas
Fondos de Losas	8 días
Fondos de Vigas	21 días

### **3.3.1.7 PILOTES Y ELEMENTOS PRE-FABRICADOS**

#### **i) Generalidades**

El Contratista seleccionará y trazará el patio para a fabricación de elementos de concreto prefabricado, sujeto a la aprobación de Inspector. El Contratista será responsable por la seguridad de la operación de todo el equipo.

Si el patio para prefabricación fuese ubicado en propiedad del Centro de Producción Acuícola, éste pasará a ser de su propiedad después que se hayan terminado todas las operaciones del prefabricado. Si este patio no fuese ubicado en propiedad del Puerto Pesquero, el Contratista demolerá todas las edificaciones construidas en el patio, dejando el terreno en un estado de limpieza y orden como sea indicado y aprobado por el Inspector.

#### **ii) Encofrados**

Los encofrados que deberán utilizarse serán de un material de suficiente duración y resistencia que permita acabados de superficies lisas en los miembros, así como dimensiones precisas de secciones longitudinales. Los encofrados serán anclados en cimientos fijos.



**iii). Acero de Refuerzo**

Deberá cumplir con el Capítulo 2 de estas especificaciones.

**iv) Vaciado del Concreto**

El concreto tendrá la consistencia fijada por un asentamiento de 2.5 a 3.0 centímetros. El vaciado se hará en una operación continua a lo largo del pilote, vibrando el concreto o suficientemente para que se produzca una masa homogénea.

El exceso de concreto será raspado, dejando a superficie lisa y uniforme. Las vibraciones del vibrador serán no menores de 3,600 por minuto y la intensidad de la vibración será la suficiente para producir que el concreto fluya y se asiente debidamente en su sitio. El efecto de la vibración deberá ser tal que pueda percibirse en un radio no menor de cincuenta (50) centímetros. Los vibradores serán aplicados en puntos que no disten más de cincuenta (50) centímetros.

La vibración será de suficiente duración que permita una compactación completa y un pleno empotramiento del refuerzo.

**v) Curación**

El Contratista proveerá todos los medios necesarios para mantener húmedas las superficies de los elementos, por lo menos siete (7) días

después que se haya vaciado el concreto, o hasta que el concreto haya desarrollado la resistencia correspondiente de compresión de veintiocho (23) días de fraguado, comprobada por cilindros de prueba bajo las condiciones de curación correspondiente.

No se aceptarán substitutos para la curación bajo humedad con la salvedad que la curación a vapor será permitida, si lo aprobara el Inspector.

La distancia entre juntas de contracción no excederán del siguiente cuadro:

### JUNTAS DE CONTRACCIÓN

#### CUADRO N° 5

CONDICIONES	SIN ARMADURA ESTRUCTURAL	ARMADURA NOMINAL	ARMADURA
Llenados contra			
Llenados contra el terreno	4.50 mt.	6.00 mt.	7.50 mt
Apoyados en elementos estructurales	6.00 mt.	7.50 mL	1500 mt

### **3.3.1.8 Juntas de expansión (o dilatación). de separación sísmica**

Una junta de expansión es una separación entre partes adyacentes de una estructura de concreto, la cual es intencionalmente dejada para permitir pequeños movimientos relativos, tales como aquellos que podrían ser causados por cambios térmicos que ocurren independientemente.

En relación con las juntas de expansión, el contratista debe tener en consideración lo siguiente:

- i) Las juntas son diseñadas para controlar los esfuerzos originados por cambios de volumen en las unidades estructurales, debido a las variaciones de humedad o temperatura.
- ii) Las juntas se construirán en los lugares indicados en los planos, de acuerdo a las especificaciones del proyectista. Su ubicación y ejecución no deben debilitar ni perjudicar en forma alguna a la estructura.
- iii) Ninguna barra de refuerzo debe atravesarla.
- iv) El relleno de la junta, cuando esta deba colocarse, será un material

compresible, con densidad menor de 200  $kg/cm^2$ .

v. Las juntas se emplearán para aislar unidades adyacentes de dos estructuras que actúan independientemente. Se tendrán en consideración casos especiales, como cimentaciones o cambios significativos de sección transversal

vi. La junta de expansión tiene usualmente entre 2 y 5 cms. libres.

Vii La junta de separación sísmica tiene un espacio libre especificado y nunca menor de 3 cms.

Las juntas no indicadas en los planos serán ubicadas de tal manera de no reducir la resistencia de a estructura. El Contratista presentará a la Supervisión para su aprobación el programa de vaciados y juntas, cuando deba hacerse una junta fuera de lo programado, deberá obtenerse la aprobación de la Supervisión.

En cualquier caso la junta será tratada de modo tal de recuperar el monolitismo del concreto. Para este fin, en todas las juntas verticales, se dejarán llaves de dimensión igual a un tercio del espesor del elemento con una profundidad de 2.5 cm. en todo el ancho o largo del mismo.

Adicionalmente en todas las juntas horizontales, inclinadas o verticales, se tratará la superficie del concreto hasta dejar una superficie rugosa con el agregado grueso descubierto, inmediatamente antes de colocar el concreto fresco se limpiará la superficie con lechada de cemento. El Contratista puede proponer métodos para recuperar el monolitismo del concreto

Estos, serán sometidos a la aprobación de la Supervisión antes de su aplicación.

Las juntas de expansión serán construidas de acuerdo a los detalles y ubicaciones que aparecen indicadas en los planos.

#### **3.3.1.9 Elementos embebidos en el concreto**

Manguitos, insertos, anclajes y tuberías. Los elementos que deban dejarse en el concreto serán colocados y fijados firmemente en su posición definitiva antes de iniciarse el llenado del mismo. El personal que efectúe este trabajo, deberá recibir aviso con tiempo suficiente para impedir que se encuentren trabajando al momento de iniciarse a colocación del concreto.

La ubicación de todos los elementos se hará de acuerdo a lo indicado en los planos pertinentes y dentro de las limitaciones fijadas en ellos.

Todos los recesos que se dejen en el momento para el anclaje posterior de pernos u otros elementos, serán rellenos con concreto de la misma clase del concreto del elemento en el cual se ha dejado el receso, con la adición de un aditivo plastificante expansivo del tipo interplastic C de SIKA o similar aprobado por la Supervisión.

### **3.3.1.10 PROTECCION DEL CONCRETO**

#### **a. Protección del concreto fresco, resanado de defectos superficiales**

El concreto fresco debe ser protegido de la acción nociva de los rayos del sol, del viento seco en condiciones de evaporación alta, de golpes, vibraciones y otros factores que puedan afectar su integridad física o interferir con la fragua.

Todos los defectos superficiales reparables serán reparados inmediatamente después del desencofrado. La decisión de que defectos superficiales pueden ser reparados y de que áreas deben ser removidas, será función exclusiva de la Supervisión la que deberá estar presente en todas las labores de desencofrado, no pudiendo efectuarse las mismas sin su aprobación expresa.

El procedimiento y materiales para el resane serán tales que

aseguren la permanencia de la restitución de la capacidad estructural del elemento y de los recubrimientos de la armadura especificados.

El resane del concreto será decidido por el Supervisor inmediatamente después de haber desencofrado. En todo caso la responsabilidad final será del Contratista, al que podrá exigírsele la remoción o demolición una vez efectuado el resane si el resultado final, a juicio exclusivo de la Supervisión, no es adecuado.

**b. Protección por sellado**

**c. Elementos de concreto armado**

En todas las superficies de los elementos del tablero que no estarán en contacto con concreto llenado se aplicará el producto elastomérico CristalFlex producido por Seal Teach of América, Inc. o similar aprobado por la supervisión.

En las losas prefabricadas la aplicación de la protección se hará después de la reparación y de la limpieza de la superficie.

En las vigas cabezal la aplicación se hará inmediatamente después del desencofrado. En la superficie del fondo de las vigas y en las superficies laterales se aplicará 2 manos.

En la viga mandil se aplicará dos manos en las superficies verticales a partir de una altura aproximada de 60 cm. del fondo, Por debajo de este nivel se protegerán con una pintura bituminosa epóxica apropiada para su aplicación sobre superficies húmedas y de endurecimiento rápido, que tolere humedecimiento temprano por agua salada. El espesor final del recubrimiento bituminoso epóxico será como mínimo 10 mils.

Las superficies que serán pintadas serán tratadas para permitir la adhesión del sistema de protección de acuerdo a las instrucciones del fabricante de la protección.

### **3.3.1.11 DEFENSAS**

#### **a. Alcances**

Esta especificación indica los requisitos de calidad pruebas, e instalación de las defensas de jebe previstas para la protección de los bloques paramento del muelle marginal, las que permitirán el atraque y operaciones de las embarcaciones sin el riesgo de dañar el casco de las mismas.

#### **b. Defensas de jebe**

Para proteger la viga mandil del muelle, de la fuerza de impacto o



acoderamiento de las embarcaciones artesanales se ha previsto la colocación de un sistema de defensas.

Este sistema esta constituido por defensas planas de caucho (del tipo Plancha'), sujetadas mediante perno de anclaje.

## **TECHO METALICO PARA PLANTA DE PRODUCCIÓN. ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **3.3.1.12 Estructuras de acero**

#### **a. Generalidades**

Los planos del Proyecto indican, posición, dimensiones principales y tipo de los diferentes elementos estructurales, como armaduras, viguetas y arriostres.

El contratista deberá suministrar y colocar todas las estructuras de acero necesarias para la ejecución de las obras. Antes de ordenar la fabricación de las cubiertas, verificará las dimensiones y la forma de la misma.

#### **b. Materiales**

El acero empleado se sujetará a las siguientes normas:

Perfiles	ASTM A-36
Planchas	ASTM A-36

Soldadura Standard Code for ARC and Gas Welding in Building construction (AWS)

ELECTRODOS TIPO E60 XX.

Pernos tuercas

y Arandelas A-307

Varillas

Corrugadas ASTM A 306 Grado 60

### **c) Construcción y montaje**

#### **Generalidades**

El Contratista deberá indicar el sistema de construcción y montaje al Ingeniero Supervisor para su Aprobación.

Durante el montaje el Contratista deberá prever lo necesario para los trabajos de ensamblaje.

#### **d. Perfiles**

Los perfiles empleados son del tipo rolado y de trabes, cuyas están basadas en el American Institute of Steel Construction (AISC)

#### **e. Planchas**

Las planchas para trabes y platinas en general, deberán presentar sus caras perfectamente planas y sus bordes de corte recto y continuo.

**f. Pernos, Tuercas Y Arandelas**

Los pernos, tuercas y arandelas a emplearse se indican en los planos del proyecto y sus características y calidad deberán estar de acuerdo con la última edición vigente de las especificaciones de la “American Society for Testing and Materials for High Strength Steel Bolts for Structural Joints”.

Los Pernos serán colocados en huecos punzonados o taladrados con un 1/16” mayor que el diámetro del perno correspondiente.

**(Soldaduras**

Todas las soldaduras serán ejecutadas eléctricamente de acuerdo con o establecido en el “Standard Code for Arc and Gas Welding in Building Constructions de la AWS”.

Todas las soldaduras serán calificadas tal como se establece en la última edición de la “Standard Qualification Procedure” emitida por la AWS (American Welding Soc).

**h) Proteccion y tarrajeos especiales**

Los cimientos, zapatas, falsas zapatas, sobrecimientos, cimentación, columnas o muros ubicados por debajo del piso, tendrán una protección especial de pintura o asfáltica., cuando sea visible la presencia del nivel freático.

Las canaletas, pozas, tanques de esterilización, tanques sépticos, muros de cisterna y tanque de agua, serán tarrajeados con impermeabilizante tipo SLKA o similar.

### **3.3.2 ARQUITECTURA**

La Orientación de estas especificaciones es hacia la descripción de los acabados y no hacia los procedimientos constructivos.

Las especificaciones de Arquitectura deben verse con el cuadro de acabados y con los planos de los proyectos de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias.

#### **3.3.2.1 CONCRETO SIMPLE**

Se usará cemento Portland tipo 1, en falsos pisos, contrapisos, cimentaciones, veredas, gradas, etc. Deberá cumplir a norma AST C-150.

**i. Falsos pisos y contrapisos.** Directamente sobre la tierra y preparados para recibir acabado. De cemento, arena y piedra chancada, máximo 314' con una resistencia de  $100 \text{ kg/cm}^2$ . de 10 cms de alto. Una vez terminada la compactación se regará el terreno. Se curará con agua. La cara superior será lo suficientemente rugosa para facilitar la adherencia de los acabados. Los acabados son cerámicos 30 x 30 de alto tránsito tipo piedra, cerámicos vitrificados, mayólicas, etc.

Podrán contener tuberías de instalaciones de hasta 1 1/2" de diámetro, las mayores estarán de bajo, de modo que no hayan tuberías en los contrapisos. No se admitirán rupturas parciales por olvido de tuberías.

**ii. Gradadas en falsos pisos.** La Subpartida está en los cambios de nivel en los falsos pisos y los que se encontraran en las veredas.

**iii. Piso de Concreto Simple con Bruñas acabado con llana de metal.** Según el cuadro de Acabados. De cemento, arena, piedra chancada, máximo 3/4" de 140 kg/cm<sup>2</sup>. de 15 cms. de alto. Una vez terminada la compactación se regará con agua. La superficie superior se acabará con llana de metal y bruñas.

**iv. Rellenos de 6 a 25 cms. de alto según lo indicado.** Son los rellenos para contener las tuberías. De Cemento Arena 1:5 con acabados de acuerdo al cuadro de acabados.

### **3.3.2.2 CONCRETO ARMADO**

Las especificaciones para las estructuras de concreto armado se encuentran en el proyecto de estructuras, incluyen todas las zapatas, columnas, cimientos, sobrecimientos armados, vigas de cimentación, canaletas y en general para cualquier elemento ubicado por debajo

del mar.

Antes de vaciar el concreto deberán haberse puesto los anclajes para la carpintería de fierro así como los tacos de madera para marcos de la carpintería de madera.

### **3.3.2.3 MUROS DE LADRILLO**

#### **a. Generalidades**

Los muros se harán con ladrillo de arcilla hecho a máquina, cocidos uniformemente; se aceptarán sólo piezas enteras sin defectos de presentación, podrán tener alvéolos que no excedan el 35% de su volumen.

El mortero cemento-arena 1:4, las juntas de 1.5 cms de espesor. La construcción progresará en forma pareja por hiladas horizontales permanentemente controladas con nivel y plomada con los ladrillos completamente mojados.

Cada tres hiladas de ladrillos se reforzará la junta horizontal con dos alambres N° 8 debidamente amarrados a anclajes, del mismo alambre, dejados antes de vaciar columnas y placas.

Las columnas de amarre se llenarán una vez levantados los muros. Todas las tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas, sus cajas y

tableros deberán estar colocados antes de levantar los muros para que por ningún motivo se piquen Los muros. Estos deberán acompañar y rodear todas las tuberías y cajas.

### **b. Material**

Los ladrillos estarán compuestos por diferentes tipos de arcilla sometido a un proceso de trituración, comprensión por cilindros, secado y cocción.

Los ladrillos deben ser de fabricación regular o máquina, caso contrario será aprobado y autorizado por la Supervisión, as piezas dañadas serán rechazadas.

Los ladrillos tendrán una resistencia promedio a la comprensión de  $220 \text{ kg/cm}^2$  calculando esta resistencia sobre una serie de 6 piezas y no debiendo ser menor de  $180 \text{ kg/cm}^2$  la resistencia de un ladrillo.

En general, deberán cumplir con el tipo IV de la norma E-070 de albañilería.

### **c. Construccion**

Se han previsto varios tipos de aparejo que se diferencian por su ejecución y por el espesor resultante de la pared:

Aparejo de Soga Espesor: 1/2 ladrillo king kong o pandereta.

Aparejo de Cabeza Espesor: 1 ladrillo king kong o pandereta.

Juntas de asiento: 1.5 cm.

Junta de tope : 1.0 cm.

Las juntas de asiento deberán ser perfectamente horizontales extendiéndose sobre todo el argo de la pared. No se permitirá desviaciones mayores de 1/2 cm. por metro lineal. Las juntas o topes del interior de una hilera deberán ser extendidas sobre todo el largo del muro.

Desviación en una sección 4 mm. sobre 2.5 de alto.

Las paredes deberán ser montadas en aparejo con juntas bien llenas de mortero.

El acabado de las juntas debe efectuarse paralelamente a la construcción de la pared. Se deberá proteger contra los rayos del sol, las paredes frescas no revocadas.

Al descargar los ladrillos, está -prohibido volcarlos. Deberá almacenarse en áreas secas, protegidos contra la humedad y suciedad.



**d. Mortero**

Para el mortero se utilizará únicamente una arena limpia y de granos de aristas vivas. El diámetro máximo de la arena no debe ser superior a la mitad del espesor de las juntas. La granulometría deberá ser conforme a lo especificado en el capítulo "Trabajos de Concreto".

El mortero se prepara en mezcladores y se utilizará hasta un tiempo máximo de 1 hora después de su fabricación

El agua tendrá una temperatura mínima de 80 C, y no deberá contener ninguna sustancia dañina como fragmentos orgánicos en particular.

La mezcla en volumen será del tipo siguiente:

1 de cemento Portland para 4 de arena, las juntas de 1.5 cms. de espesor.

**e. Bloques de celosía**

Son bloques huecos especialmente fabricados con concreto  $f = 140$  kg/cm<sup>2</sup> y slump cero (0) (Mezcla Húmeda).

Sus dimensiones son 20 x 25 x 40 cm. y 25 x 25 x 40 cm. El agregado Grueso será confitillo.

Los diseños de Los bloques serán proporcionados por el propietario.

### **3.3.2.4 REVOQUES Y ENLUCIDOS**

#### **i. Generalidades**

Los revoques se aplicarán como protección de paredes y pisos contra La humedad. Sobre paredes, servirán también de acabado arquitectónico.

Se clasifican en:

Revoques de paredes exteriores.

Revoques de paredes interiores.

Enlucido de cielo raso.

#### **ii. Material**

Los revoques estarán constituidos por la mezcla de los siguientes materiales:

- a) Cemento Portland Tipo 1.
- b) Arena y agua, conforme con lo especificado.
- c) Aditivos, debiendo utilizarse los productos especificados o similares.

### **iii. Preparacion de las superficies**

Las superficies de concreto o de mampostería, serán terminadas días antes de la aplicación del revoque, y deben ser sólidas, limpias y homogéneas. En general no presentarán fisura alguna.

### **iv. Construccion**

Se ejecutarán en dos capas, según se indica a continuación:

Los revoques se ejecutarán en temporadas cálidas, y de preferencia en días que el cielo está cubierto. Los revoques frescos deberán ser protegidos.

1. La primera capa de mortero deberá cubrir completamente a superficie no dejando ningún hueco. Todas las juntas de la mampostería deberán ser bien rellenas y cubiertas.

2. La segunda capa será de acabado, deberá emparejar todas las asperezas y desniveles. Será colocada después que la capa de fondo haya endurecido y secado.

Su apariencia será uniforme y sin grietas de retracción visibles. Al tapar un revoque contra otra estructura, se deberá cubrir estas estructuras con cinta del tipo Scotch.

El Contratista deberá presentar antes de ejecutar los trabajos, superficies de muestra del revoque para su aprobación.

## **v. Mezclas**

### **a. Revoques de paredes exteriores frotachados**

1a.capa Mortero Arena- Cemento 1:4 espesor 5 mm

2a.capa Mortero Arena- Cemento 1:4 espesor 10 mm

### **b. Revoques de paredes interiores frotachados**

1a.capa Mortero Arena- Cemento 1:4 espesor 5 mm

2a.capa Mortero Arena- Cemento 1:4 espesor 10 mm

### **c. Revoques impermeables pulidos**

1a. Capa Enlechado de cemento con aditivo. 8VA  
proporción 10 : 1.  
Ejecución con escoba, superficie previamente humedecida.

2a. Capa Capa de base, espesor 5 mm. 350 kg. de cemento  
1 m<sup>3</sup> de mortero Arena : O - 2 mm. Aditivo : SIKA  
1. Cantidad según prescripción del fabricante.

3a. Capa Capa de acabado, espesor 10 mm. 450 kg. de  
cemento para 1 m<sup>3</sup> de mortero. Aditivo : SIKA 1.  
Cantidad según prescripción del Fabricante.

La mezcla deberá tener la consistencia de tierra húmeda y se colocará sobre la capa de acabado se alisará echando en la superficie

una mezcla de cemento y de arena fina.

Para el caso de elementos de concreto, se aplicará una cuarta capa de igual espesor que la tercera. El espesor total será de 25 mm. en igualdad de condiciones.

**d. Revoques pulidos**

1a. Capa Mortero Arena-Cemento 1:4 espesor 5 mm

2a. Capa Mortero Arena-Cemento 1:4 espesor 10 mm

Para el acabado pulido se utilizará la plancha de empastar.

vi. Los revoques se harán con cemento igual a lo indicado en 4.0 CONCRETO SIMPLE, con mortero en la proporción cemento-arena 1:4 con resistencia mínima  $50 \text{ kg/cm}^2$ .

a. Tarrajeo frotachado para pintar, Se aplicará sobre las superficies de ladrillo o concreto armado completamente mojadas de muros y cielorrasos. Las esquinas cóncavas verticales u horizontales se harán con un boleado uniforme de 2 mm. de diámetro. En los cielorrasos donde se necesite tarrajeo se hará sobre enfoscado previo.

b. Tarrajeo rayado para recibir enchape. En los enchapes de mayólica se procederá con las rayaduras para mejorar la adherencia de los enchapes.

c. Tarrajeo impermeabilizado. En la cisterna, Tanque elevado, cámaras de frío y jardineras. Se hará con el mismo mortero indicado para esta partida con aditivo hidrófugo de fragua normal tipo chema o sika en la proporción de una parte por diez de agua. de 3 cms. de espesor y con las esquinas boleadas de 3 cms. de radio.

d. Cielos Rasos de tarrajeo pintado. En las losas de escaleras y en ambientes indicados en el cuadro de acabados se usará el mortero indicado en 4.6.

### **3.3.2.5 REVESTIMIENTOS**

#### **i. Generalidades**

Los pisos y ciertas paredes recibirán un revestimiento arquitectónico y/o de protección contra el agua, aceites o ácidos o revestimiento contra desgaste por el tráfico.

Los materiales empleados deben ser de primera calidad reconocidos como tales en el país. Estarán de acuerdo con los reglamentos y normas profesionales en vigor, tanto en cuanto a la calidad como por el modo de colocación.

La colocación de los revestimientos de pisos, muros y techos, incluirá

el mortero de colocación y el material de revestimiento. Todos los materiales y sus respectivos colores deberán ser sometidos a la aprobación de la supervisión, no se aceptarán huecos en el mortero de colocación y el material de revestimiento.

## **ii. Clasificación de los revestimientos**

Los pisos se clasifican en los tipos siguientes:

- Tipo 1 : Cerámico alto tránsito tipo piedra.
- Tipo 2 : Concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   $e = 6''$  Pistas.
- Tipo 3 : Concreto  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$   $e = 4''$  Veredas.
- Tipo 4 : Cemento Pulido impermeable 2'.
- Tipo 5 : Cemento Frotachado y bruñado  $e = 6''$ .
- Tipo 6 : Cemento Frotachado y bruñado con junta asfáltica.

## **iii. Material y colocacion**

### **Tipo 1**

Cerámico alto tránsito 30 x 30 tipo piedra.

### **Tipo 2**

Se ejecutarán en los lugares indicados en los planos y serán

colocados directamente sobre la superficie afirmada compactada.

El acabado del concreto será hará con una operación tipo fajado. Las superficies deberán curarse con abundante agua durante 5 días continuos, de forma de evitar rajaduras por dilatación. Posteriormente continuarán los curados con agua hasta completar los 28 días calendario.

Deberán dejarse juntas por construcción, dilatación y longitudinales según lo indica el sistema constructivo a aplicar.

El concreto a utilizarse será de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . La superficie será plana, rugosa y compacta.

### **Tipo 3**

Se ejecutarán en [os lugares indicados en los planos y serán colocados directamente sobre la superficie afirmada compactada.

El acabado del concreto se hará con una operación tipo fajado. Las superficies deberán curarse con abundante agua durante días continuos, de forma de evitar rajaduras por dilatación. Posteriormente continuarán los curados con agua hasta completar los 28 días calendario.

Deberán dejarse juntas por construcción, dilatación y longitudinales,



según lo indica el sistema constructivo a aplicar.

El concreto a utilizarse será de  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$ . La superficie será plana, rugosa y compacta.

Las veredas serán bruñadas y con ligeras pendientes. La superficie será frotachada y con un espesor mínimo de 4".

#### **Tipo 4**

Se aplicarán sobre el falso piso en un espesor de 2" con la misma mezcla del tipo 1, pero cuidando un acabado final de 1 cm. mezcla cemento-arena (1:1).

La superficie previamente deberá estar compactada y ligeramente humedecida se usará mortero 1:4.

El aditivo impermeabilizante que se usará será el SIKA 1 o similar de acuerdo a las proporciones del fabricante.

#### **Tipo 5**

Se aplicarán sobre el falso piso en un espesor de 2" con la misma mezcla del tipo 1, pero cuidando un acabado final de 1 mezcla cemento-arena (1:1).

La superficie previamente deberá estar compactada y ligeramente

humedecida se usará mortero 1:4.

Las Bruñas serán cada 1 mt. en cada sentido.

### **Tipo 6**

Cemento frotachado bruñado con juntas asfálticos. Similar al tipo 6 teniendo cuidado de la colocación de la junta asfáltica donde indiquen los planos.

### **iv. Contrazocalo**

Los contrazócalos constituyen la unión del suelo con las paredes. Se clasifican en tipos que dependen generalmente de la clase del suelo y tienen las características siguientes:

Tipo 1 :       Cemento pulido h= 15 cms. y 30 cms. con impermeabilizante.

Tipo 2 :       Cemento pulido (Zócalo Sanitario).

Tipo 3 :       Cerámicos alto tránsito tipo piedra h = 10 cms. y 15 cms.

Tipo 4 :       Frotachado impermeabilizante.

Se usará Mortero 1:4 cemento-arena Fina.

### **v. Zocalos**

El revestimiento de las paredes se encuentran en particular en los locales sanitarios, tópicos, laboratorios.

Está formando por el enlucido de base que permite también la colocación del revestimiento.

Las características del enlucido de base son las siguientes:

v.i) 1a. capa de unos 5 mm. de grueso que recubra enteramente los ladrillos y las juntas.

Composición: Mortero Cemento-Arena 1:4

v.2) 2a. capa de 10 mm. de grueso, una vez endurecida y seca la 1a. capa .

Ejecución completamente perpendicular y plana, alisado semifino sin que sea demasiado poroso o blando.

Composición: Mortero Cemento-Arena 1:4

Tipo 1

Cerámico Vitrificado

Dimensiones 20 x 20 Color mate

Tipo 2

Mayólica

Dimensiones 20 x 20 Blanca.

En ambos casos, se pegarán con modero de cemento puro, sobre el

tarrajeo rayado, luego de 24 horas de remojarse completamente en agua, mismo color. Tanto las piezas aprobadas por la supervisión.

Mayólica y Cerámicos de 20 x 20 de primera calidad. Todas las esquinas convexas se colocarán con corte de cola. En los ambientes indicados en el cuadro de acabados.

v.3) El cielo raso cubre cualquier irregularidad que pueda presentar el techo en los interiores de los ambientes serán de Mortero Cemento-Arena 1:4

v.4) Revoque para mesas y/o muebles. Estos elementos se revocarán con mortero Cemento-Arena 1:4 y con impermeabilizante Sika 1 de acuerdo a las pautas descritas anteriormente.

v.5) Revestimiento con resina epóxica en muelles fijos. Se aplicará una mano de imprimante epóxico de 1 mils de espesor, sobre una superficie totalmente limpia y plana. Posteriormente como mínimo 03 horas anteriores se aplicará 02 manos de resina epóxica, hasta completar el espesor total de 6 mils.

v.6) Cielo raso Metálico liso tipo Tecno panel.

Se utilizará como cielorraso paneles de 30 cms. de 2 venas, con

espesor de 0.5 mm. La fijación entre paneles será mediante el sistema de engrape CLIP-ON de remache POP o Tornillo Pan autoperforante. Los paneles serán presentados con resina poliéster modificada.

El acceso de fabricación será laminado en frío, debiendo cumplir las normas ASTM-A 366, A 526 y A 792.

Para ensamblaje, utilizará un canal de alas atizado tipo C de 4' x 2".

#### **v.7) Impermeabilizaciones**

Tanque de agua (cisterna, tanque elevado, tanque séptico, tanque de esterilización, canaletas)

##### Generalidades

Todos los elementos de Concreto expuestos al agua serán impermeabilizados, así como cisternas, tanque elevado; canaletas requieren el uso de aditivo impermeabilizante.

##### Ejecución

Las superficies a impermeabilizarse tendrán que estar limpias y bien secas, así como deberá preverse medidas adecuadas con el fin de garantizar la ausencia total de humedad. Todos los agujeros y vacíos

tendrán que ser llenados con mortero de concreto y todas las rugosidades serán eliminadas.

El proceso de impermeabilización será el indicado en revoques impermeables.

### **3.3.2.6 COBERTURAS**

#### **a. ISOFLOC 5 CM.**

La finalidad de tener una capa de acabado en techos de este tipo es el de tener que evitar el uso de ladrillos de techo, llamados también pasteleros, como quiera que a la obra se ubica junto a la línea costera será necesario tomar las precauciones de cuidar los techos de una excesiva humedad.

Se ha de usar un aditivo similar o igual al iso-floc que disminuya el calor en las estructuras que cubra, preserve la estructura contra la humedad y la lluvia, y que sea fácil de colocar y sea compatible con los materiales y usos del mercado.

La preparación del mortero tendrá las siguientes proporciones: 1/2 bolsa de cemento portland tipo 1, 02 pies cúbicos de arena gruesa, y el material aislante iso-floc o similar en una cantidad no menor de 04 kilogramos, dicha mezcla ha de ejecutarse en seco para luego

adicionar agua en la cantidad necesaria para lograr una mezcla pastosa que permita colocar dicho mortero sobre superficies horizontales y medianamente inclinadas, a las que previamente se habrá humedecido y limpiado de todo vestigio de materiales sueltos.

Se preverá asimismo que la capa de acabado iso-floc o similar tenga un espesor mínimo de 05 centímetros de espesor medio, para su correcta aplicación y vaciado se preverá el uso de reglas o guías que garanticen la exigencia del espesor mínimo, así también la capa ha de ser uniforme y tendrá un acabado frotachado con arena fina y bruñas cada 1.5 en ambos sentidos.

El nombramiento en particular de la marca ISO-FLOC no determina que uso sea obligatorio en particular, sino más bien se menciona con el afán de describir las características que ha de tener el producto a emplear y su similitud en cuanto a sus propiedades, las mismas que básicamente han de ser aislantes de humedad y de calor, que principalmente trabajen por capilaridad, con propiedad de absorber y evaporar el agua que se genera por la humedad y por las lluvias costeras, que en su composición tengan materiales refractarios que garanticen un aislamiento térmico adecuado.

Es importante que el acabado sea frotachado con arena fina ya que este piso va a ser recorrible y de uso muy frecuente.

## **b. Calamina metalica tipo termotecho o similar**

Consiste en un panel sandwich de cobertura de 02 planchas de acero o aluminio, conformadas mediante un proceso industrial de perfilado en frío unidas mediante un alma central aislante de poliuretano, consiguiendo excelente aislamiento térmico y acústico.

Las planchas de acero y aluminio son de espesor 0.5 mm. las cuales reciben un baño desfosfatizado para posteriormente ser recubiertas con una resma epóxica, finalmente reciben una capa de pintura del tipo poliester modificado.

El alma central aislante es poliuretano rígido inyectado a alta presión, con una densidad media de  $40 \text{ kg/m}^3$ .

La estanqueidad del conjunto, se consigue por el tipo del perfil que traslapa longitudinalmente sobre la nervadura extrema la cual recibe un cordón de silicona.

El panel fijado a la estructura mediante tornillo autoperforante montado sobre capuchas metálicas.

### Datos Técnicos

Ancho Util	90 mm
Peralte con greca	90 mm



Largo máximo	12 mts
Espesor útil de poliuretano	50 mm
Densidad de Poliuretano	40Kg/m <sup>3</sup>
Peso Panel	11.30 kg/m <sup>2</sup>
Plancha de Acero	e = 0.5 mm

### **3.3.2.7 CARPINTERIA DE MADERA**

#### **a. Generalidades**

La carpintería de madera considerada bajo este capítulo se refiere a la confección de puertas.

Los planos del proyecto indican las formas, secciones de todos los elementos a emplearse. Todos los elementos deben responder a exigencias que garanticen una consistencia suficiente y no presentan deformación alguna.

Igualmente, responderán a las prescripciones y el Perú, sin que por ello el Contratista quede exento de responsabilidad por una mala ejecución.

## **b. Puertas**

### **Descripción**

Conforme con lo indicado en los planos ejecutivos, se han considerado el siguiente modelo de puerta:

- Puerta con una hoja contraplada
- Puerta con una hoja machihembrada y de persiana.
- Puerta con dos hojas machihembrada y de persiana
- Puertas vidriadas.

La madera a ser utilizada será de cedro en marcos, refuerzos, etc. y contraplada con Triplay del tipo amazónico. Las tablas del machihembrado y de las persianas están indicadas en los planos.

En caso de ser solicitado por la Supervisión, obligado a suministrar puertas adicionales indicados conforme a las necesidades del proyecto.

Los grosores de las hojas de puerta, indicados en los planos respectivos.

### **Fabricación**

En la fabricación de las puertas se empleará madera cedro seleccionada, dura y seca de una calidad tal que no se deforme lo

más mínimo. El grado de humedad de la madera será como máximo un 12%, el triplay será de 6mm. 1.20 x 2.40 y la madera machihembrada de 1" x 4"

La superficie de los elementos serán limpiadas y rectas, sus uniones ensambladas adecuadamente.

Las uniones serán ensambladas mediante espigas aseguradas con cola, clavos, tornillos y/o tarugos, según sea el caso.

Las máximas tolerancias permitidas son:

A lo largo de 1 hoja, 4 mm.

A lo largo de la hoja, 2 mm.

En el espesor, 1.5 mm.

La luz entre la hoja y el rebajo del marco, 4mm.

La luz entre la hoja y el piso, 10 mm.

El desplome de las puertas, uno (1) por mil del alto.

La carpintería será entregada perfectamente en blanco, pulida y lista para recibir el acabado.

### **Colocación**

El Contratista tomará a su cargo y ejecutará a su costo los trabajos necesarios para la colocación de las puertas, incluso si estas no se

mencionaran en los planos.

### **3.3.2.8 CARPINTERIA METALICA**

#### **i. Generalidades**

Los planos del proyecto indican las formas de los diferentes conjuntos considerados en este capítulo (puertas).

El Contratista tomará estos diseños como referencia al confeccionar su propuesta.

- a) El acero a utilizarse es de tipo A1.
- b) Se indican los diversos perfiles laminados a considerar, sus dimensiones y/o secciones, detalles de colocación y funcionamiento.
- c) Todos los elementos deben responder a las exigencias que garanticen una consistencia suficiente y no presenten deformación alguna.
- d) Igualmente responderán a prescripciones y normas vigentes en el Perú, sin que por ello, el Contratista quede exento de responsabilidad alguna por una mala ejecución.
- e) Queda expresamente establecido que el Supervisor podrá ordenar formas y perfiles no considerados en los planos, sin que por ello el Contratista tenga derecho a costo adicional alguno.

## ii. Puertas

### Descripción

Las puertas previstas en el proyecto que se considera bajo esta especificación son:

Puerta metálica fabricada a base de perfiles angulares y/o planchas.

Los planos del proyecto indican la forma de las puertas, las secciones de los perfiles considerados en la confección de las mismas. Los elementos de sostén.

La unión de los diferentes elementos metálicos se harán mediante soldadura eléctrica de penetración, soldadura que deberá efectuarse sobre superficie libre de escamas, óxidos, herrumbres, etc.

Las uniones soldadas serán esmeriladas. El conjunto deberá ser tratado con chorro de arena en la fábrica y recibirá dos manos de pintura anticorrosiva de aluminio a base de cloro-caucho.

La pintura definitiva y el color será definida por la Supervisión. El tipo de pintura será el que se especifica en el ítem pintura. El proceso de pintado terminado se efectuará en obra, cuando la puerta esté colocada.

El soporte de las puertas fijadas a las columnas será mediante platinas ancladas a las mismas, todo el conjunto recibirá protección anticorrosiva, conforme a lo especificado en el punto anterior.

## **Colocación**

El Contratista tomará a su cargo y ejecutará a su costo todos los trabajos necesarios para la colocación de las puertas, incluso si éstos no se mencionan en los planos. Igualmente adoptará las previsiones para armonizar el aspecto de las puertas con el resto de la construcción, al colocar las puertas se comprobará que las hojas y marcos ensamblan perfectamente a la vez que se comprobará la verticalidad de los largueros y horizontalidad de los umbrales.

La pintura definitiva y el color será definido por la Supervisión. El proceso de pintado se efectuará en obra cuando la puerta esté colocada.

El Contratista colocará en la albañilería y/o concreto que forma el vano, platinas ancladas (sección 4" x 8" x 1/4") con su eje coincidente con el perfil de la puerta indicada en los planos.

Desde el inicio de la obra se tendrán listos para su colocación todos los anclajes para que sean aprobados por la supervisión, primero como anclajes y después ubicados como en el encofrado antes de vaciar el concreto.

Al colocar las puertas, se pondrá especial cuidado para que los marcos y las hojas sean ajustadas al mismo tiempo, comprobándose

la horizontalidad de los umbrales y la verticalidad de los largueros.

Para la fijación del marco, el contratista dejará anclado en la albañilería que forma el vano, tacos de madera dura, en el cual se atornillará el marco.

La albañilería que se vea afectada por la colocación de los anclajes deberá ser terminada a satisfacción del supervisor.

### **3.3.2.9 VENTANAS**

#### **Descripción**

Según el plano de detalle, se especifican los elementos de ventanas típicas que combinándolas entre sí, se dará forma al conjunto de ventanas de acuerdo al vano. Existen los siguientes tipos de ventana según la apertura:

Hoja batiente.

Hoja pivotante.

Hoja corrediza.

Hoja fija.

### **3.3.2.10 VIDRIOS**

#### **a. Generalidades**

Los vidrios colocados en los lugares indicados en el proyecto serán de primera calidad y que no se deformen.

El Contratista será responsable, hasta la entrega de la obra de todas las roturas de los vidrios, los cuales serán reemplazados por su cuenta.

#### **b. Prescripciones y normas**

El Contratista tendrá en cuenta todas las prescripciones y normas vigentes en el país para la colocación de los vidrios.

Las prescripciones de la fábrica que suministra los vidrios deberán ser minuciosamente respetadas.

#### **c. Materiales**

Los vidrios utilizados en el proyecto serán de procedencia nacional e incoloro con los espesores indicados en planos.

La clase de vidrio será expresamente especificado en los proyectos ejecutivos.

#### **d. Colocación**

Los vidrios se colocarán con masilla en la carpintería de fierro y con junquillos en la carpintería de madera



### **3.3.2.11 PINTURAS**

#### **a. Generalidades**

Esta especificación trata de todas las pinturas relacionadas con la obra civil, excluyéndose las pinturas para maquinarias y equipos electromecánicos.

#### **b. Prescripciones y normas**

El Contratista tendrá en cuenta todas las prescripciones y normas vigentes en el país además de la especificación presente. Así mismo, deberá tenerse en cuenta las prescripciones sobre seguridad de los trabajadores.

Las prescripciones de las fábricas que suministran los materiales básicos deberán ser escrupulosamente respetados.

Todos los costos que resultasen de la no observación de prescripción y normas correrán por cuenta del Contratista.

#### **c. Materiales y fabricantes**

El Contratista es el único responsable del control exacto de los materiales suministrados por los fabricantes.

Deberá avisar al fabricante o al transportista sobre todos los

materiales defectuosos y reemplazarlos.

El Contratista deberá tener en el sitio de la obra suficiente material y mano de obra para cumplir sus obligaciones contractuales especialmente con el programa de los trabajos a ejecutar.

Los materiales deberán ser de primera calidad. En su oferta, el Contratista deberá indicar el tipo y la proveniencia de las pinturas.

En caso de cambio de tipo o de proveniencia, el Contratista deberá someter las nuevas pinturas de características similares a la aprobación de la Supervisión.

#### **d. Aplicación**

La pintura se aplicará sobre la capa imprimante en capas sucesivas hasta conseguir el color de la muestra. Los colores serán definidos por la supervisión que aprobará las muestras hechas en los sitios convenidos sobre superficies imprimadas de 2 m<sup>2</sup> cada una.

Los pisos, contrazócalos, zócalos y carpinterías serán suficientemente protegidos de golpes, rayaduras, manchas y salpicaduras del proceso de pintar muros y cielos rasos.

**d.1 Proceso**

Todos los trabajos de pintura tendrán que ser efectuadas por personal especializado y según las instrucciones del Supervisor. Las superficies a pintar deberán ser previamente limpiadas de la manera siguiente:

**d.2 Concreto y revoques:**

Limpiar cuidadosamente todas las superficies por pintar.

Limpiar todas las manchas de eflorescencia y marcas con cepillo metálico.

Quitar el polvo, granos de arena, etc.

**d.3 Madera:**

Desoxidar completamente todas las superficies metálicas.

Mejorar si es necesario, las capas de protección preliminares.

Cada mano de pintura tendrá que estar perfectamente seca antes de aplicar la mano siguiente, y en caso de pintura de taller, antes de transportarse las unidades al lugar de a obra

Las manos tendrán que presentar un espesor y color uniforme sin trazos de brocha u otras irregularidades

Si la pintura se hubiese espesado y tuviera que ser diluida para su

aplicación, la mano de pintura deberá ser del mismo espesor que el que se lograría con el material no diluido

La pintura deberá aplicarse únicamente sobre superficies secas y en condiciones atmosféricas que permitan la evaporación de la humedad

En ningún caso deberá aplicarse la pintura sobre superficie expuesta a plena luz solar y no deberá ser aplicada en tiempo de humedad relativa en exceso del 90 por ciento.

Las superficies terminadas deberán estar libres de escurrimiento, gotas y marcas de brocha, debiendo presentar un trabajo parejo y nivelado. Deberá pintarse todas las marcas de montaje y lugares dañados. Se deberá retocar con los mismos imprimantes y manos de acabado que se hayan usado originalmente. El acabado final deberá quedar a satisfacción de la Supervisión

Se ejecutarán también los trabajos siguientes:

- a) Pulido entre cada mano de todas las superficies a pintar.
- b) Limpieza de todas las manchas que resulten de los trabajos propios de la pintura del Contratista.
- c) Protección de todos los pisos, paredes, equipos electromecánicos, maquinaria, etc, durante los trabajos de pintura.

- d) Limpieza de los ocales puestos a disposición del Contratista, al terminar los trabajos de pintura.
- e) Todo el material como escaleras, andamios, etc, su colocación y desarmado Bajo "material" se entiende todo el material, equipos y maquinarias necesaria para una perfecta ejecución de os trabajos según estas especificaciones.
- f) Ejecución de las muestras de pintura medidas por el Supervisor de manera de poder seleccionar los colores definitivos.

Los cielos rasos deberán ser pintados antes de iniciar el pintado de las paredes, si así lo ordena el Ing. Supervisor.

#### **e. Pinturas**

Se utilizarán los siguientes tipos de pinturas de base, según la designación indicada:

Sellador para muros a base de resma a alquídica color blanco.

Imprimante acrílico.

Látex acrílico, para muros exteriores e interiores,

Barniz marino carpintería de madera.

Anticorrosivo epóxico en estructuras, y carpintería metálica.

Pintura epóxica en estructuras y carpintería metálica,

### 3.3.2.12 APARATOS SANITARIOS

Todos de loza vitrificada blanca de primera calidad. Con todos los grifos, llaves, tubos de abasto, desagües y trampas visibles, acabados cromados, salvo indicación contraria. Para la ubicación de los aparatos y accesorios, se verá lo anotado en los planos de planta y corte a escala 1/50 y en el proyecto de instalaciones sanitarias.

#### **a. Inodoros tipo tapiz o similar**

Serán de 23" x 24' de profundidad por 14 a 15' de ancho y alto. A colocarse a más de 1" del revestimiento de mayólica del muro posterior. Sujetos al piso con masilla y tirafones con tapas de loza de Descarga silenciosa. Con tapas y bisagras de plástico blanco. Los accesorios serán de bronce, el tubo de abasto metálico trenzado y la tapa de melamine.

#### **b. Lavatorios tipo laveno o similar**

Serán de 20' por 16" con una llave cromada de 1/2', cadena y tapón trampa "F" será cromada de 1¼" Y. La grifería será del tipo Vainsa.

#### **c. Duchas**

Las duchas serán de canastilla cromada y rejilla de bronce el brazo será de tubo' de fierro galvanizado. Llevará además una válvula de bronce de 1/2' t cromada para el control.

**d. Lavatorio Corrido**

Será de albañilería y concreto armado, enchapado con mayólica blanca 20x20, siendo sus dimensiones y demás detalles constructivos los que se muestran en el plano de detalle respectivo. Los grifos son de 1/2" cromados.

**e. Urinarios Corridos**

Los urinarios corridos serán de albañilería, revestidos en mayólica blanca 20x20, siendo sus dimensiones y demás detalles constructivos los que se muestran en plano de detalle respectivo.

Llevarán un tubo rociador de 1/2' de diámetro con perforaciones de 1/16" cada 5 cms. formando un ángulo de 45° con la pared y una válvula de globo de 1/2" de bronce.

**f. Mesas de Laboratorio y otros**

Son Mesas de altura indicada en los planos, revestidas con impermeabilizantes y resma epóxica 6 mils. en donde se especifique.

**3.3. 2.13 APARATOS SANITARIOS COLOCACION****a. Inodoros**

Se coloca la taza de inodoro en el lugar donde va a ser instalado y se marcan los huecos en los que irán alojados los pernos de sujeción. Estos huecos tendrán una profundidad no menor de 2" y dentro de

ellos irán los tarugos de madera.

La tubería P.V.C. deberá sobresalir del plomo de la pared.

Terminado lo suficiente para imbuir en la ranura del aparato.

Luego se asegura el aparato mediante un anillo de masilla que cubra toda la ranura, en forma tal que quede un sello hermético.

Colocada la taza en su sitio, se entornillan los pernos que aseguran la taza al piso.

Efectuada esta operación y estando ya fija la taza, se procederá a efectuar la unión con el tubo de la bajada de 1¼" Y colocando un "chupón de jebe".

Los tubos de abasto de los inodoros de tanque alto serán flexibles y cromados.

#### **b. Lavatorios**

El lavatorio se colocará perfectamente nivelado, siendo la altura del aparato de 80 cms. El respaldo del lavatorio se fraguará con cemento blanco a la mayólica del muro, en el empalme de la trampa se empleará masilla.



Los soportes para lavatorio serán a base de escuadras de fierro fundido a uñas de acero con aberturas para colocar 3 pernos de cada una. En ambos casos el lavatorio no deberá quedar inclinado hacia adelante.

Los tubos de abasto de los lavatorios serán cromados y flexibles.

### **c. Duchas**

Las duchas serán de canastillas cromadas y rejillas de bronce.

El brazo de fierro galvanizado irá conectado a la salida de agua, debiendo llegar en este punto una arandela que cubra la salida. La llave cromada se engrasará antes de entrar la ducha en servicio.

### **d. Lavaderos de Losa Vitrificada**

Los lavaderos se ubicarán de manera tal que tanto el punto de agua como de desagüe queden centrados. Sea cual fuere la ubicación del lavadero, deberán apoyarse de tal manera que se asegure la estabilidad. Los tubos de abasto de agua serán cromados y flexibles.

### **e. Prueba de Aparatos Sanitarios**

Terminado los trabajos de instalación de los aparatos sanitarios, se procederá a efectuar la prueba de los mismos y de sus accesorios de agua y desagüe, de manera individual. Deberá observarse su funcionamiento satisfactorio.

### **3.3.2.14 ACCESORIOS SANITARIOS**

#### **a. Papeleras**

De loza blanca de empotrar de 15 x 15 cms. ubicadas en planos, de altura coincidente con la tercera hilada cerámicas. Una para cada inodoro ubicadas en el centro la pieza de cerámico con bordes de cemento pulido.

#### **b. Jaboneras**

De loza, de empotrar de 15 x 15 cms. con asa ubicadas en los planos y altura coincidiendo con la quinta hilada de cerámicas en las duchas.

#### **c. Ganchos**

De loza blanca de empotrar. Con dos ganchos cada uno. ubicados entre la octava y novena hilada de cerámicas.

#### **d. Toallera**

Serán tubulares cromadas con apoyos de loza blanca de empotrar, ubicándose en la 6ta hilada de cerámicas.

#### **e. Espejos**

En los servicios higiénicos serán de 4 mm azogado, color plata, los bordes biselados, se sujetarán con tornillos. Sus medidas están colocadas en los planos correspondientes.

La parte más honda del bisel debe coincidir exactamente con el borde esmaltado de las cerámicas.

#### **f. Accesorios Sanitarios Colocación**

Papelera de losa vitrificada color.

Gancho doble de losa vitrificada color.

Jabonera con asa de empotrar losa vitrificada color.

Se usará grifería cromada Vainsa o similar.

### **3.3.2.15 OTROS**

#### **a. Techado con paneles de fibracreto**

En las zonas indicadas en los planos (secado a la sombra) se utilizará paneles de fibro-cemento de 2" de espesor con revestimiento de isoflock de 3 cm.

Estos paneles serán fijados y viguetería de madera según se indica en los planos, el falso cielo será tarrajado y pintado.

### **3.3.3 INSTALACIONES ELECTRICAS**

#### **3.3.3.3.1 ELECTRODUCTOS**

##### **a. Tuberías para alimentadores y circuitos derivados**

Todas las tuberías que se emplearán para la protección de los cables de acometida, así como los circuitos derivados, tanto eléctrico como de comunicaciones, serán de Cloruro de Polivinilo (PVC), del tipo

pesado (P), de acuerdo a las normas aprobadas por el INDECOPI.

### Propiedades Físicas a 24°C

Peso específico	1.44 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Tracción	500 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Flexión	700/900 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la Compresión	600/700 Kg/cm <sup>2</sup>

### Características Técnicas

DIAMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)	LARGO (mt)	PESO (kg/tubo)
15	21	2.40	3	0.590
20	26.5	2.60	3	0.820
25	33	2.80	3	1.260
35	42	3.00	3	1.600
40	45	3.00	3	2.185
50	60	3.20	3	2.450
65	73	3.20	3	3.220
80	88.5	3.50	3	3.950
100	114	3.40	3	7.450

## Proceso de Instalación

Deberán formar un sistema unido mecánicamente de caja a caja, o de accesorio! estableciendo una adecuada continuidad en la red de electroductos.

No se permitirá la formación de trampas o, bolsillos para evitar la acumulación de humedad.

Los electroductos deberán estar enteramente libres de contacto con tuberías de otras instalaciones, siendo la distancia mínima de 15cm., con el agua caliente o vapor.

No se usarán tubos de menos de 15 mm nominal según tabla anterior.

No son permitidas más de (4) curvas de 90°, incluyendo las de entrada a caja ó accesorio.

Se instalarán juntas de Dilatación en todas las tuberías que atraviesan juntas de construcción, tal como se indica en los planos respectivos.

Los electroductos que irán empotrados en elementos de concreto armado, se instalarán después de haber sido armado el fierro y se aseguren debidamente las tuberías.

En los muros de albañilería, las tuberías empotradas colocarán en canales abiertos.

Los electroductos cuya instalación sea visible, deberá soportarse o fijarse adecuadamente, mediante soportes colgadores y abrazaderas, tal como se indica en los planos.

En general estos soportes, deberán espaciarse como máximo a 1.20 ml. para tuberías de 15, 20 y 25 mm, para tuberías de 35, 40 y 50 mm a 1.50 ml.; y a 2.00 ml. para diámetros mayores de 50 mm de diámetro PVC-P.

### **Accesorios para Electroductos de PVC-P**

Serán del mismo material que el de la tubería.

#### **3.3.3.2 ZANJAS**

Los cables de Baja Tensión desde el cuarto de máquina hasta los diferentes tableros de cada ambiente y la red de alumbrado exterior se instalarán en zanjas de 0.50 x 0.65 m. de profundidad de la superficie libre. El cable se colocará sobre una capa de tierra cernida de 0.05 m. de espesor protegiéndose por una capa de tierra cernida de 0.15 m. de espesor! sobre la cual se colocará una cinta señalizadora de plástico, color amarillo de 5 de ancho, finalmente se cubrirá con varias capas de tierra compactada teniendo en cuidado de no dañar los cables.

La cinta señalizadora será de las siguientes características:

Material : Cinta de Polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos y álcalis.

Ancho : 5 pulgadas de espesor 1/10mm

Color : Amarillo brillante

Inscripción : Letras negras que no pierdan su color con el tiempo,  
recubiertas de plástico.

Elongación : 250%

La tierra cernida se obtendrá con zaranda de cocada de ½”.

Los cables de la misma zanja se instalarán con una separación de  
0.20 m. entre ejes.

### **3.3.3.3. CRUZADAS**

Los cables subterráneos que crucen las zonas de tránsito vehicular deberán ser protegidos con ductos de concreto de 4” diámetro previéndose las reservas necesarias que señala el Nacional de Electricidad, para un cable se utilizará ducto de 2 vías para 2 y 3 cables se utilizará ductos de 4 vías.

Los ductos se colocarán sobre un solado de concreto mezcla a 1:8 de 5 cm. de espesor y serán perfectamente alineados, la unión entre ductos será sellada con un anillo de cemento y se taponearán con yute alquitranado las vías de reserva.

Las zanjas para la colocación de los ductos, serán de 0.80 x 1.05 m. de profundidad y serán perfectamente alineados.

Los ductos se prolongarán hasta el filo exterior de las veredas a ambos lados de la pista.

#### **3.3.3.4 CABLES ALIMENTADORES**

Los cables serán de cobre electrolítico de conductibilidad, con aislamiento de PVC, con protección exterior del mismo material del tipo NYY, serán del tipo duplex (blanco y negro) y triplex (blanco, negro y rojo), para una tensión nominal de 1 KV y fabricados según normas ASTM B-3 y B-8 para los conductores y CEI-20-14-III-1965 para el aislamiento, temperatura de operación 80 grados centígrados.

#### **3.3.3.5 ACOMETIDA DE RED A UNIDAD DE ALUMBRADO PUBLICO**

La derivación de las unidades de alumbrado público hasta el cortocircuito se efectuará con cable tipo NYY de 2-1x6 mm<sup>2</sup>, y el enlace entre el cortocircuito y la luminaria será con cable extraflexible de 2x2.5 mm<sup>2</sup> del tipo NYY, no permitiéndose empalme en este tramo.

#### **3.3.3.6 EMPALME Y PUNTAS MUERTAS**

Para la unión de los cables entre si, se emplearán moldes de plástico unipolares, sea los empalmes derechos o para las derivaciones en 'T', con un sistema de fácil unión para asegurar un cierre hermético y bolsas de resma epóxica aislante.

Los empalmes de los conductores de secciones mayores de 10 mm<sup>2</sup> se efectuarán con manguitos estañados, o con conectores a presión.

Los empalmes de cables hasta 10 mm<sup>2</sup> de sección sobre cualquier sección de cable se hará entorchando el cable de menor sección



sobre el de mayor sección con un número de espirales no menor de 6 y debidamente soldados.

La cubierta del cable en los puntos sobre los cuales se ajustarán los extremos del molde plástico se encintarán con cinta aislante con masilla aislante dieléctrica.

Se tendrá cuidado de dar la debida separación a las fases utilizando separadores adecuados antes de colocar el molde.

Después de colocado el molde se verterá la resina aislante en el interior del mismo a través de embudos apropiados de polietileno hasta llenar completamente la cavidad del molde. Los empalmes y las puntas muertas se protegerán con el mismo material utilizado para los empalmes.

Los empalmes y las puntas muertas se protegerán lateralmente y por la parte superior con una pila de ladrillos corrientes, rellenándose la misma con arena o tierra cernida.

### **Curvas**

Se usarán curvas de fábrica, con radio normalizado para todas aquellas de 90°, las diferentes de 90°, pueden ser hechas en obra,

siguiendo el proceso recomendado por los fabricantes pero en todo caso el radio de las mismas no deberán ser menores de 8 veces el diámetro de la tubería a curvarse.

#### Unión tubo a tubo

Serán del tipo para unir los tubos a presión. Llevarán una campana a cada extremo del tubo.

#### Unión tubo a caja

Para cajas normales, se usarán la combinación de una unión tubo a tubo, con una unión tipo sombrero abierto.

Para cajas especiales se usará las uniones con campanas para su fijación a la caja mediante tuerca (bushings) y contratueras de fierro galvanizado.

#### Pegamento

Se empleará pegamento a base de PVC, para sellar todas las uniones de presión de los electroductos.

### **3.3.3.7 CONDUCTORES**

Todos los conductores a usarse en alimentadores, serán de cobre

electrolítico de 99.9 % de conductibilidad.

Serán sólidos hasta la sección de 6 mm<sup>2</sup> inclusive y cableado para secciones mayores, tendrán aislamiento TW. para 600 V.

Para las derivaciones se emplearán conectores de cobre o bronce, aprobados por la inspección, que tengan la sección adecuada a los cables que une, llevarán cinta aislante en capas cuyo espesor total equivalga al espesor del aislamiento del propio cable.

No se usarán para circuitos de alumbrado, tomacorriente y fuerza conductores de secciones inferiores a 4 mm<sup>2</sup>.

### **3.3.3.8 INSTALACION DE CONDUCTORES**

Los alambres correspondientes a los circuitos secundarios no serán instalados en los conductos antes de haberse terminado el enlucido de las paredes y el cielo raso.

No se pasará ningún conductor por los electroductos antes de que las juntas hayan sido herméticamente ajustadas y todo el tramo haya sido asegurado en su lugar.

A todos los alambres se les dejará extremos suficientemente largos para las conexiones.

Los conductores serán continuos de caja a caja, no permitiéndose empalmes que queden dentro de las tuberías.

Todos los empalmes se ejecutarán en las cajas y serán eléctricamente y mecánicamente seguras protegiéndose con cinta aislante de jebe y además cinta aislante de plástico.

Antes de proceder el alambrado, se limpiarán y se secarán los tubos y se barnizarán las cajas.

Para facilitar el pase de Los conductores se empleará talco en polvo o estearina, no debiéndose usar grasas o aceites.

### **3.3.3.9 CONDUCTOR DESNUDO DE PROTECCIÓN A TIERRA**

Será de Cobre electrolítico, cableado para las secciones de 10 mm<sup>2</sup> y superiores y sólidos para las secciones menores y serán de los calibres indicados en planos.

### **3.3.3.10 ALAMBRE GUIA**

En todo el sistema de corriente débil, comunicaciones y tuberías sin alambrar se deberá dejar un alambre que sirva de guía del N<sup>o</sup> 16 AWG para facilitar su rápida identificación y cableado por parte de los equipadores.

### 3.3.3.11 CAJAS

#### a. Cajas para circuitos derivados

Las cajas serán del tipo pesado de fierro galvanizado, fabricado por estampados de plancha de 1.6 mm, de espesor mínimo.

Las orejas para fijación del accesorio estarán mecánicamente asegurados a la misma o mejor aún serán de una sola pieza. Con el cuerpo de la caja, no se aceptarán orejas soldadas, cajas redondas, ni de profundidad menor de 40 mm ni tampoco cajas de plástico:

Octogonales 100 mm x 40 mm	Salidas para centros,
Octogonales 100 mm x 55 mm	Braquetes , cajas de paso
Rectangulares 100 mmx 55 mm x 50 mm	Interruptores, tomacorrientes, teléfono
Cuadrada 100 mmx 100 mm x 50 mm	Tomacorrientes, donde lleguen tres tubos y teleproceso

#### b. Cajas para alimentadores eléctricos y de comunicaciones

Todas las salidas para derivación de alimentadores o para facilitar el tendido de los conductores serán de las dimensiones indicadas en los planos, fabricadas en planchas de fierro galvanizado de 1.6 mm de

espesor mínimo, tendrán tapas ciegas mayores de 40 cm de largo o ancho serán reforzadas mediante ángulos de tal manera que quede rígida.

### **c. Cajas telefónicas**

Construcción de madera, de cedro cepillado y acabado en 20 mm de espesor con marco y puerta metálica de las dimensiones interiores indicadas a continuación.

Tipo 'C' : 0.60 x 0.35 x 0.15

## **3.3.3.12 INTERRUPTORES, TOMACORRIENTES Y PLACAS**

### **a. Tomacorrientes para empotrar en pared**

Todos los tomacorrientes serán dobles, para 250 V, 15 A, tendrán contacto tipo universal, con mecanismo encerrado en cubierta fenólica estable y terminales de tornillo, para la conexión similar al modelo 5025 de la serie MACIC de TICINO, con toma de tierra donde se indique.

Para el caso de Teleproceso se instalarán tomacorrientes dobles con toma de tierra, para 250V, 15A. de régimen, tendrán contactos chatos paralelos y con espiga de toma de tierra con mecanismo encerrado en cubierta fenólica estable y de terminales de tornillo para la conexión, similares a los modelos Leviton, Eagle, o General Electric, etc.

**b. Interruptores unipolares**

Los interruptores de pared serán del tipo balancín para operación silenciosa de contactos plateados, unipolares, de tres vías (conmutación) o 4 vías según se indica en los planos, para 15 A. 250 V. de régimen con mecanismo encerrado en cubierta fenólica estable y de terminales de tornillo para la conexión, serán similares al modelo MAGIC DE TICINO.

**c. Salida para teléfono y teleproceso**

Para las salidas de teléfono así como de teleproceso se emplearan placas de salida con dos perforaciones, las cuales estarán equipados con dos tomas modulares del tipo PAN - JACK (RJ-45), del tipo para voz y data respectivamente.

**d. Placas**

La placa será de Aluminio anodizado, provisto de las perforaciones necesarias para dar paso a los datos en cada salida indicada.

**e. Posición de salida**

La altura y la ubicación de las salidas sobre los pisos terminados, serán las que se indican en la leyenda del plano, proyecto salvo recomendación expresa del Arquitecto Projectista.

**f. Interruptores bipolares con fusibles**

Serán para adosar en pared, para control y protección de lo indicado en el plano; serán del tipo de palanca con fusible de hilo incorporado, encerrado en cubierta fenólica estable similar a los fabricados por TICINO.

**3.3.3.13 TABLEROS****a. Tablero general**

Serán del tipo autosoportado y estarán constituidos por paneles completamente blindados para accionamiento por la parte frontal y tendrá las dimensiones necesarias para la instalación de los interruptores e instrumentos de medida, tal como se indica en los planos.

Serán contruidos con ángulos de fierro de 1.5'xl.5'xl.8" y planchas de fierro de 3/32" de espesor y pernos de 3/8 de diámetro.

Las celdas se unirán entre si, mediante pernos apropiados y la última de ellas tendrá su lado no adyacente cubierto con planchas similares a los de la parte frontal.

La parte superior de las celdas estarán cubiertas con tapas fabricadas con planchas de fierro galvanizado.



Se proveerá con ranuras frontales para la ventilación, la cabina en su conjunto estará pintada con (2) capas de pintura anticorrosiva interior y exteriormente, el acabado final de color verde horizonte.

Las celdas estarán equipadas con interruptores tripolares automáticos del tipo NO FUSE USE de las capacidades de corriente indicadas en planos para trabajar a 240 V, de tensión nominal, 14 KA, de capacidad de ruptura.

Las barras serán de cobre electrolítico, sección rectangular con aisladores portabarras para 500 V, y serán capaces de soportar esfuerzos electrodinámicos producidos por la corriente de choque.

#### **b. Tableros de distribución**

Serán para empotrar con caja de fierro Galvanizado, tendrán puerta con cerradura tipo YALE, las cajas tendrán tantos agujeros como tubos lleguen y cada tubo se conectará a la caja con conectores adecuados. El gabinete llevará tres barras para las fases mas una barra para el Neutro. El montaje y diseño del interior del gabinete deberá permitir el reemplazo de interruptores individuales sin causar disturbios a las unidades vecinas, menos aún retirar las barras o conectares de derivación A menos que se trate de barras con baño de plata, la superficie de contacto no deberá exceder a una densidad de 30 Amperios por cm<sup>2</sup>. la densidad de las barras no deberán ser

mayores de 150 Amp/cm<sup>2</sup> de sección.

Los tableros se diseñarán de modo que los circuitos secundarios provean una adecuada distribución de la carga en las diferentes fases.

Los interruptores serán del tipo automático, termomagnético NO FUSE, del tipo atornillables (BOLT ON), debiendo emplearse unidades unipolares y tripolares de diseño integral con una sola palanca de accionamiento.

Los interruptores serán de conexión y desconexión rápida tanto en su operación automática o normal y tendrá una característica de tiempo inverso, asegurado por el empleo de un elemento de desconexión bimetalico, complementado por un elemento magnético. Los interruptores tendrán las capacidades de corriente indicadas en los planos para trabajar a 240 V, de tensión nominal y de 10 KA, de capacidad de ruptura.

#### **3.3.3.14 SISTEMAS DE TIERRA**

##### **a. Toma de tierra**

Se hará mediante una varilla de cobre de 20 mm de  $\phi$ , y de 2.50 m, de

longitud, el cual irá hincada en un pozo relleno de Tierra cernida según detalle indicado en planos.

#### **b. Conexión a tierra**

Todos los elementos metálicos sin tensión conectados a tierra mediante conductores muestra en los planos.

#### **3.3.3.15 CELULA FOTO ELECTRICA**

Tendrá una sola fila de contactos simples, para 15 A, CA., 240V, 60 c/s, trabajo pesado, servicio continuo con el cual se controlará el encendido y apagado del alumbrado exterior.

#### **3.3.3.16 CONTACTOR MAGNETICO**

Será de mando magnético sin protección de sobrecarga para trabajo de iluminación para 60 c/s, 240 V, y 40 Amp. de régimen igual o similar al modelo FG-2 clase 8502 de SQUARE D.

#### **3.3.3.17 ARTEFACTOS DE ALUMBRADO**

Las especificaciones de los artefactos de alumbrado que a continuación se detallan, son generales y representan los requerimientos mínimos exigibles.

Todos los artefactos de alumbrado y equipos a ser suministrados

deberán ser nuevos y de la mejor calidad y apariencia. Los artefactos de alumbrado deberán ser aprobados por los inspectores de la obra y los Arquitectos Proyectistas, previa presentación de muestras antes de la orden de fabricación. Cualquier dificultad proveniente del no cumplimiento de este requisito será responsabilidad total del contratista.

**a. Artefacto adosado**

Será del tipo para adosar y/o colgar a techo, serán artefactos rectangulares de las siguientes dimensiones:

Chasis	Pantalla de acero fosfatizado, en color blanco al horno por dentro y fuera.
Modelo	BE-240 de Jوسفel o similar con dos lámparas de 40 W, color 84 de Philips.
Equipo	2 reactores de alto factor de potencia y arranque normal de 40 W, 220 V, 60 c/s iguales o similares al modelo ALPHA de Jوسفel.

**b. Artefacto tipo 1 y 2**

Será del tipo para adosar y/o colgar del techo, tal como se indica en detalles del plano proyecto, serán artefactos rectangulares de Las siguientes dimensiones:

Chasis	Pantalla de acero fosfatizado, en color blanco al horno interior y exteriormente.
Modelo	RAS-A 240 o RAS-M 240 de Jوسفel o similar con dos lámparas fluorescentes de 40 W, cada uno color Daylight.
Equipo	Equipado con sockets de porcelana de Ticino reactor ALPHA de Jوسفel, arrancador, y cableado interior con # 18 tipo TW de 105 Grados.

#### **c. Artefacto tipo 7**

Será del tipo empotrado con una lámpara incandescente de 60W similar al modelo SLAL-1 60C de Jوسفel.

#### **d. Artefacto adosado 8**

Artefacto adosado a techo o muro de las siguientes características:

Globo	Vidrio Opal
Base	Plancha de fierro fosfatizada y esmaltada al horno en color negro mate.
Lámpara	Incandescente de 100 W.
Similar	Al modelo GVC-125 de Jوسفel.

**e. Artefacto adosado 9**

Artefacto adosado a muro, hermético al agua, con cuerpo de aluminio fundido color gris con portalámparas del tipo E-27, con difusor de vidrio prismático transparente con rejilla de protección de alambre galvanizado, con una lámpara incandescente de 100 W similar al modelo FH-1 10 de Jوسفel.

**f. Artefacto tipo farola**

Artefacto para adosar o embonar a poste del tipo Farola Esférica de policarbonato de 350 mm de diámetro color cristal transparente, llevará una lámpara de vapor de sodio de 70W. El artefacto será similar al modelo E-35 - P de Jوسفel.

**g. Artefacto tipo reflector**

Artefacto construido por reflector integral de aluminio puro abrigantado y anodizado, con difusor de vidrio templado con empaquetadura neumática, llevará una lámpara de Vapor de Sodio de Alta presión de 400 W. será similar al modelo RL-40 de Jوسفel.

**3.3.3.18 GRUPO ELECTRÓGENO**

El proyecto comprende el suministro e instalación de dos grupos electrógenos estacionarios de emergencia de 140 KW, y de 56 KW efectivos para trabajar a 300 m, sobre el nivel del mar.

El grupo electrógeno solicitado se utilizará para servicio de trabajo continuo y/o de emergencia, debiendo estar garantizado para soportar una sobrecarga de 10 % durante una hora continua dentro de un periodo de 12 horas de funcionamiento y una sobrecarga mínima instantánea no menor de 15%.

El diseño contempla una unidad cuya velocidad de régimen no sea mayor de 1800 RPM.

Deberá estar diseñado para poder funcionar en emergencia al fallar el fluido eléctrico suministrado por el concesionario. El equipo que se describe en estas especificaciones constituyen lo básico requerido, debiendo los postores incluir en sus ofertas el material requerido, adicional que sea necesario para su correcta instalación y puesta en servicio y normal funcionamiento.

El suministro solicitado comprende:

Grupos electrógenos.

Tablero de control y mando.

Accesorios y piezas de repuesto.

Instalación.

Ducto de escape de humos. (Chimenea)

Tanque diario de Petróleo.

#### **a. Motor diesel**

Motor Diesel estacionario de 4 tiempos, refrigerado por agua, lubricado a presión con velocidad de régimen de 1800 RPM, con el siguiente equipo instalado:

Equipo de admisión de aire de filtro, tipo seco, con elementos reemplazables e indicador de servicio. Equipo de escape compuesto: Múltiple, silenciador, conexión flexible y tubos de escape.

Equipos de lubricación a presión, con filtros dobles reemplazables, bomba de circulación y enfriador de aceites.

Equipo de enfriamiento compuesto de: Radiador, ventilador, el cual será del tipo soplante, bomba de circulación de agua y caja de termostato.

Equipo de arranque compuesto de: Baterías, motor eléctrico de arranque, alternador de carga, cables, y bornes de conexión.

#### **b. Alternador**

Alternador trifásico de baja tensión, para ser accionado por motor Diesel, descrito en el rubro anterior de las siguientes características:

Potencia Efectiva 46 KW y 140 KW.

Tensión 230 V.

Frecuencia 60 c/s



Factor de Potencia 0,8

Velocidad de régimen 1,800 RPM.

Aislamiento Clase B

Acoplamiento.- Directo y flexible.

Excitación Autoexcitado y auto regulable

Marco de funcionamiento Común con el motor.

### **c. Tablero de control**

Tablero de control y mando de baja tensión, puede ser del tipo incorporado al grupo, o del tipo autosoportado adyacente al grupo, estará constituido con marco de fierro angular y planchas de acero pintadas al duco con dos capas previas de pintura anticorrosiva, con las conexiones listas para su instalación debiendo cumplir el cableado con los requisitos estipulados en el Código Nacional de Electricidad, compuesto por el siguiente equipo:

#### **Equipo de Control y Medición**

Voltímetro con su conmutador. Amperímetro con su conmutador.

Transformadores de medición adecuados para la medición y protección.

Barras, Portabarras y bornes de conexión.

Cosfímetro.

Frecuencímetro.

Medidor de Energía Activa.

Medidor de Potencia Activa.

#### **d. Accesorios y piezas de repuesto**

El grupo deberá venir con los siguientes elementos:

Juego de repuestos para 8,000 horas de operación.

Juego normal de herramientas.

Pernos, Tuercas y placas de anclaje.

Juego de planos de cimentación y montaje.

Un juego de planos de la casa de fuerza con todos los detalles necesarios para efectuar la construcción de la obra civil de acuerdo a los requerimientos del equipo a instalar.

Manual de operación y mantenimiento

Catálogo de partes.

Todos los equipos deberán contar con representantes, servicio técnico y stock de repuestos en el país.

#### **3.3.3.19 ESPECIFICACIONES DE INSTALACION**

La instalación incluirá lo siguiente:

a) Transporte del equipo desde el almacén del proveedor hasta el lugar de la obra.

- b) Montaje de todo el equipo, así como de los equipos auxiliares, tableros de control, tuberías, cables, tanque diario, silenciador, tubos de escape y demás elementos que completen la instalación.
- c) Construcción de la base de cimentación.
- d) Se deberá considerar la longitud necesaria de los cables entre el alternador y tablero de control así como se deberá considerar placas de Cobre, Carbón y líneas para el sistema de tierra.
- e) Para el efecto del pase de las tuberías de petróleo se considerará la longitud necesaria entre el grupo electrógeno y el tanque diario.
- f) La instalación deberá incluir la conexión eléctrica entre el grupo y el tablero, las conexiones del sistema de abastecimiento de combustible entre el tanque diario y el grupo electrógeno y la instalación y conexión de los demás accesorios.
- g) Prueba del equipo, incluyendo combustible y lubricantes necesarios para un periodo de 12 horas de funcionamiento continuo a plena carga.
- h) Gastos generales de dirección técnica, administrativa, leyes sociales, seguros y otros para la entrega expedita del grupo electrógeno.

#### **3.3.3.20 TANQUE EXTERNO DE PETROLEO**

Deberá ser suministrado con todos los accesorios y conexiones y refuerzos que se indican en el plano respectivo. Siendo su capacidad 4, 000 Gal.

Deberán ser construidos según especificaciones y normas establecidas por Petróleos del Perú con excepción de la que se establece en el plano en forma específica.

El material a usarse en la construcción del tanque debe ser de plancha de acero, según especificación ASTM A-289-C ó Sider Perú EC-PG-24, los cuales deberán ser de primer uso, libres de imperfecciones y de corrosión.

Los empalmes deberán ser hechas con soldaduras de alta penetración sobre las superficies roladas y biseladas

La entrada de hombre deberá ser hecha con plancha del mismo material al que el tanque y deberá ser aprisionada con una empaquetadura de jebe y con un mínimo de 8 tuercas y pernos galvanizados.

El tanque deberá quedar apoyado sobre una capa de arena dentro de las placas de concreto, tal como se indica en detalles respectivos.

El acabado del tanque deberá hacerse previa limpieza y arenado interior y exterior, además de la prueba de hermeticidad con aire comprimido a la presión de 5 PSI durante 5 horas durante las cuales se bañarán las costuras con agua espumante para constatar que no

hay fugas, en caso que estas se detecten se repetirá la limpieza y pruebas luego de eliminar los defectos. Para realizar estas pruebas se deberá taponear todas las coplas y la tapa de entrada.

Interiormente deberá llevar una capa de base anticorrosiva esencial tipo "DD" para acabados a base de resina de poliuretano y dióxido de titanio (Similar a Aurora # 1688).

Exteriormente con dos capas de pinturas anticorrosivas a base de Cromato de Zinc concentrado y resinas alquídicas y una capa de super esmalte sintético.

También se deberá incluir como parte del suministro los tapones roscados que servirán durante el transporte del tanque.

#### **a. Tanque diario de petróleo**

Deberá ser de la forma y dimensiones que se indican en los planos. Con una capacidad de 400 galones. El material a usarse en la construcción de estos tanques deberá ser de planchas de acero, según especificaciones ASTM A-283-C o Sider Perú EC-PG-24 a las cuales deberán ser de primer uso, libres de imperfecciones o de corrosión.

Los empalmes de las planchas deberán ser hechas con soldadura de

alta penetración sobre aristas rectas y biseladas.

La tapa de inspección deberán ser construidas con planchas de igual calidad al del tanque cuyo cierre deberá llevar empaquetadura de jebe y un mínimo de 4 pernos galvanizados.

El tanque deberá apoyarse sobre un castillo metálico de la forma y dimensiones aproximadas a las que se indican en los planos, dicho castillo deberá llevar patas de apoyo sobre planchas ancladas al piso y también las columnas de metal de la parte posterior del castillo deberán quedar ancladas a la pared, se deberá incluir refuerzos horizontales o transversales auxiliares que garanticen su indeformabilidad, deberá tener además escuadras en tres frentes para evitar el deslizamiento del tanque, el acabado del castillo será con dos capas de pintura anticorrosiva y dos de esmalte sintético..

El tanque incluirá conexiones roscadas tipo coplas de acero tipo extrapesado, para:

Llenado	1"
Retorno	1¼"
Reboso	2"
Visor de vidrio	1'
Salida	¾"
Purga	2"

El acabado interior del tanque consistirá en la aplicación de arenado,

comercial, según especificaciones, con aplicación posterior de barniz para protección contra la oxidación. El acabado exterior a aplicarse al tanque y conexiones consistirá en arenado comercial y pintado exterior con dos capas de pintura epóxica del color a definir por el arquitecto proyectista.

El tanque luego de su construcción se le deberá efectuar las siguientes pruebas de acuerdo con las especificaciones de Petróleo del Perú.

Pruebas de aire comprimido a 10 PSI durante dos horas previo taponeado de las conexiones sin mostrar caídas de presión.

Pruebas de los cordones de soldadura, con diesel # 2, calentado, se humedecerá interiormente los cordones y se revisará exteriormente durante 12 horas.

El tanque diario deberá tomar incorporado todos los accesorios complementarios necesarios para su correcto funcionamiento, tales como;

Válvulas de purga de 2", de bronce con unión roscada para **150 PSI** hidráulicas, con niples y conectores.

Visor de nivel vidrio de 1.00 m. de longitud y 1" para recipientes a presión con sus respectivas válvulas tipo ángulo.

Tapones roscados, tuercas, arandelas, etc.

El postor debe incluir en la propuesta de catálogos y especificaciones completas de cada uno de los equipos y accesorios a instalarse, así como deberá incluir copia de los planos de fabricación, criterios, normas y hojas de cálculo, para la aprobación de la inspección.

Todos los equipos deberán contar con representantes, servicio técnico y stock de repuestos en el país.

### **3.3.4 INSTALACIONES SANITARIAS**

#### **3.3.4.1 Objetivo**

Las presentes especificaciones técnicas tienen por objeto establecer las características y requerimientos que deben cumplir los materiales y equipos para los sistemas de abastecimiento de agua y evacuación de aguas servidas.

#### **3.3.4.2 Disposiciones generales**

En lo posible las presentes especificaciones técnicas deben ser respetadas, tanto en las características de los materiales y equipos,



como en la ejecución de los trabajos utilizándose las prácticas modernas y la mano de obra de la mejor calidad.

Asimismo las presentes especificaciones técnicas se complementan con las Normas Técnicas de fabricación a que se hace referencia y con los reglamentos y normas de instalaciones sanitarias existentes.

El contratista deberá tener a la mano una copia de los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas.

En el caso de que dificultades estructurales y/o mecánicas impidan la instalación de tuberías, accesorios, etc. en las ubicaciones indicadas en los planos, el propietario a través de su ingeniero inspector, aprobará las modificaciones que sean necesarias realizar para facilitar la instalación, en coordinación con el proyectista.

La posición de los elementos, tanto en agua como en desagüe deber verificarse antes de iniciar los trabajos.

Cualquier elemento que aparezca en los planos en forma esquemática y cuya posición no estuviera definida, deberá consultarse con el ingeniero residente o con el proyectista para la ubicación final.

### 3.3.4.3 MATERIALES

#### 1. Redes de agua

##### Tubería y accesorios para agua fría

La tubería para redes interiores será de PVC rígido clase 10, unión flexible en diámetros de 2' o más y a simple presión en diámetros de 1.1/2" o menos, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas vigentes.

Los accesorios serán de PVC rígido, clase 10, unión flexible o a simple presión.

La tubería para líneas de impulsión y aducción, será de polietileno de alta densidad, unión mecánica o soldada por termofusión, según sea el caso, y llevara registros para limpieza aproximadamente cada 10 m., a excepción de la tubería para agua dulce

##### Tubería y accesorios para agua caliente

Serán de polipropileno tipo Hidrotres, unión roscada, o a termofusión con cobertura termoaislante.

##### Válvulas para agua fría y caliente

Las válvulas de interrupción serán del tipo esféricas, de material plástico, unión roscada o bridada, según el caso

Las válvulas de retención serán de material plástico, con unión roscada o bridada, según el caso.

## **b. Redes de desagüe y ventilación**

### Tubería y accesorios para desagüe y ventilación

La tubería para las instalaciones de desagüe y ventilación serán de PVC rígido, para fluidos sin presión, debiendo cumplir con los requisitos establecidos en las normas vigentes.

Los accesorios, serán de PVC rígido, con unión a simple presión.

La tubería para el sistema de percolación será de concreto simple.

### Caja de registro para desagüe

Serán de concreto prefabricado o de albañilería, de las dimensiones indicadas en los planos, impermeabilizadas y con medias cañas de fondo.

Marco y tapa de concreto.

### Registro para desagüe

Serán de bronce para acoplarse a tubería de PVC con tapa roscada y dispositivo de fácil operación.

### **3.3.4.4 INSTALACIONES Y PRUEBAS**

#### **1. Tubería y accesorios para agua fría y caliente**

Para unión roscada deberá utilizarse sellador apropiado como cinta teflón o similar.

Para unión a simple presión se utilizará cemento solvente para PVC y se seguirá las indicaciones del fabricante.

Las uniones con unión flexible o a termofusión se harán siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Las tuberías se instalarán en el lugar y en la forma que se indica en los planos (enterradas, empotradas, etc.)

Las tuberías vistas, se fijarán con soportes, abrazaderas o sujetadores apropiados.

Las tuberías en zona rocosa, se instalarán vistas o semienterradas y se fijarán mediante anclajes, abrazaderas o soportes metálicos recubiertos con material plástico.

#### **b. Tubería y accesorios para desagüe**

Para unión a simple presión, se utilizará cemento solvente para PVC y se seguirá las indicaciones del fabricante.

#### **c. Pruebas**

Una vez terminada la instalación o parte de ella y antes de cubrirla, se someterá a la prueba hidráulica que consiste en:

Para agua potable, llenar con agua eliminando el aire contenido en la tubería y someterla a una presión interna igual a 1.5 veces la presión de trabajo, durante por lo menos 30 minutos observando que no se produzcan fugas ni filtraciones.

Para desagüe, llenar el tramo después de haber taponado las salidas mas bajas, debiendo permanecer lleno sin presentar fugas durante por lo menos 3 horas.

#### **d. Desinfección**

Se hará antes de poner en servicio las instalaciones de agua potable. La tubería será lavada previamente y luego se inyectará una solución de compuesto de cloro de porcentaje de pureza conocido y de tal concentración que se obtenga un dosaje de 40 a 50 ppm de cloro, reteniéndola durante dos horas y operando las válvulas. Luego se expulsará toda el agua clorada, llenándose nuevamente la tubería con agua para consumo.

#### **e. EQUIPOS**

e.1) Electrobomba centrífuga de eje vertical, para agua salada, con capacidad para  $Q = 21$  lps. y  $HDT = 16$  m., canastilla de succión de bronce; tablero de control eléctrico para trabajar con control de nivel de cisterna. Protección contra cortocircuito y sobrecarga.

e.2) Dos separadores ciclónicos o centrífugos tipo vertical para  $Q = 10.5$  lps c/u.

e.3) Dos filtros de arena a presión, para agua de mar,  $Q_{total}$  de 21 lps con dispositivos de entrada y salida; manhole de inspección y medio filtrante para retención de sólidos hasta 50 micras.

e.4) Dos electrobombas para agua salada prefiltrada, centrífugas de eje horizontal, con capacidad para  $Q = 15$  lps. y  $HDT = 35$  m., canastillas de succión de bronce; tablero eléctrico de control con dispositivo para trabajo alternado y control de nivel con reservorio y protección contra sobrecarga y cortocircuito.

e.5) Dos filtro de lecho profundo a presión, para agua salada;  $Q = 15$  lps., con dispositivos de entrada y salida y medio filtrante para retención de sólidos hasta 10 micras, incluye válvula multiport y accesorios de control.

e.6) Dos electrobombas centrifugas de eje horizontal para agua salada prefiltrada, con capacidad para  $Q = 0.5$  lps y  $HDT = 55$  m., canastillas de succión de bronce, tablero de control eléctrico con dispositivo para trabajo alternado y control de nivel con cisterna de agua dulce.

e.7) Filtro de lecho profundo a presión, para agua salada; 0.6 lps., con dispositivos de entrada y salida y medio filtrante para retención de sólidos hasta 10 micras, incluye válvula multiport y accesorios de control.

e.8) Ablandador para agua salada;  $Q = 0.6$  lps., incluye tanque de salmuera y accesorios de control.

e.9) Equipo de desalinización por osmosis inversa para  $Q = 0.6$  lps., incluye accesorios de control.

e.10) Dos electrobombas centrífugas de eje horizontal para agua potable, con capacidad para  $Q = 5$  lps. y HDT. = 50 m., canastilla de succión y tablero de control eléctrico con dispositivo de trabajo alternado; protección contra sobrecarga y cortocircuito y control de nivel con reservorio de agua potable.

e.11) Filtro a presión tipo cartucho para agua salada, con dispositivos de entrada y salida y cartuchos para retención de sólidos hasta 5 micras, incluye válvula multipot y accesorios de control.

e.12) Equipo de desinfección ultravioleta para agua salada;  $Q = 8.50$  lps.

e.13) Calentador a petróleo tipo instantáneo para 5,400 lph de producción

e.14) 03 suministradores de aire a presión denominados "Blowers" de 7.5 HP, 220/440 V, 60 HZ con una producción mínima de 500 m<sup>3</sup>/hr. Deberá incluir el tablero de Control y mandos y los accesorios correspondientes.

e.15) Todos los equipos deberán contar con representantes servicio técnico y stock de repuestos en el país.



## CAPITULO IV

### MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

#### 4.1 FILTROS DE ARENA

##### 4.1.1 Filtros de Piscina:

Los filtros son sin duda los accesorios más importantes en los “tratamientos” del agua de piscina. Su propósito es eliminar partículas suspendidas desde el agua que circula y así mejorar la claridad del agua.

La eficiencia de un charco (agua sucia) a ser filtrada correctamente está unida al tratamiento en su desinfección el cual es prioritario en cualquier charco público.

Lo principal de la operación consiste en pasar el agua de piscina a través de un lecho de arena el cual retendrá partículas en suspensión.

Se puede precisar que el sistema de filtración consiste de un número de elementos tales como equipos de medición, bombas, ajuste de casco de charco (reforzamientos) y trabajos de tuberías el cual asegura la succión correcta y retorno del flujo que afectará la condición resultante del agua tratada (filtrada).

Normalmente cada país tendrá su propio standard de charcos públicos y privados. El instalador estará seguro o consciente antes de intentar cualquier diseño o instalación, seguridad para que cada elemento del sistema de filtración cumpla con los standares establecidos.

La calidad de filtración depende de varios factores: el tamaño y la forma del filtro, la profundidad media del lecho: características de la media tales como tamaño granular, densidad, etc. Un parámetro más importante es la velocidad de filtración y su selección correcta que asegurará una buena calidad de filtrados.

Otros factores que afectan la selección de un filtro son los materiales usados para su construcción, la temperatura y presión de trabajo.

**4.1.2 Filtro servacual:** Manufacturado de resina poliéster y fibra de vidrio, son totalmente resistentes a la corrosión, los ajustes internos (sistema difusor y lateral) son manufacturados en P.V.C. y polipropileno cuando ellos están afectados de agua salada y son normalmente suministrados para una presión de trabajo por encima de 50 PSI y una temperatura de trabajo máximo de 122° F.

Dependiendo de la velocidad de filtración, los filtros están clasificados dentro de 3 grupos:

Filtro de rendimiento bajo: Velocidad de filtración de 5 a 10 G.PM/pie<sup>2</sup>

Filtro de rendimiento medio: Velocidad de filtración de 10 a 15 G.PM/pie<sup>2</sup>

Filtro de rendimiento alto: Velocidad de filtración mayores a 15 G.PM/pie<sup>2</sup>

Para resultados de buena filtración se recomienda que la velocidad de filtración de 15 GPM/pie<sup>2</sup> no sea excedido, se tiene en cuenta que la

velocidad de filtración depende del tamaño granular, de la media y profundidad del lecho.

#### **4.1.3 Filtros de Arena**

Tipos:

- a) De lecho profundo
- b) Multimedia

##### Orden para el cargado de los filtros de arena

1) Para filtros de arena de lecho profundo:

Las diferentes arenas a usar estarán colocadas en capas de la siguiente manera:

- a) Grava
- b) Garnet 12
- c) Garnet 50
- d) Arena
- e) Antracita

2) Para filtros de arena "multimedia"

Las diferentes arenas a usar estarán colocadas en capas de la siguiente manera:

- a) Antracita
- b) Arena
- c) Garnet 50
- d) Garnet 12
- e) Grava

Siendo a) la capa superior de arena y e) la capa inferior.

Muy importante: Se recomienda una primera capa de grava, con un tamaño granular mínimo de 1 a 2 mm. Esta capa ajustaría la cubierta de las bases laterales. La segunda capa sería de 0.4 mm a 0.6 mm su tamaño granular que es un valor por encima del nivel sugerido para cada tamaño de filtro.

#### **4.1.4 Selección de filtros e instalación**

##### **4.1.4.1 Características de filtración**

La marca ASTRAL recomienda que el sistema de filtración podría filtrar por lo menos 50% de agua desde la superficie del charco (de piscina) así como el 50% de las subsiones del nivel bajo. El tiempo de inversión máxima para charcos públicos podría ser de 4 horas, y para charcos semi públicos de 6 horas. En el caso de charcos públicos (de piscina) para niños el tiempo de inversión para filtrar dichas aguas no excederá de 1.5 horas.

Ejemplo: Si tenemos una piscina pública con una capacidad de 150,000 Gal = 567.75 m<sup>3</sup> (aprox. 25x10x2.3 m) se necesitará un filtro capaz de filtrar en 4 horas dicho volumen.

Luego: 150,000 Gal/4 hr/60 minutos = 625 Gal/min

Para un filtro cuya área de filtrado es  $12.16 \text{ pie}^2$  con velocidad de filtración:  $20 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}}$

$\text{Pie}^2$

filtrará un volumen máximo de  $244 \text{ Gal/min}$  ( $12,16 \times 20$ )

En  $4 \text{ hr.} = 240 \text{ minutos}$  filtrará  $58,560 \text{ galones}$  un solo filtro, por lo tanto se necesitará otros filtros más

1 filtro -----  $58,560 \text{ gal.}$

X -----  $15,000 \text{ gal.}$

$X = 2.56 \text{ filtros}$

Se necesitarán  $3 \text{ filtros}$ , marca **ASTRAL**, con área de filtración de  $12.16 \text{ pie}^2$  y una velocidad de filtración de  $20 \frac{\text{Gal}}{\text{min}}$

$\text{Pie}^2$

Para obtener un standard alto de filtración se recomienda que la velocidad de filtración cumpla con lo siguiente:

Agua normal:  $10 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}}$

$\text{Pie}^2$

Piscina comercial:  $15 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}}/\text{Pie}^2$

Nunca se aconseja operar con velocidades mayores de  $10 \frac{\text{Gal}}{\text{min}}/\text{Pie}^2$

Cuando se calcula las tuberías de succión y retorno, las velocidades lineales siguientes son aconsejables:

Línea de retorno: Vel Máxima 6.5 pie/Seg

Línea de succión: Vel. Máxima 5 pie/seg

Siempre que sea posible (no es riguroso) es aconsejable usar un mínimo de dos filtros para operar un circuito capaz de filtrar en una hora el 50% del volumen requerido. Esta precaución agrega un margen de seguridad para el diseño ya que se garantiza el proceso de filtración para su mantenimiento, uno siempre continuará operando mientras el mantenimiento es llevado a cabo en el otro.

#### **4.1.4.2 Características de instalación**

Asegurar el dimensionamiento correcto de la bomba, el flujo requerido deberá ser detenido versus la altura dinámica de sistema. Normalmente  $34 \text{ pie}^3 = 254 \text{ Gal.}$  De agua por minuto es suficiente, pero esto dependerá de cada instalación individual.

Es aconsejable instalar el mismo número de bombas como filtros, o sea una bomba producirá el flujo que será requerido para un filtro.

Es también recomendable que la descarga de cada bomba sea llevados juntos a un simple múltiple y de aquí a los filtros. Esto aseguraría que todas las bombas estén rindiendo mientras los filtros están filtrando, pero también significará que algún filtro podrá ser aislado en retrolavado y tomar el flujo completo de todas las bombas, así se eliminará el requerimiento de bombas de uso exclusivo para el retrolavado especial y garantizar que se logrará la velocidad de retrolavado que está en el rango de 15 a 20 Gal/Min/Pie<sup>2</sup>.

Para la succión lateral, también se recomienda que el suministro para cada bomba también venga desde una succión general múltiple o tanque de balanceo.

Para una filtración óptima, se aconseja diseñar la instalación tal que la succión se tome de la superficie y fondo de la piscina.

#### **4.1.4.2 Instalación de filtros**

Los filtros son entregados forrados con plástico encogido con aire interior y alabeado, se entrega montado sobre tablero para paletas y con pernos ajustados de elevación. Debido a su peso y dimensión siempre se recomienda que los elementos mecánicos a usar para el traslado de estos filtros, tal como paleta de elevación, horquilla de elevación o grúas giratorias estén empleados para maniobrarlos dentro de la posición.

Se tendrá un cuidado extremo para asegurar que los filtros no estén sujetos a choques mecánicos los cuales podrían dañar la base o casco.

Nunca se debe poner carga alguna dentro del filtro hasta que este se encuentre en su posición de trabajo final y llevar a cabo las pruebas descritas en los ajustes para trabajar.

Los pasos a seguir para la instalación correcta de los filtros es como sigue:

Instalar los filtros en la posición de trabajo requerido.

Ensamblar las válvulas múltiples (A)

Instalar los soportes apropiados asegurando altura de regla correctamente.

Conectar el múltiple a la descarga de las bombas, la línea de retorno de la piscina y drenaje.

Dado que los filtros son accesibles a mantenimiento periódicos o cambios medios será necesario dejar un mínimo de acceso alrededor de cada filtro (1.5 m).

Se recomienda que los filtros se instalen debajo del nivel de la superficie de la piscina y tan cerca como sea posible al tanque de balanceo o casco de piscina.

La sala de la planta donde los filtros se instalarán estará bien ventilada y proveído con adecuadas facilidades de drenaje (canal de drenaje perimetral de sección mínima 0.3 x 0.2 m), sumideros, etc.; ya que en caso de emergencia por inundación producida por rotura de una tubería, atoro de filtro, o descontrol de bombas, el agua pueda ser drenado rápidamente, evitando daños innecesarios a bombas y paneles eléctricos, muros, etc.

Se construirá una pequeña cisterna al lado de la sala de máquinas y con un sistema de electrobombas se removerá el agua drenada hacia la cisterna. Al diseñar este sistema alternativo para evacuar las aguas drenadas se podrá ver la necesidad de aumentar el factor de seguridad en el sistema de filtración, recomendando usar un mínimo



de dos filtros trabajando juntos, cada uno tratando un 50% de la capacidad de la piscina.

Es esencial que los filtros se instalen sobre un plano horizontal.

Finalmente una vez que la instalación ha sido completada es aconsejable "correr" el sistema sólo con agua, antes de cargar la arena, para asegurar que todo esté trabajando correctamente.

## 4.2 Obras electromecánicas

La cisterna, dividida en 2 compartimientos, almacena agua de mar filtrada en un compartimiento y en otro agua dulce producida por el equipo de osmosis inversa.

### 4.2.1 Sistema de bombeo de agua de mar:

Del proyecto:

a) Del mar a cisterna  $Q = 21 \text{ l/s}$ ,  $H_D = 16 \text{ m}$ ,  $n = 77\%$

$\text{Long}_{\text{tub}} = 126.5 \text{ m}$ ,  $\text{HP}_{\text{motor}} = 10 \text{ HP}$   $N = 1770 \text{ RPM}$

b) Agua de mar filtrada de cisterna a reservorio de  $350 \text{ m}^3$

$Q = 15 \text{ l/s}$ ,  $H_{DT} = 35 \text{ m}$ ,  $n = 75\%$   $\text{Long}_{\text{tub}} = 161 \text{ m}$

$\text{HP}_{\text{motor}} = 20\text{HP}$

c) Agua de mar filtrada de cisterna a equipo de Osmosis Inversa

Del compartimiento de agua salada filtrada se bombea esta agua al equipo de Osmosis Inversa.

$$Q = 3.5 \text{ l/s}, H_D = 55 \text{ m}, n = 50\% \text{ Long}_{\text{tub}} = 11.2 \text{ m}$$

$$HP_{\text{motor}} = 5.7 \text{ HP.}$$

#### 4.2.2 Sistema de bombeo de agua dulce: del proyecto

- a) Del equipo de Osmosis Inversa a Cisterna de agua dulce
- b) Agua dulce de cisterna a reservorio de  $35 \text{ m}^3$

$$Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{seg}, Z_2 - Z_1 = 31,56 \text{ m}$$

$$H_{DT} = 52 \text{ m}$$

$$P_n = 8,6 \text{ HP}$$

Los demás sistemas se alimentan por gravedad desde los respectivos reservorios.

#### 4.2.3 Sistema de Bombeo agua de mar: Recalculado

- a) Del mar a cisterna

##### Datos del Equipo

$$Q = 21/\text{lts}/\text{seg} = 0.021 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$HT = 16 \text{ m}$$

$$HP_{\text{Bomba}} = 5.82 \text{ HP}$$

$$N_{\text{Bomba}} = 77\%$$

$$Hp_{\text{Motor}} = 10 \text{ HP}$$

### Datos del sistema

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = +17 - (+5) = +12 \text{ m}$$

Longitud de Tubería

Longitud de succión: 6.5 m

Longitud de descarga:  $144.3 + 5.7 = 150 \text{ m}$

Material de la tubería: Polietileno

$$\epsilon = 0.005 \text{ pie} = 0.001524 \text{ m}$$

$$D_{\text{succión}} = 6'' = 0.1524 \text{ m}$$

$$D_{\text{descarga}} = 6'' = 0.1524 \text{ m}$$

Fluido: agua de mar

$$\rho_{\text{H}_2\text{O mar}} = 1010 @ 1030 \text{ Kg/m}^3$$

$$v = 2.8 @ 2.5 \text{ ct}$$

Cálculo de  $H_{DT}$

1) Pérdida primaria

$$h_f = f L \frac{V^2}{D \cdot 2g}$$

Determinación de pérdidas de carga por longitud de tubería del diagrama Hazen Williams

$$C = 150, \quad L = 150 \text{ m}, \quad Q = 21 \text{ lts/seg}, \quad \varnothing_{\text{tub}} = 6''$$

$$11 \text{ m/Km} \rightarrow 11 \text{ m} \text{ ----- } 1000 \text{ m}$$

$$x \text{ ----- } 150 \text{ m}$$

$$x = \frac{0.150 \times 11}{1} = 1.65 \text{ m (por tablas)}$$

1

Por fórmula de rugosidad.

Cálculo del  $D_H$

$$D_H = \frac{4 \text{ A de paso}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{4 (A_2 - A_1)}{\pi (d+D)} = 4'' = 0.1016 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad

$$Q = V \cdot A \rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{0.021 \text{ m}^3/\text{seg}}{\pi/4 (D^2 - d^2)}$$

En la succión

$$V_1 = \frac{0.021 \text{ m}^3/\text{seg}}{\pi/4 (0.1016)^2} = 2.559 \text{ m/seg}$$

En la descarga: (Tubería de polietileno de  $D_2 = 6''$ )

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 A_H = V_2 A_2 \rightarrow V_2 = \frac{V_1 A_H}{A_2} = \frac{0.021}{0.0182} = 1.15 \text{ m/seg}$$

$$A_2 = 0.0182$$

$$A_2 (D = 6'') = 0.0182414 \text{ m}^2$$

Cálculo del coeficiente de fricción (f)

$$Re = \frac{VD_H}{\nu}$$

$\nu$

$$Re = \frac{1.15 \text{ m/seg} \times 0.1524 \text{ m}}{2.8 \times 10^{-6}} = 62,513 \text{ (Adimensional)}$$

$$\therefore f = 0.039 \quad (\text{del diagrama de Moody})$$

$$h_f = 0.039 \frac{150 \text{ m}}{0.1524 \text{ m}} \times \frac{(1.15 \text{ m/seg})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/seg}^2} = 2.58 \text{ m} \quad (\text{B})$$

2) Pérdidas Secundarias:  $h_s$

$$h_s = k \frac{V^2}{2g} \quad (\text{A})$$

Accesorio	Cantidad	Kunitario	Kparcial
Válvula de Globo (6")	10	5.9	59
Válvula de Globo (4")	2	6.5	13
Válvula de pie (6")	1	0.8	0.8
Válvula check (6")	1	2.0	2
Tee (6")	9	0.9	8.1
Codos 90° (6")	11	0.3	3.3
Codos 90° (6")	6	0.7	4.2
Tee (4")	1	0.9	0.9
Reducción (Bushin) (6" @ 4")	3	6.52	19.56
Codos 45° (6")	3	0.26	0.78
Unión Dresser (6")	4	0.00	0.00
Separador ciclónico	2	2.5	5.00
Filtro de Arena	2	2.5	5.00

$\Sigma K = 121.64$

De (A)

$$h_s = \sum \frac{k v^2}{2g} = 121.64 \times \frac{(1.15)^2}{2 \times 9.81} = 8.199 \approx 8.2 \text{ m} \quad (C)$$

Cálculo de las pérdidas en la tubería totales

$$H_{pt} = h_f + h_s + h_{s'}$$

$$H_{s'} = \text{Presión de trabajo en filtros de arena} = 50 \text{ PSI} = 35.14 \text{ m}$$

Cálculo de  $H_{PT}$

$$H_{PT} = 2.58 + 8.2 + 35.14 = 45.92 \text{ m}$$

Cálculo de altura de bomba ( $H_B$ ):  $H_B = \Delta Z + H_{PT}$

$$H_B = 12 + 45.92 = 57.92 \text{ m} \approx 58 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia de bomba ( $P_B$ )

$$P_B = \frac{\gamma Q H_B}{\eta_B} \quad (4)$$

$$\eta_B$$

$$\eta_B = 0.5 @ 0.9$$

$$\text{tomando } \eta_B = \frac{0.9 + 0.5}{2} = 0.7$$

$$2$$

$$\gamma_1 = \rho \times g = 1010 \times 9.81 = 9908.1 \text{ Kg/m}^2 \times \text{seg}^2$$

$$\gamma_2 = \rho \times g = 1030 \times 9.81 = 10104.3 \text{ Kg/m}^2 \times \text{seg}^2$$

## EQUIVALENCIAS

$$N = \frac{Kg - m}{Seg}$$

$$WATTS = \frac{N - m}{Seg}, \quad 1 \text{ HP} = 746 \text{ WATTS}$$

$$\gamma_1 (\rho = 1010) = 9908.1 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_2 (\rho = 1030) = 10104.3 \text{ N/m}^3$$

$$\therefore \text{ De (4)} \quad P_{B1} = \frac{9908.1 \text{ N/m}^3 \times 0.021 \text{ m}^3/\text{seg} \times 58 \text{ m}}{0.7} = 17240.1 \text{ W}$$

$$P_{B2} = 17,581.5 \text{ W}$$

$$P_{B1} = 23.11 \text{ HP}$$

$$P_{B2} = 23.57 \text{ HP}$$

Resumen: Se necesita una bomba con  $H_{DT}$  de 22,78 + 50 psi (para trabajos de filtros).

$$\rightarrow H_{DT} = 22.78 + 35.14 \text{ m}$$

$$H_{DT} = 57.92 \text{ m} \approx 58 \text{ m}$$

$$\eta_B = 0.7$$

$$P_{motor} = 23.57 \text{ HP}$$

b) Agua de mar filtrada de cisterna a reservorio de 350 m<sup>3</sup>

$$Q = 15 \text{ l/s}, H_{DT} = 35 \text{ m}, n = 75\% \quad \text{Long}_{\text{tub}} = 161 \text{ m}$$

$$HP_{\text{motor}} = 20\text{HP}$$

Material de tubería polietileno:

$$\varepsilon = 0,005 \text{ pie} = 0,001524 \text{ m}$$

$$D_{\text{succ.}} = D_{\text{descarga}} = 4^4 = 10,16 \text{ cm}$$

Fluido de agua de mar

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1010 @ 1030 \text{ Ug/m}^3$$

$$\mu = 1004 \text{ Kg/m-seg} \times 10^{-6}$$

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>T</sub>
Codo (4")	12	0,7	8,4
Val. Globo (4")	10	6,5	65,0
Válvula de alivio considerando Val. de globo 4"	2	6,5	13,0
Filtro de lecho profundo:			
Entrada brusca	2	0,5	1,0
Salida brusca	2	1	2,0
TEE (4")	3	2	6,0
Válvula check	1	6	6,0
Coladera de canasta	1	1,2	1,2

102,6

La velocidad en la tubería será:



$$Q = 15 \text{ Lts/seg} = 15 \times 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{seg}$$

Por la ecuación de continuidad

$$Q = VA \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{15 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}}{\pi (0,1016)^2/4} = \frac{15 \times 10^{-3}}{0,0081072} \frac{\text{cm}}{\text{seg}} = 1,8502 \text{ m/seg}$$

El número de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{\rho V D_H}{\mu} = \frac{1010 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 1,85 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \times (0,1016) \text{m}}{1004 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}}} = 189,083.2$$

Flujo turbulento

Determinación de f

Cálculo de la rugosidad relativa ( $\frac{E}{D_H}$ ): Material polietileno

E = rugosidad absoluta = 0,001524 m

$$\frac{E}{D} = \frac{0,001524}{0,1016} = 0,015, \quad Re = 189,083.2$$

Del diagrama de Moody, se obtiene:  $f = 0,0425$

Cálculo de altura de bomba ( $H_B$ )

$$H_B + Z_1 = Z_2 + H_p$$

$$H_B = Z_2 - Z_1 + H_p$$

Donde:  $Z_2 - Z_1 = 21,48$

$$H_B = 21,48 \text{ HP}$$

Cálculo de las pérdidas en la tubería

$$H_p = h_f + h_s$$

Determinación de las pérdidas primarias

$$h_f = f \frac{L}{D_H} \frac{V^2}{2g}$$

$$h_f = 0,0425 \times \frac{161}{0,1016} \times \frac{(1,8502 \frac{m}{seg})^2}{2 \times 9,81} = 11,75 m$$

determinación de la pérdidas secundarias

$$h_g = (\sum k) \frac{V^2}{2g} = 102,6 \times \frac{(1,8502)^2}{2 \times 9,81} = 17,9 m$$

Pérdidas totales (HP)

$$H_p = 11,75 + 17,9 = 29,65 m$$

$$\therefore H_B = 21,48 + 29,65 = 51,13 m$$

$$P_B = \frac{\gamma Q H_B}{\eta_B}$$

$$\gamma_1 = \rho_1 g = 1010 \times 9,81 = 9908,1 \text{ Kg/m}^2 \times \text{seg}^2 = 9908,1 \text{ N/m}^3$$

$$\gamma_2 = \rho_2 g = 1030 \times 9,81 = 10,104.8 \text{ Kg/m}^2 \times \text{seg}^2 = 1010,43 \text{ N/m}^3$$

Equivalencia

$$N = \frac{\text{Kg} \cdot m}{\text{seg}^2}; \text{Watts} = \frac{N \cdot m}{\text{seg}}, 1 \text{HP} = 746 \text{Watts}$$

$$\therefore P_{B1} = \frac{9908,1N / m^3 \times 0,015m^3 / seg \times 51,13m}{0,7} = 10855,74watts$$

$$P_{B1} = 14,55 \text{ HP}$$

$$P_{B2} = 11070,7 \text{ watts} = 14,84 \text{ HP}$$

Considerando pérdidas de presión por 2 filtros de arena, para un adecuado trabajo de filtración, de 50 PSI

Equivalencias :

$$1 \text{ atm} = 14,692 \text{ PSI} = 10,33 \text{ m H}_2\text{O}$$

$$\therefore 50 \text{ PSI} = 35,12 \text{ m}$$

$$H_{B \text{ necesaria}} = 51,13 + 35,12 = 86,28 \text{ m}$$

$$\therefore P_{B1} = 18319,76 \text{ watts} = 24,55 \text{ HP}$$

$$P_{B2} = 18681,4 \text{ watts} = 25,0 \text{ HP}$$

### c) Agua de mar filtrada de cisterna a equipo de Osmosis Inversa.

Modelo del equipo: C<sub>1</sub>. ½ x 2 – 5.7T

**Datos del equipo:**

$$Q = 3.5 \text{ lts/seg}$$

$$H_{DT} = 55 \text{ m}$$

$$H_{pbomba} = 5.7 \text{ HP}$$

$$\eta_{bomba} = 50\%$$

$$HP_{motor} = 5.7 \text{ HP}$$

$$N = 3500 \text{ RPM}$$

### Datos del sistema

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta Z = 1.5 \text{ m}$$

Longitud de Tubería = 10 m

Material de la tubería: PVC

Longitud de succión: 2.20 m

Longitud de descarga: 9 m

Dsucción: 2"

Ddescarga = 1 1/2" = 3,81 cm = 0,0381 m

Del Fluido:

$$\rho = 1010 @ 1030 \text{ Kg/m}^3$$

$$\nu = 2.8 @ 2.5 \text{ Centistokes} = 2.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

Cálculo de las pérdidas  $H_p$

1) Pérdida primaria

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Cálculo de la velocidad

$$Q_1 = Q_2 = 0.0035 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$V_1 = \frac{0.035 \text{ m}^3/\text{seg}}{A_1} = 1.73 \text{ m/seg}$$

$$\frac{\pi (0.0508)^2}{4}$$

$$V_2 = \frac{0.035 \text{ m}^3/\text{seg}}{\frac{\pi (0.0508)^2}{4}} = 3.070 \text{ m/seg}$$

$$\frac{\pi (0.0381)^2}{4}$$

Cálculo del coeficiente de fricción (f)

$$\epsilon = 0.005 \text{ pie} = 0.001524 \text{ m}$$

$$D = 2'' = 0.0508 \text{ m}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0.001524 \text{ m}}{0.0508 \text{ m}} = 0.03 \quad (\text{A})$$

D

$$Re = \frac{VD_H}{\nu} = \frac{1.73 \text{ m/seg} \times 0.0508 \text{ m}}{2.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}} = 3.1387 \times 10^4$$

$$\nu = 2.8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$$

$$Re = 3.1387 \times 10^4$$

f = 0.066 (del diagrama de Moody)

$$\text{De (A)} \quad h_f = 0.066 \times \frac{10 \text{ m}}{0.0508 \text{ m}} \times \frac{(1.73 \text{ m/seg})^2}{19.62 \text{ m/seg}^2} = 1.98 \text{ m}$$

$$\frac{10 \text{ m}}{0.0508 \text{ m}} \quad \frac{(1.73 \text{ m/seg})^2}{19.62 \text{ m/seg}^2}$$

2) Pérdidas Secundarias:  $h_s$

$$h_s = k \frac{v^2}{2g}$$

$$2g$$

Accesorio	Cantidad	Kunitario	Kparcial
Codo 90° (3")	2	0.8	1.6
Codo 90° (2")	5	1.0	5.0

Válvula globo (2")	2	8.5	17.0
Tee (2")	1	1.4	1.4
Unión Dresser (6")	3	0.00	0.00
Filtro multimedia:	1	---	---
Entrada	1	2	2.0
Salida	1	0.5	0.5
Válvula de pie (3")	1	0.8	0.8

$$\Sigma K = 28.3$$

$$H_s = 28.3 \frac{(1.73)^2}{2 \times 9.81} = 4.3 \text{ m}$$

$$H_{DT} = h_f + h_s + h_{F.M.M.} = 2 + 4.3 + 35.14$$

$$H_{DT} = 41.44 \text{ M}$$

$$H_{DBOMBA} = 55 \text{ M}$$

$$H_{D_{SALDO}} = 55 - 41.44 \text{ M} = 13.56 \text{ M} = 19.28 \text{ PSI}$$

Esta presión es la que finalmente se usa para el ingreso en el equipo de osmosis que tiene un filtro de sólidos tipo Harmsco que necesita una presión diferencial de 15 psi.

#### 4.2.4. Sistema de bombeo de agua dulce: recalculado

a) Del equipo de Osmosis Inversa a Cisterna de agua dulce del equipo de Osmosis Inversa sale como producto agua dulce con caudal de 9,9 a 9,5 Gln/min con 150 ppm de sólidos disueltos, a cisterna de agua dulce (la Organización Mundial para la salud considera como agua dulce al agua con 300 a 500 ppm).

b) Agua dulce de cisterna a reservorio de 35 m<sup>3</sup>

$$Q = 5,5 \text{ l/s} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{seg} \quad , \quad Z_2 - Z_1 = 31,56 \text{ m}$$

$$H_{DT} = 52 \text{ m}$$

$$P_n = 8,6 \text{ HP}$$

$$D_{\text{succión}} = D_{\text{descarga}} = 3^4 = 7,62 \text{ cm} = 0,076 \text{ m}$$

Material de tubería : polietileno

$$\varepsilon = 0,005 \text{ pie} = 0,001524 \text{ m}$$

Fluido agua dulce

$$\rho_{H_2O} = 998,23 \text{ Kg/m}^3$$

$$\mu = 1004 \text{ Kg/m-seg} \times 10^{-6}$$

$$L_{TUB} = 183 \text{ m}$$

#### CUADRO DE ACCESORIOS Y SU K RESPECTIVO

Accesorio	Cantidad	K	K <sub>T</sub>
Codos de 3"	8	0,8	6,4
TEE de 3"	2	0,9	1,8
Válvula de globo	3	7,5	22,5
Válvula de alivio	1	2	2,0
Válvula check	2	2	4,0
Entrada : Tubo saliente	1	1	1,0
			37,7

a) Velocidad en la tubería

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0055 \text{ m}^3 / \text{seg}}{\pi(0,0762 \text{ m})^2 / 4} = \frac{0,0055 \text{ m}}{0,00456 \text{ seg}} = 1,206 \text{ m / seg}$$

El número de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{\rho \times V \times D_H}{\mu} = \frac{998,23 \text{ Kg / m}^3 \times 1,206 \text{ m / seg} \times 0,0762 \text{ m}}{1004 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}}} = 91,369$$

Re = 91369 Es régimen turbulento

El coeficiente de coriolis ( $\alpha$ ) se tomará como  $\alpha = 1,062$

Cálculo de  $H_B$  (altura de bomba)

De ec. De Bernoulli

$$P_1 = P_2, \quad V_1 = V_2$$

$$\therefore H_B + Z_1 = Z_2 + H_p$$

$$H_B = Z_2 - Z_1 + H_p$$

$$H_B = 31,56 \text{ m} + H_p$$

Cálculo de las pérdidas en la tubería

$$H_p = H_f + H_s$$

Determinación de pérdidas primarias ( $h_f$ )

$$h_f = f \frac{L}{D_H} \frac{V^2}{2g}$$

Determinación de  $f$  : mediante diagrama de Moody



$$\text{Rugosidad relativa } \frac{E}{D_N} = \frac{0,001524m}{0,0762m} = 0,02$$

$$\text{Con Re} = 9,1 \times 10^5$$

$$f = 0,0485$$

$$\therefore h_f = 0,0485 \times \frac{183m}{0,0762m} \times \frac{(1,206m/seg)^2}{2 \times 9,81m/seg^2} = 8,63m$$

Determinación de pérdidas secundarias ( $h_s$ )

$$h_s = (\sum k) \frac{V^2}{2g}$$

$$h_s = 37,7 \times \frac{(1,206m/seg)^2}{2 \times 9,81m/seg^2} = 2,8m$$

Pérdidas totales ( $H_p$ )

$$H_p = 8,63 + 2,8 = 11,43 \text{ m}$$

Altura de bomba ( $H_B$ )

$$H_B = 31,56 \text{ m} + 11,43 \text{ m} = 42,99 = 43 \text{ m}$$

Del proyecto  $H_{Bp} = 52 \text{ m} > 43 \text{ m}$  Bien

## 4.3 PLANTA DE OSMOSIS INVERSA

### 4.3.1 Equipo de Osmosis Inversa

El equipo de Osmosis Inversa que ocupa un volumen de aproximadamente  $7.5 \text{ m}^3$  sirve para desalinizar el agua hasta

convertirlo en agua dulce de excelente calidad además de eliminar los virus y bacterias.

Existe una corriente de opinión que sin mayor análisis opinan que el sistema en mención es caro e inclusive que recién está en etapa de experimentación, lo cual es totalmente falso.

En los últimos 10 años se ha desarrollado una amplia gama de aplicaciones de la tecnología de Osmosis Inversa, generando como consecuencia una poderosa corriente de competencia tanto en los EE.UU. como en Europa. Los resultados de esta competencia han sido el desarrollo de nuevas tecnologías de recuperación de energía, mejor performance de membranas y reducción de aditivos químicos, todos los cuales han permitido menores costos de operación y producción.

Igualmente con los imperativos de la conservación del medio ambiente, se han desarrollado plantas de tratamiento de aguas servidas y aguas residuales, con el objeto de reducir el impacto ambiental que tales aguas producen en las grandes ciudades, mejorando la salud de la población.

Debido al constante incremento de la demanda de agua dulce en las grandes urbes se hace necesario estudiar otras fuentes alternativas, especialmente en el caso de Lima, donde dependemos

exclusivamente de las estaciones de lluvias de verano, no podemos dejar pasar el tiempo y adoptar decisiones para el futuro a fin de prevenir años de sequía severa, que podrían paralizar la economía y la salud de la población. Mi análisis me indica que entidades como Sedapal, deben empezar con la nueva tecnología de las plantas desalinizadoras por Osmosis Inversa, de cuyos avances tecnológicos no podemos ignorar. Estas plantas son cada día más eficientes, más económicas, y con tendencia a la baja en los costos de producción y el incremento de sus eficiencias. Además son absolutamente ecológicas, pues no contaminan ni el ambiente ni los mares. Finalmente debo decir que el periodo de maduración de estos proyectos es relativamente corto.

El agua es indiscutiblemente el recurso más esencial que la tierra ofrece al ser humano. Desafortunadamente esta distribuida a través de la tierra en la siguiente forma:

Océanos	97,23%
Hielos y glaciales	2,14 %
Aguas subterráneas	0,61 %
Lagos de agua dulce	0,01 %
Otros	0,01 %

En términos generales podemos decir que solo el 1% del agua de la tierra es agua dulce. Esta pequeña cantidad está siendo cada día

insuficiente, particularmente en ciertas áreas geográficas de la tierra y también en ciertas zonas densamente pobladas.

La desalinización del agua de mar está siendo largamente considerada como la solución actual y futura en los problemas de abastecimiento de agua. Actualmente existen en el mundo alrededor de 15, 200 plantas de desalinización que produce 27'754,557 m<sup>3</sup> de agua por día en más de 120 países y con una inversión acumulada a diciembre de 1997 por US \$ 26,000 millones, sin embargo la demanda continua siendo mayor cada día.

#### **4.3.3.1 Sistemas de desalinización:**

##### **Osmosis Inversa:**

El agua salobre o de mar luego de un proceso de filtración para remover sólidos en suspensión y otras partículas, es luego pasteurizada y enviada a través de membranas semipermeables que separan la sal del agua. En general las membranas no permiten el paso de iones, partículas orgánicas grandes y bacterias. Las membranas de Osmosis inversa, puede incluso retener pequeños iones tales como sodio, cloro, calcio y magnesio. El agua potable que sale de la membrana entra a un proceso de pos tratamiento y luego es enviada al sistema de distribución. La solución altamente concentrada que es separada por la membrana es descargada al mar.

Una membrana excelente operando adecuadamente es capaz de remover hasta el 99% de bacteria y hasta el 90% de iones inorgánicos.

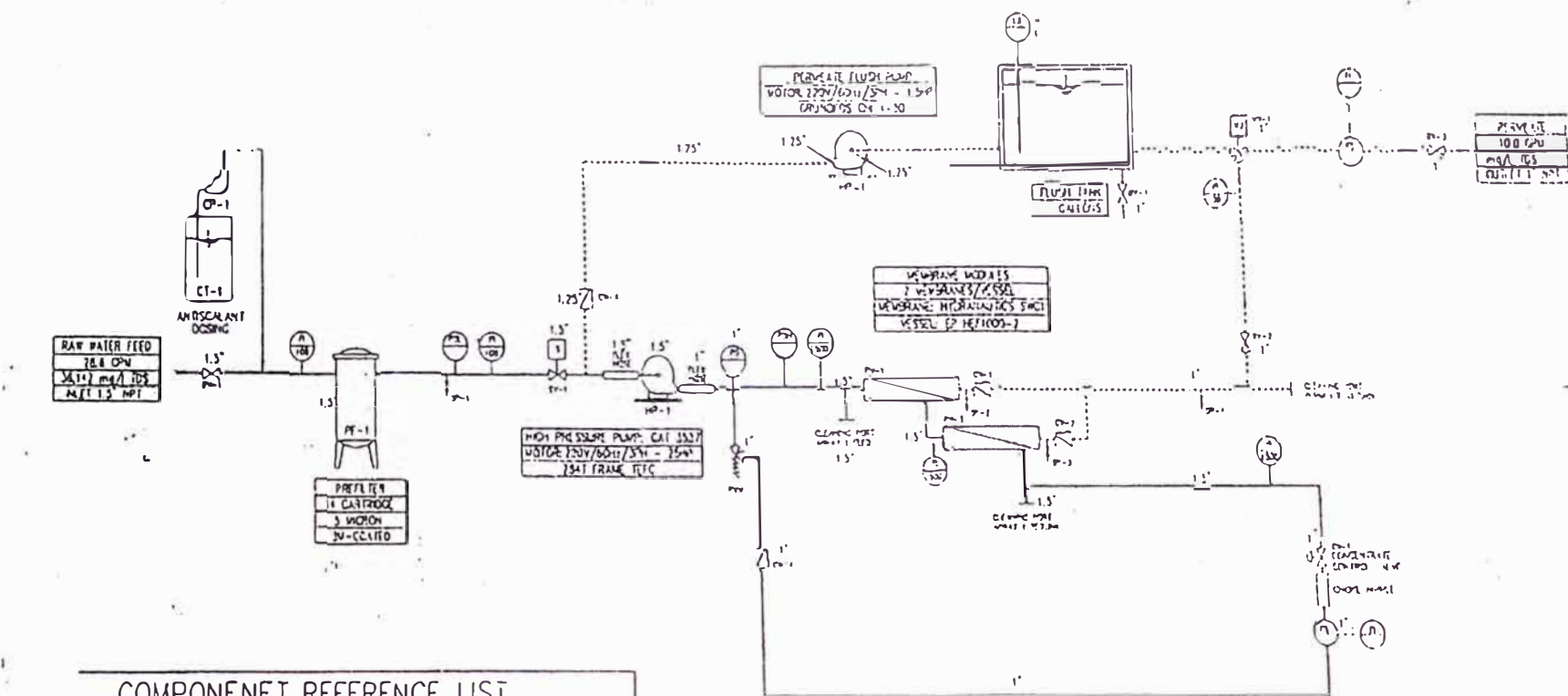
#### **4.3.2 Balance económico y social:**

De lo que ocurre actualmente en el mundo considerar los siguientes datos:

La producción de una tonelada de acero requiere 182 ton de agua, la producción de una tonelada de aluminio requiere 1364 ton de agua. La producción de una tonelada de derivados de petróleo en la refinería de crudo requiere 91 ton de agua. Tomando el promedio de requerimientos de agua del mundo moderno podemos usar la cifra de 200 toneladas de agua por ton de producto, en general el desarrollo industrial es imposible sin agua en grandes cantidades.

El segundo aspecto que tiene real importancia es el crecimiento vigoroso de las grandes urbes, cuya población aspira a contar con el agua de calidad libre de contaminantes.

PLANTA DE OSMOSIS INVERSA



COMPONENT REFERENCE LIST

Symbol	Description	Material
	PRESSURE GAUGE 0-100, 0-1500, 0-30 PS	STAINLESS
	1" CHECK VALVE, 800 PS	STAINLESS
	1.5" SOLENOID AND VALVE, MC 120V/60Hz	PVC
	1" 3-WAY MOTORIZED BALL VALVE, 120V/60Hz	PVC
BV-1, 2	1.5" BALL VALVE	PVC
BV-3, 4	1" BALL VALVE	PVC
CV-1, 2	1/4" BALL VALVE, UP1 & IPT	PVC
CV-3, 4	1" CHECK VALVE, 150 PS	PVC
CV-5	1.25" CHECK VALVE, 150 PS, FLANGED 1/8" SPRING	PVC
PS-1	1" PULSATION DAMPENER	STAINLESS
PS-2	1" PRESSURE RELIEF VALVE	STAINLESS
PS-3	1" FLOW SENSOR	PVC
PS-4	1" FLOW INDICATOR PANEL W/1	DOTAL
PS-5	LOW PRESSURE SWITCH	PERFUSALONE
PS-6	HIGH PRESSURE SWITCH	STAINLESS
CT-1	15 GALLON CHEMICAL TANK	P/E
CP-1	CHEMICAL PUMP, 120V/60Hz	PVC

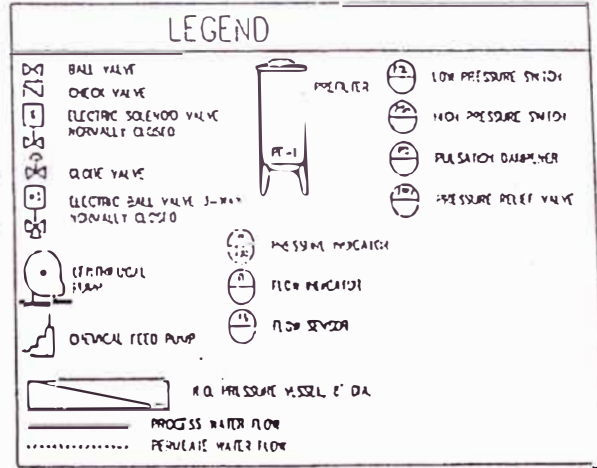


fig-1



**CRANE**  
**Environmental Products**

730 COMMERCE DRIVE  
VENICE, FLORIDA 34292

PH: (941) 480-9101

ORDER NO: 55066	DRAWN BY: RWD	DRAWING FILE:
DATE: 1/4/99	DATE:	DRAWING NO.:

DELTA-105W for LE CORP ENTERPRISES

La planta se ha diseñado para una operación totalmente automática, con sistema lógico de control (PLC) que permite mantener una permanente supervisión de la calidad del agua, medición y registro de caudales y presiones.

Lleva un sistema automático de lavado de las membranas para su conservación. Puede parar automáticamente una vez pasado la emergencia.

La planta fue fabricada para el tipo paquete (Skid Mounted).

#### **4.3.3 Partes Importantes del Equipo de Osmosis Inversa**

##### **a. Filtro delta 5 SW al 30 SW**

Para equipo de osmosis inversa del agua de mar

El sistema Delta de osmosis inversa son productos USA para el medio ambiente.

Este sistema se diseña para producir de 5 a 30 Galones U.S. por minuto (G.P.M.) ó 27 a 164 m<sup>3</sup>/día de agua potable desde (o a partir) del agua de mar.

El diseño final del sistema se basa en ciertas etapas ascendentes entre filtros que relacionan a las condiciones de agua de alimentación

y la carga de producción real obtenida (agua potable) dependiendo de cómo se acerca a leer condiciones reales para las diferentes etapas del diseño. En particular, la temperatura del agua de alimentación, los sólidos totales disueltos y la presencia de suciedad en la membrana del filtro delta tendrá un efecto significativo en la producción de agua potable.

Componentes básicos del sistema de osmosis inversa marca Delta para desalinizar el agua de mar: el prefiltro de sedimentos, bomba de alta presión, recipiente de presión de osmosis inversa y membranas, sistema de control, y sistema flush automático. Sólo una alta extracción (9.5% de separación de sal promedio) de sal en agua es característica de la membrana de osmosis inversa, son usadas en el sistema marca Delta.

Si ocurrieran condiciones inusuales en el agua de mar (como las mareas rojas) o en el medio ambiente se recomienda consultar con un especialista para no malograr el trabajo de la membrana Delta y realizar las correcciones que se requieran.

#### a.1 Precauciones que se tiene con la membrana

La membrana de la unidad de osmosis inversa son enviados conteniendo una solución química de biosulfito de sodio. Para completar el flujo en las tuberías al conectar se pierde algo de líquido) no se debe usar agua para consumo humano.



### Precaución del producto (agua desalinizada)

El agua producida por la unidad estaría libre de cualquier germen de agua tratada, sin embargo, sería necesario mantener un clorinador en el tanque de almacenamiento (cisterna). Para protección continua versus la contaminación bacteriológica de agua para uso potable.

### b. Tubería de agua de alimentación a la membrana

Toda tubería de la unidad de osmosis inversa debe estar con la norma 80 PVC o 9041 de acero inoxidable; otras teorías de fabricación de tuberías de alimentación desde otros metales puede permitir conexión de subproducto desde la tubería iónica (filtro) al desagüe de las membranas.

### c. Transmisión de bomba

El sistema Delta 50 SW a 30 SW son equipados con una bomba de émbolo múltiple con cinturón ajustable (o correa). Una correa segura diseñada especialmente para el sistema ha sido proveído para restringir el acceso mientras la bomba y el motor están operando. Por debajo de las condiciones que no se recomienda el sistema sería operado sin el cinturón de seguridad. Daños serios pueden ocurrir si objetos entran en contacto con los cinturones, bombas y eje de motor, poleas u otros componentes de transmisión mientras esté en movimiento.

c. Alta presión de operación

El sistema Delta-5SW A 30SW se diseñó para operar a 900 psi de presión aproximadamente (presión de alimentación). El sistema no sería operado a presiones mayores de 1000 psi. La unidad Delta-5SW a 30 SW se equipó con interruptor de seguridad de alta presión el cual parará la unidad si la presión de descarga de la bomba excede a 990 psi.

Bajo ninguna circunstancia la unidad sería operada sin el interruptor de alta presión.

El sistema Delta-5SW a 30SW también se equipó con interruptor de pulsación para suavizar y uniformizar la descarga de agua antes de los recipientes de presión. Es esencial que la carga de nitrógeno en el amortiguador de pulsación se mantenga a la presión recomendada para funcionar apropiadamente,

d. Instrumentación y controles

Se sugiere que el operador del sistema Delta 5SW a 30SW se familiarice con los controles e instrumentación antes de la operación.

Los controles más importantes del sistema Delta son los siguientes:

e. Interruptor Manual – Off – Auto:

Una posición tres del interruptor llevado desde control Off pondrá al sistema Delta en automático. El sistema se diseña para ser controlado

en un modo automático donde una señal desde un interruptor de nivel del tanque de almacenamiento permeable externo causa una señal al sistema de osmosis inversa para arrancar y parar si el Delta está en el modo auto, el sistema arrancará y parará basado en un control de nivel externo. Si el sistema está en el modo manual, continuará para operar sin considerar la señal de control de nivel externo. Para colocarlo en el manual, mover el interruptor H-O-A vía la posición Off y pasarla a Hand (H).

Cuando la unidad se para manualmente colocando el interruptor, el ciclo de flush automático empezará y el motor/bomba continuará para operar por la duración del ciclo de flush (cerca de 1 minuto).

El ciclo del flush es un ciclo que cumple el equipo de osmosis inversa para usar el agua del tanque llamado flushing tank y lavar todo el sistema de agua de mar o suciedad en la membrana antes de parar definitivamente. Al estar trabajando la bomba la limpieza se realiza con potentes chorros de agua desalinizada. El flushing tank se llena automáticamente con agua permeable.

Al activarse el ciclo flush también interviene automáticamente los preservantes de la membrana como son el bioguar y metaguar que como se aprecia, el sistema queda cargado con agua permeable y su

preservante de membrana luego de una parada del sistema cualquiera que sean las circunstancias.

f. Monitor de conductividad permeable:

Es un accesorio opcional, no llega con el equipo. Su función es monitorear continuamente la calidad del agua permeable y muestra como medida las P.P.M. de sólidos disueltos.

g. Medidor de flujo digital

Muestra la cantidad de agua permeable producida en galones por minuto y galones totales.

h. Manómetros de presión:

El equipo posee 6 manómetros de presión de llenado de líquido, calibrado en PSI y ubicado en el panel de control.

Dichos manómetros son los siguientes:

- a) Pre filtro a la entrada: para este dispositivo la presión debe estar entre los 20-40 PSI.
- b) Prefiltro a la salida: la presión a la salida de la cubierta del pre-filtro será de 20 –40 psi, similar a la presión de entrada.
- c) Un manómetro signado como serie N° 1: Registra la presión del agua de mar al ingreso del primer filtro Delta.
- d) Un manómetro signado como Serie N° 2: Registra el agua de alimentación (con alta concentración de sal) al ingreso del segundo filtro Delta.

- e) De concentrado: Registra la presión del concentrado a la salida del segundo filtro Delta. La presión se controla directamente por la válvula de ajuste de concentrados.
- f) Descarga permeable: La presión en este punto estaría en el rango de 20-40 psi. Este manómetro registra el agua permeable a la salida desde el múltiple permeable, antes del tanque flush permeable.

i. Luces del indicador. Lámparas multi-coloreadas.

Son montadas en el panel de control para indicar el estado del sistema Delta 5 SW a 30 SW.

Las siguientes luces del indicador son incluidos:

- a) Luz verde 1: Que se ilumina cuando el sistema está en ON, también en Manual, Auto ó modo Flush.
- b) Luz ámbar1. Esta luz es opcional que señala al iluminar que el proceso permeable a la T.D.S. excede el punto fijo para obtener agua potable (agua potable, según el Ministerio de Salud es un agua hasta con 500 p.p.m. como máximo).
- c) Luz roja 1: Al iluminar señala que la presión del agua de alimentación a la entrada del sistema de osmosis inversa ha caído por debajo de los 20 p.s.i.
- d) Luz roja 2: Al iluminar indica que la bomba de alta presión excede los 910 p.s.i. a la descarga del mismo.

- e) Luz ambar 2: Al iluminar indica que el agua permeable producido se desvía para que primero llene con esta agua potable el tanque flush. Cuando este tanque se llena la luz se apaga.
- f) Luz Verde 2: Cuando la luz ambar 2 se apaga se enciende esta luz verde 2 automáticamente y nos indica que el agua producida se desvía para llenar la cisterna que nosotros designemos.
- g) Luz Verde 3: Nos indica al encender que la válvula flush automático se abre para facilitar el retrolavado. La luz se ilumina en arranque alto cerca de 30 segundos y durante todo el ciclo flush. Este foco se apagará cuando la válvula flush automática se apague.
- h) Botón rojo: "Parada de emergencia". Todo el sistema se paraliza incluido el ciclo flush. Cuando no hay emergencia prohibido de usarlo ya que si se usa el botón rojo quedará cargado todo el sistema con agua de mar y no se podrá evacuar esta agua ya que este botón no activa el ciclo flush.

j. Interruptor de botón "Reset"

Para volver a empezar después de una parada de emergencia. Este interruptor de presión es de presión, falla a presión baja y a presión de descarga alto (mayores a los intervalos y bajos dados).

k. Válvula de ajuste de concentrado:

Válvula tipo globo usada para presión que opera el sistema de ajuste. Esta válvula recupera la velocidad de flujo de penetración en la membrana y su montaje es en línea a la corriente del concentrado desde el recipiente de presión secundaria.

l. Válvula de suministro de alimentación:

Válvula tipo de bola de unión verdadera usada para permitir el flujo de agua de alimentación. También usado para permitir el flujo de agua de alimentación. También usado para desconectar desde la línea de alimentación. Esta válvula se monta en la línea principal, antes de la cubierta del prefiltro.

LI Equipos adicionales: Se incluye en el sistema Delta 5SW a 30SW, para control del flujo de agua y asegurando la operación de protección. Estos componentes son una parte integral del control total del sistema y no son diseñados para operarlos manualmente o hacer caso omiso al estímulo dado, estos son:

m. Solenoide de admisión: Un solenoide de dos pasos completamente automático, normalmente cerrado, que se abre para retener agua de alimentación dentro del sistema Delta 5 SW a 30 SW.

n. Interruptores de presión baja/alta: Interruptores electrónicos para cerrar la unidad de presión si el agua de alimentación registra presiones inferiores a 20 psi o si la presión de descarga de la bomba de alta presión excede los 990 psi.

ñ. Válvula by pass de aspersion automática: es una válvula de bola motorizada, diseñada para abrir sobre el sistema arranque superior y durante el enjuague automático o flush automático. Después de la abertura del sistema de arranque, la válvula de aspersion gradualmente cerrará cuando la bomba trabaje a la presión de alimentación R.D.FEED arriba del nivel deseado.

o. Solenoide de aspiración automática: dos válvulas solenoides electrónicas de dos pasos diseñadas para controlar el flujo de agua de penetración (permeable) al taque flush. Hasta que el tanque flush de penetración se llene, el primer solenoide arriba y el segundo cerrará para desviar el agua hacia el flushing tank.

Una vez que el tanque para agua de baldeo se llena el primer solenoide cerrará y el segundo se abrirá para que empiece a llenar la cisterna local.



p. Monitor de conductividad . controlador y desviador para el TDS  
(opcional)

Un monitor de conductividad digital-controlador, se dispone con un punto fijo programable. Cuando la T.D.S. está por debajo del punto fijo, una luz verde del monitor se ilumina y el solenoide de desviación para el T.D.S. se cierra, causando que el agua de penetración fluya al tanque flush o a tanque cisterna del cliente. Cuando la penetración de la T.D.S. excede el punto fijo, el controlador cierra el solenoide de desviación del TDS, causando penetración para ser desviado al drenaje de concentrado o purga del mismo.

#### **4.3.3.1 Instrucciones de Instalación**

El delta 5 SW a 30 SW se diseñó para una instalación fácil. El listado precedente son los pasos necesarios para la instalación eléctrica y de agua.

##### **a. Conexiones eléctricas**

En precaución, la unidad se prueba en la fábrica para asegurar que todo el equipo esté funcionando como se diseño. Debido al peligro de alto voltaje, un electricista calificado se contrataría para hacer conexiones eléctricas permanentes y conexiones de control.

La energía principal sería puesta dentro del panel de control. La fuente de energía sería de 208-240/460 voltios, 3 fases, 50 o 60 Hz. Suministrado por un sistema de alambre N° 4 (L1, L2, L3 y conexión

puesta a tierra). Las conexiones serían hechas para CB-1, L1 , L2 y L3 respectivamente (tal como se muestra en el apéndice E). Una oreja de conexión a tierra (borne) o terminal se puede usar para conectar del panel posterior al pozo de tierra.

b. Control de nivel del tanque de almacenamiento permanente (o de cisterna)

El control de nivel de la cisterna estará cableado con el panel de control del equipo Delta (Según Apéndice E). Cabe recordar que cuando empiece a funcionar el equipo Delta primero llena el tanque flush y después va el agua potable producida a la cisterna, similar caso sucede cuando se apaga el equipo Delta, automáticamente la bomba de alta presión se apaga y la bomba de baja presión realiza el retro lavado, quedando casi vacío el tanque flush por el consumo de agua para el retro lavado.

c. Conexión de agua de alimentación

Una conexión simple de agua de alimentación se prevé para la entrega del agua de alimentación al sistema. Una válvula de bola se instala sobre la unidad para facilitar o parar el flujo al sistema. El agua de alimentación se entregaría a la unidad por una tubería de 1.5" (3.81 cm) de diámetro. Bajo ninguna circunstancia el diámetro de la tubería del agua sería menor de 1.5" (3.81 cm) puesto que afectaría el flujo suave de agua a la bomba de admisión.

d. Conexión para concentrado de agua

El agua con alta concentración (de sales) de sólidos disueltos es evacuado por el sistema Delta 5 SW a 30 SW. Una válvula de bola se instala sobre la unidad para facilitar o parar flujo al sistema. Agua de concentrado sería evacuado desde la unidad por una tubería de diámetro 1.0" (2.54 cm).

e. Conexión del agua de impregnación a cisterna

Una conexión simple se prevé para entregar agua del producto (con baja concentración y alta pureza) desde el Delta 5 Sw a 30 SW a la cisterna. El agua de impregnación sería transportada desde la unidad vía una tubería de diámetro 0.75" (1.91 cm) o de mayor diámetro. Bajo ninguna circunstancia el diámetro de tubería del agua producto sería menor de 0.75" (1.91 cm), puesto que podría causar contrapresión de impregnación y daño a las membranas de osmosis inversa.

#### **4.3.4 Condiciones del agua de alimentación**

A continuación se darán características del agua óptima, cualquier otra agua que no tenga las características recomendadas reducirá la capacidad de ejecución del sistema y puede invalidar la garantía de la membrana.

### 1. Turbidez

El agua de alimentación a el elemento (filtro ciclónico) tendría menos de un nivel de turbidez (NTU) y un Índice de densidad de cieno de 15 minutos (SDI 15) menor al del diseño (Diseño SDI)

### 2. Temperatura

El sistema Delta 5 SW a 30 SW proveerá una producción máxima de pureza de agua fresca cuando la temperatura del agua de alimentación es de 25° C. Temperaturas más bajas reducirán la velocidad de flujo substancialmente. Temperaturas mayores incrementarán la velocidad de flujo a través de la superficie de la membrana, reduciendo por eso la calidad del producto del agua (impregnación).

Para evitar daños a las membranas, la temperatura del agua de alimentación siempre excedería los 0°C y nunca excedería los 45°C.

### 3. pH

Los elementos no serían expuestos durante la limpieza o en períodos de cierre o parada, a un agua con PH menor a 1 ni mayor que 12. Durante el trabajo continuo el PH no sería menor de 2 y no mayor que 11.

#### 4. Presión de alimentación

La presión de alineación al sistema Delta 5 SW a 30 SW sería controlado para proveer un flujo regular(continuo) no turbulento a la conexión de ingreso de la unidad. La presión de alimentación de 20-40 psi es óptima. Bajo ninguna circunstancia la presión de alimentación excedería los 40 psi. El sistema está equipado con un interruptor pre-fijador de presión para admisión. Si la presión de admisión es menor de 20 psi la unidad cerrará. (no arrancará).

#### 5. Sólidos totales disueltos (TDS)

El Delta 5 Sw a 30 SW está diseñado para producir agua potable (según el OMS, agua potable es un agua con sólidos disueltos menores a 500 p.p.m.) cuando el agua de mar es una agua standard de 36,000 p.p.m. de sólidos disueltos.

Pérdida de permeabilidad: La producción de agua permeable será casi constante bajo condiciones normales con sólo una degradación menor a 5% por año (en calidad).

Por tanto, la calidad del agua producto variará directamente con el TDS del agua de alimentación. Si el agua de alimentación con TDS excede los 36,000 p.p.m., el agua de impregnación de TDS se monitoreará estrechamente para asegurar que el agua potable esté siendo producida.

## 6. Agentes como sarro (o escamas) e incrustaciones.

Los elementos filtrantes se mantendrían en una condición limpia, desincrustada de materia, partículas o precipitados o crecimiento hidrobiológico; si el sarro o incrustantes ocurrieran, o el flujo de elementos normalizados declina al 10%, el procedimiento de limpieza se iniciaría con el agua permeable del flush y los aditivos biowhart y metawhart.

## CAPITULO V

### EVALUACIÓN DE COSTOS

#### 5.1 Costo de Inversión estimada

El costo de inversión para una planta de 54 m<sup>3</sup>/día de capacidad es de \$ 202,880.60 que se descompone así:

Inversión inicial para obtener agua de mar:

Equipo de Osmosis Inverso	:	57,251.60
Bomba de mar 1	:	6,320.00
Caseta N° 1 en el mar sobre pilotes	:	40,000.00
(2) Filtro ciclónico	}	61,000.00
(2) Filtro de arena a presión)		
(2) Filtro multimedia a presión		
(1) Filtro multimedia ERMCO	:	11,209.00
(1) Bomba dosificadora de Diafragma EPRO + tanque	:	2,650.00
(2) Bomba de agua salada y equipo de O.I.2	:	1,980.00
Caseta N° 2 en tierra	:	8,000.00
Cisterna	:	8,000.00
Tablero eléctrico 1	:	890.00
Tablero eléctrico 2	:	580.00

#### 5.2 Costo de producción

El costo de producción por m<sup>3</sup> de agua de calidad es aproximadamente S/. 5.80 por m<sup>3</sup> según el siguiente resumen:

Costo de producción de 1 m<sup>3</sup> de agua si hubiera energía eléctrica (que ya se está instalando en Las Tortugas).

Consumo de energía:

Una bomba centrífuga de	5.7 HP
Equipo de Osmosis Inversa	22.0 HP
	<hr/>
	27.7 HP = 20,67 KW

Costos anuales:

Electricidad (S/ 0.35 Kwh)	63 374.22
Aditivos químicos	3 500.00
Reemplazo de membrana	17 500.00
Repuestos	24 500.00
	<hr/>
	108,874.22

Producción anual (factor 95%) 18, 724.50 m<sup>3</sup> de agua potable

Costo por m<sup>3</sup> S/ 5.80.

1 Kw = 1.34 HP

El costo de producción por m<sup>3</sup> de agua pura y de calidad, lista para su consumo es aproximadamente de S/. 8,00 por m<sup>3</sup> cuando se prende un grupo electrógeno de 50 HP, según el siguiente resumen:

Combustible	:	S/ 105,120.00
Aditivos químicos	:	3,500.00



Reemplazo de membranas	:	17,500.00
Repuestos	:	<u>24,500.00</u>
		S/. 150,620.00

Producción anual (factor 95% 18724.5 m<sup>3</sup> de agua potable

Costo por m<sup>3</sup> S/ 8.00

En Casma, en el Balneario de Las Tortugas el cilindro de 200 lts cuesta S/ 5.00, para 1 m<sup>3</sup> costará S/ 25.00 por m<sup>3</sup>, ahorro S/ 17.00 por c/m<sup>3</sup>.

Nota:

1. El balneario de La Arena dista del balneario de Las Tortugas 2 Km y pertenecen a la Provincia de Casma.
2. El consumo de combustible obedece a un consumo de un grupo electrógeno de 50 HP que alimenta de energía las bombas hidráulicas y el alumbrado del edificio de vivienda, alumbrado público, etc.

### 5.3 PARTE ECONOMICA DEL PROYECTO EN GENERAL - DE TODO EL COMPLEJO

#### 5.3.1 LIQUIDACION DE TODA LA OBRA

#### OBRA: CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA – CASMA 1RA. ETAPA: OBRAS DE PUERTO, CARRETERA, EDIFICIOS Y EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS

		Autorizado	Pagado	
1.- CONTRATO PRINCIPAL				
Contrato principal	Anexo "A"	<u>1,448,418.06</u>	<u>1,426,596.25</u>	Anexo "C"
Saldo a favor del Contratista			21,821.81	
2.- REDUCCIÓN				
Reducción N° 01 (R.G.G. N° 045-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	<u>13,402.07</u>		Anexo "C"
Saldo en contra del contratista		13,402.07		
3.- ADICIONALES				
Adicional N° 01 (R.G.G.N° 045-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	16,630.92	16,630.92	Anexo "C"
Adicional N° 02 (R.G.G.N° 127-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	29,577.98	29,577.98	Anexo "C"
Adicional N° 03 (R.G.G.N° 128-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	45,925.43	33,989.15	Anexo "C"
Adicional N° 04 (R.G.G.N° 127-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	976.42	0	
Adicional N° 05 (R.G.G.N° 127-99-FONDEPES/GG)	Anexo "A"	<u>9,148.08</u>	<u>0</u>	
		102,258.83	80,198.05	
Saldo a favor del contratista			22,060.78	
4.- GASTOS GENERALES (*)				
Gastos Generales	Anexo "A"	45,417.40		
Saldo a favor del contratista			45,417.40	

## 5.- IGV

Contrato principal	Anexo "A"	260,715.25	256,752.69	Anexo "C"
Reducción	Anexo "A"	-2,412.37		
Adicionales	Anexo "A"	18,406.59	14,435.66	
Gastos Generales	Anexo "A"	8,175.13		
		<u>284,884.60</u>	<u>271,188.35</u>	

Saldo a favor del contratista 13,696.25

## 6.- ADELANTOS OTORGADOS

Específico	Anexo "C"	289,683.90	289,876.33	Anexo "C"
Materiales	Anexo "C"	123,044.07	123,044.07	Anexo "C"
		412,727.97	412,920.40	
Saldo a favor del contratista			192.43	

## 7.-MULTA

Aplicada Cancelada

Multa atraso de obra

Saldo en contra del Contratista

(\*) Carta N° C.160.99 CSC con fecha de recepción 31-Agosto 1999

### 5.3.2 RESUMEN DE LIQUIDACIÓN DE OBRA

	Autorizado	Pagado	Saldo
1.- CONTRATO PRINCIPAL	1,448,418.06	1,426,596.25	21,821.81
2.- REDUCCIÓN DE OBRA	-13,402.07		-13,402.07
3.- ADICIONALES DE OBRA	102,258.03	80,198.05	22,060.78
4.- GASTOS GENERALES(*)	45,417.40		45,417.40
5.- I.G.V.	284,884.60	271,188.35	-13,696.25
SUB TOTAL	1,867,576.82	1,777,982.65	89,594.17
6.- ADELANTOS AMORTIZADOS EN EXCESO			192.43
COSTO FINAL DE OBRA	1,867,576.82	1,777,982.65	89,786.60
	Aplicada	Cobrada	
7.- MULTA			
SALDO FINAL A FAVOR DEL CONTRATISTA US\$			89,786.60

IV. COSTO FINAL DE LA OBRA			
CONTRATO PRINCIPAL			1,448,418.06
ADICIONAL			102,258.83
REDUCCIÓN			-13,402.07
GASTOS GENERALES			45,417.40
I.G.V.			284,884.60
COSTO TOTAL FINAL DE OBRA		US \$	1,867,576.82

(\*) Carta N° C. 160.99 CSC con fecha de recepción 31-Agosto-1999.

**5.3.3 MONTO CONTRATADO VIGENTE EN DOLARES AMERICANOS**

**OBRA: CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA – CASMA – ARA. ETAPA**

**CONTRATISTA: COCESA – SEPIPSA – CUSA ASOCIADOS      PTO. BASE      IGV 18%**

**CONTRATO: SUMA ALZADA (UNOPS, US\$)      1,448,418.06      260,715.25**

**TOTAL US\$      1,709,133.31**

VALORIZACIÓN	FECHA	VALORIZACIÓN BRUTA (US \$)	IGV 18% V.B. (US \$)	COSTO TOTAL (V.BRUTA + IGV) (US\$)
CONTRATO PRINCIPAL				
1	Nov-98	74,411.70	13,394.11	87,805.81
2	Dic-98	145,599.11	26,207.84	171,806.95
3	Ene-99	208,590.16	37,546.23	246,136.39
4	Feb-99	198,688.77	35,763.98	234,452.75
5	Mar-99	199,168.82	35,850.39	235,019.21
6	Abr-99	230,927.84	41,567.01	272,494.85
7	May-99	186,710.18	33,607.83	220,318.01
8	Jun-99	112,893.15	20,320.77	133,213.92
9	Jul-99	68,644.36	12,355.98	81,000.34
10	Nov-99	22,783.97	4,101.11	26,885.08
<b>TOTAL CONTRATO PRINCIPAL</b>		<b>1,448,418.06</b>	<b>260,715.25</b>	<b>11,709,133.31</b>

<b>ADICIONAL DE OBRA</b>			
Adic. N° 01 R.G.G. N° 045-99-FONDEPES/GG	16,630.92	2,993.57	19,624.49
Adic. N° 02 R.G.G. N° 127-99-FONDEPES/GG	29,577.98	5,324.04	34,902.02
Adic. N° 03 R.G.G. N° 128-99-FONDEPES/GG	45,925.43	8,266.58	54,192.01
Adic. N° 04 R.G.G. N° 149-99-FONDEPES/GG	976.42	175.76	1,152.18
Adic. N° 05 R.G.G. N° 161-99-FONDEPES/GG	9,148.08	1,646.65	10,794.73
<b>TOTAL ADICIONALES</b>	<b>102,258.83</b>	<b>18,406.59</b>	<b>120,665.42</b>
<b>REDUCCIÓN DE OBRA</b>			
Red. N° 01 RGG N° 045-99-FONDEPES/GG	13,402.07	2,412.37	15,814.44
<b>TOTAL ADICIONALES</b>	<b>13,402.07</b>	<b>2,412.37</b>	<b>15,814.44</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>45,417.40</b>	<b>8,175.13</b>	<b>53,592.53</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1,582,692.22</b>	<b>284,884.60</b>	<b>1,867,576.82</b>

### 5.3.4 VALORIZACIONES DEL CONTRATO PRINCIPAL TRAMITADAS

OBRA : CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA-C ASMA-1ERA ETAPA  
 CONTRATISTA : COECSA-SEIPSA-CUSA ASOCIADOS  
 CONTRATO : A SUMA ALZADA (UNOPS, US\$)

		Adelanto	IGV	Neto a pagar			
		Neto	18%	Neto + IGV			
<b>1.- ADELANTOS OTORGADOS</b>							
Adelanto de Materiales		123,044.07	22,147.93	145,192.00			
Adelanto Especificado		289,683.90	52,143.10	341,827.00			
<b>TOTAL ADELANTOS</b>		<b>412,727.97</b>	<b>74,291.03</b>	<b>487,019.00</b>			
N°	Fecha	V.Mensual	Amortización	A.Materiales	Valorización	IGV	Neto a pagar
Val.			A. Específico		Neta	18%	Neto + IGV
<b>2.- CONTRATO PRINCIPAL</b>							
1.-	Nov.98	74,411.70	14,882.34		59,529.36	10,715.28	70,244.64
2.-	Dic.98	145,599.11	29,119.82		116,479.29	20,966.27	137,445.56
3.-	Ene.99	208,590.16	41,718.03	27,118.64	139,753.49	25,155.63	164,909.12
4.-	Feb.99	198,688.77	39,737.75	30,000.00	128,951.02	23,211.18	152,162.20
5.-	Mar.99	200,130.98	40,026.20	30,000.00	130,104.78	23,418.66	153,523.64
6.-	Abr.99	230,927.84	46,185.57	30,000.00	154,742.27	27,853.61	182,595.88
7.-	May.99	186,710.18	37,342.04	5,925.43	143,442.71	25,819.69	169,262.40
8.-	Jun.99	112,893.15	22,578.63		90,314.52	16,256.61	106,571.13
9.-	Jul.99	68,644.36	18,285.95		50,358.41	9,064.51	59,422.92
<b>TOTAL CONT.</b>		<b>1,426,596.25</b>	<b>289,876.33</b>	<b>123,044.07</b>	<b>1,013,675.85</b>	<b>182,461.44</b>	<b>1,196,137.49</b>

ADICIONALES DE OBRA						
ADIC. 01	16,630.92			16,630.92	2,993.57	19,624.49
ADIC.02 Y 03	23,521.02			23,521.02	4,233.79	27,754.81
ADIC. 02 Y 03	40,046.11			40,046.11	7,208.30	47,254.41
SUB TOTAL ADICIONAL	80,198.05			80,198.05	14,435.66	94,633.71
TOTAL	1,506,794.30			1,606,601.87	271,188.34	1,777,790.21



5.3.5 VALORIZACIONES TRAMITADAS EN DOLARES AMERICANOS Y PAGADAS AL TIPO DE CAMBIO EN NUEVOS

SOLES

OBRA : CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA-C ASMA-1ERA ETAPA  
 CONTRATISTA : COECSA-SEPIPSA-CUSA ASOCIADOS  
 CONTRATO : A SUMA ALZADA (UNOPS, US\$)

					Adelanto Otorgado	C.F.	IGV 18%	C.F.	Neto a pagar Neto + IGV
1.- ADELANTOS OTORGADOS									
Adelanto de Materiales					55,677.97	22373	11,822.03	22373	77,500.00
					31,942.37	22546	6,749.63	22546	37,692.00
					25,423.73	23022	4,576.27	23022	30,000.00
Adelanto Especificado					289,683.90	21993	52,143.10	21993	341,827.00
TOTAL ADELANTOS					412,727.97		74,291.03		487,019.00
N° Val.	Fecha	V.Mensual	Amortización A. Específico	Amortización A. Materiales	Valorización Pagada	C.F.	IGV Pagado	C.F.	Total pagado Neto + IGV
2.- CONTRATO PRINCIPAL									
1.-	Nov.98	74,411.70	14,882.34		59,529.36	22328	10,715.25	22328	70,244.64
2.-	Dic.98	145,599.11	29,119.82		19,765.76	22165	3,557.84	22165	23,323.60
					6,285.80	22165	1,131.45	22165	7,417.25
					90,427.72	22381	16,276.99	22381	106,704.71
3.-	Ene.99	208,590.16	41,718.03	27,118.64	139,753.49	22546	25,155.63	22546	164,909.12
4.-	Feb.99	198,688.77	39,737.75	30,000.00	128,951.02	22809	23,211.18	22809	152,162.20
5.-	Mar.99	200,130.98	40,026.20	30,000.00	130,104.78	23225	23,418.86	23225	153,523.64
6.-	Abr.99	230,927.84	46,185.57	30,000.00	67,796.61	23428	12,203.39	23428	80,000.00
					6,779.66	23523	1,220.34	23523	8,000.00
					80,165.99	23527	14,429.88	23527	94,595.87
7.-	May.99	186,710.18	37,342.04	5,925.43	143,442.71	23745	25,819.69	23745	169,262.40
8.-	Jun.99	112,893.15	22,578.63		90,314.52	23971	16,256.61	23971	106,571.13
9.-	Jul.99	68,644.36	18,285.95		40,756.30	24226	7,336.14	24226	48,092.44
					9,602.10	24366	1,728.38	24366	11,330.48
SUB TOTAL		1,426,596.25			1,013,675.85		182,461.44		1,196,137.49
CONT.									
3.- ADICIONALES DE OBRA									

ADIC. 01	16,630.92			16,630.92	24594	2,993.57	24594	19,624.49
ADIC.02 Y 03	23,521.02			4,237.29	24680	762.71	24680	27,754.81
				19,283.74	24762	3,471.07	24762	47,254.41
ADIC. 02 Y 03	40,046.11			16,949.14	25124	3,050.86	25124	
				23,096.96	25125	4,157.45	25125	
SUB TOTAL ADICIONAL	80,198.05			80,198.05		14,435.66		94,633.71
TOTAL	1,506,794.30			1,606,601.87		271,188.34		1,777,790.21

### 5.3.6 DESEMBOLSOS EFECTUADOS

<u>Documento</u>	<u>Referencia</u>	<u>Nº de cheque</u>	<u>Fecha de Cancelación</u>	<u>Ref.</u>	<u>Nº de Factura</u>	<u>Concepto</u>	<u>Importe US\$</u>	<u>T/C S/.</u>	<u>Importe S/.</u>
C/P 21993	HCC 0687IP	*00374483	10.11.98	(1)	*001-00001	Adelanto en	341,827.00	3.084	1,054,194.47
C/P 22373	HCC 0012IP	*00374491	11.01.99	(2)	*001-00003	Efectivo	77,500.00	3.182	246,605.00
C/P 22545	HCC 0374IP	*00374500	23.02.99		*001-00011	ncluido IGV,	37,692.00	3.389	127,738.18
C/P 23022	HCC 0743TP	*22520039	08.04.99		*001-00015		30,000.00	3.349	100,470.00
C/P 22328	HCC 0007IP	*00374489	04.01.99	(3)	*001-00002		70,244.64	3.159	221,902.82
C/P 22165	HCC 0133IP	*00374492	21.01.99		*001-00007		23,323.60	3.253	75,871.67
C/P 22165	HCC 0133IP	*00374492	21.01.99		*001-00010		7,417.25	3.253	24,128.33
C/P 22381	HCC 0230IP	-02062867	05.02.99		*0014-0009		106,704.71	3.342	356,607.14
C/P 22546	HCC 0376IP	*00374501	24.02.99		*001-00012		164,909.12	3.389	558,877.00
C/P 22809	HCC 0576IP	*00374507	29.03.99		*001-00013		152,162.20	3.354	510,352.01
C/P 23225	HCC 1065IP	*00374513	27.04.99		*001-00016		153,523.64	3.343	513,229.53
C/P 23428	HCC 1371IP	*00374515	13.05.99		*001-00017		80,000.00	3.327	266,160.00
C/P 23523	HCC 1498TP	*22664913	28.05.99		*001-00020		8,000.00	3.356	26,848.00
C/P 23527	HCC 1499IP	*00374520	28.05.99		*001-00019		94,595.87	3.356	317,463.73
C/P 23745	HCC 1724IP	*00374523	25.06.99		*001-00023		169,262.40	3.340	565,336.42
C/P 23971	HCC 1936IP	*00374525	22.07.99		*001-00024		106,571.13	3.325	354,349.01
C/P 24226	HCC 2261IP	*00374326	17.09.99		*001-00028		48,092.44	3.371	162,119.63
C/P 24366	HCC 2436TP	*22909151	16.09.99		*001-00029		11,330.48	3.398	38,500.97
C/P 24594	HCC 2635IP	*00374337	12.10.99		*001-00033		19,624.49	3.470	68,096.98
C/P 24680	HCC 2757IP	*00374341	25.10.99		*001-00034		5,000.00	3.472	17,360.00
C/P 24762	HCC 2784IP	*00374342	25.11.99		*001-00035		22,754.81	3.485	79,300.51
C/P 25124	HCC 3105IP	*00374356	16.12.99		*001-00037		20,000.00	3.490	69,800.00
C/P 25125	HCC 3312IP	*00374357	30.12.99		*001-00039		27,254.41	3.490	95,117.89
			Total desembolsos efectuados:				1,777,790.19		5,850,429.29

## CONCLUSIONES

1. El presente proyecto, considerado piloto, está sujeto a sufrir modificaciones para lograr que se cumplan las metas trazadas, es decir, que el Perú en un futuro cercano se convierta en exportador de alevinos de muchas especies marinas.
2. La acuicultura en el Perú representa una potencial oportunidad de cambiar el rumbo de las empresas pesqueras que de esta manera dejarían de ser meramente extractoras para convertirse además en productoras de materias primas.
3. El trabajo de Supervisor de Obras le da al profesional la experiencia en control de materiales y la necesidad de verificar proyectos electromecánicos, eléctricos, sanitarios o estructurales. Es en cuanto a la verificación y a la especialidad de mecánica que yo domino, que se me encargó la verificación de los equipos de bombeo del presente proyecto. Fue grande la sorpresa cuando comparamos los cálculos obtenidos con los datos del plano del Ing. Sanitario quien diseñó el sistema de bombeo de agua, que tuvieron resultados por debajo de los valores requeridos.

## BIBLIOGRAFÍA

AGEMIAN, H. & A.S.Y. CHAU, 1975. An atomic absorption method for the determination of 20 elements in lake sediments after acid digestion. *Analytica chim. Acta* 80: 61-66.

AGUILO, M. *et al.*, 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, España: 809 pp.

AUSTRENG, E., I. STOREBAKKEN & I. ASGARD, 1987. Growth rate estimates for cultered Atlantic salmon and Rainbow trout. *Aquaculture*, 60:157-180.

BARDACH, J.E., J.H. RYTHER & W.O. MCLARNEY, 1982. Acuicultura, crianza y cultivo de organismos marinos y agua dulce. AGT Editor S.A., Mexico DF, Mexico: 741 pp.

BARG, U.C., 1994. Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera. Documento Técnico de Pesca 328. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 138 pp.

BRAUN - BLANQUET, J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid, España: 820 pp.

BROWER, J.E. & J.H. ZAR, 1977. Field laboratory methods for General Ecology. Wm. O. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, USA.

BROWN, J.F., R. J. GOWEN & O.8. MCLUSKY, 1987. The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 109: 39-51.

CORFO, 1988 . Desarrollo de nuevas técnicas de crecimiento para el cultivo de ostras chilenas. FDP 88141:196 pp.

CRONQUIST, A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York: 1262 pp.

DITTMAN, S., 1990. Mussel beds-amensalism or amelioration for intertidal fauna? *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 44: 335-352.

DYER, K., 1974. The salt balance in stratified estuaries. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 2: 273-281.

ELLENBERG, H. & O. MUELLER - DOMBOÍS, 1966. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Bar. Geob. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 37:56-73.

ELLIES, A., O RAMÍREZ & 5. FIGUEROA, 1994. Cambios morfológicos estacionales del espacio poroso de un hapluland sometido a distintos usos agropecuarios. *Agro Sur* 22: 23-32.

FAO, 1992. Producción de Acuicultura (1984 - 1990). *FAO Circular de Pesca* 4 206 pp.

FAO, 1994. Orientaciones para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera. *FAO Documento Técnico de Pesca* 328: 139 pp.

FINDLAY, R.H., L. WATUNG & LM. MAYER, 1995. Environmental impact of salmon net-pen culture on marine benthic communities in Maine: a case of study. *Estuaries* 18:145-179.

FOLK, R., 1980. *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphil Publishing Co., Austin, USA: 182 pp.

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA (FIP), 1993. Determinación de la capacidad de carga en el lago Rupanco, X Región. Informe Final Proyecto FIP IT/93-27.



FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA (FIP), 1997. Evaluación de impacto ambiental del fósforo proveniente de los alimentos utilizados en la salmonicultura. Informe Final Proyecto FIP 94-02.

FRID, C.L.J. & T.S. MERCER, 1989. Environmental monitoring of caged fish farming in macrotidal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 20: 379-383.

GLADE, A., 1987. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile: 65 pp.

GOMEZ, D., 1994. Evaluación de impacto ambiental. Editorial Agrícola Española, SA.: 260 pp.

GOWEN, R.J. & N.B. BRADBURY, 1987. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography, Marine Biology Annual Review* 25: 563-575.

GRANT, J., A. HATCHER, D.B. SCOTT, P. POCKINGTON, C.T. SHAFER & G.V. WINTERS, 1995. An multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuaries*, 18:124-144.

GREEN, R.G., 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley & Sons, New York, USA: 257 pp.



HARTGE, K.H. & R. HORN, 1992. Die physikalische Untersuchung von Böden. Enke, Stuttgart:177.

HARTNOLL, R.G., 1983. The species - area relationship on a sandy beach. In Sandy Beaches as Ecosystems (A. McLachlan & Th. Erasmus, editors), Dr. W. Junk Publishers, Netherlands: 473 - 479.

HAVEN, D.S. & R. MORALES-ALAMO, 1972. Biodeposition as a factor of sedimentation of fine suspended solids in estuaries. The Geological Society of America, Inc., 133:121-130.

HINES, A.H., M.H. POSEY & P. HADDON, 1989. Effects of adults suspension- and deposit feeding bivalves on recruitment of estuarine infauna. The Veliger, 32: 109-118.

HOLME, N.A. & A.D. MCINTYRE, 1971. Methods for the study of marine benthos.

IBP Handbook N<sup>o</sup> 18, BlackweB Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, UK: 334 pp.

HURLBERT, S.J., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs 54:187-211.

Jaramillo, E., C. Bertran & A. Bravo, 1992. Community structure of me

subtidal macroinfauna in an estuarine mussel bed in southern Chile. *Marine Ecology P.S.Z.N.I*, 13: 317-331.

Jaramillo, E., C. Bertran & A. Bravo, 1992. Mussel biodeposition in an estuary of southern Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 82: 85-94.

Kautsky, N. & S. Evans, 1987. Role of biodeposition by *Mytilus edulis* in the circulation of matter and nutrients in a baltic coastal ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 38: 201-212.

Kjerfve, B. 1975. Velocity averaging in estuaries characterized by a large tide range to depth ratio. *Estuarine and Coastal Marine Sciences* 3: 311-323

Kjerfve, B., L. Stevenson, J. Proehl, T. Chrzanowski & W. Kitchens, 1981. Estimation of the material fluxes in an estuarine cross-section: a critical analysis of spatial measurements density and errors. *Limnology & Oceanography*, 26: 325-335.

Knapp, R., 1984. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. W. Junk, La Haya: 370 pp.

Kreeb, K H, 1983. Vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart: 331 pp.

LABORATORIO DE AGUAS. Municipalidad de Comodoro Rivadavia, 1996. Informe inédito.

Levings, C D, A. Ervik, P. Johannessen & J. Aure, 1995. Ecological criteria used to help site fish farms in fjords. *Estuaries*, 18: 81-90.

Lind, O.1., 1979. Handbook of common methods in Limnology. The C.V. Mosby Company, St. Louis, USA: 199 pp.

LUCHINI, L., 1998. Actualidad de la acuicultura en Argentina. *AquaTIC* N° 5, Noviembre 1998. Unizar.

Margalef, R., 1958. information theory in ecology. *General Systems* 3: 36-71.

Marticorena, C. & M. Quezada, 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42: 5-157.

Martin, M.A., B. Padilla & J.A. Fiesta Ros de Ursinos, 1991. Tratamiento anaerobio de las aguas residuales procedentes de la fabricación de harina de pescado. II Congreso de Ingeniería Ambiental, Bilbao, España. pp: 108-114.

Messieh, N., 1992. Disposal of fish wastes in Atlantic Canadá. *Unep Industry and Environment*, pp: 29-33.

Morales, J.C., 1983. *Acuicultura Marina Animal*. Ediciones Mundiprensa,

Madrid, España: 669 pp.

OFICINA METEOROLÓGICA ARO/AIS. Aeropuerto General Mosconi.  
Comodoro Rivadavia.

Paterson, D.M. & GR. Daborn, 1991. Sediment stabilisation by biological action: significance for coastal engineering. *Developments in Coastal Engineering University of Bristol*. pp: 111:119.

Pearson, T.H. & R. Rosenberg, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 16:229-311.

Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.

Pino, M., G. Perillo & P. Santamanna, 1993. Residual fluxes in a section of a Valdivia River estuary, Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 38:491-505.

Pullin, R.S., 1989. Third World Acuaculture and the Environment. *Naga* (the ICLARM Quartely, 12:10 - 13.

Quijon, P. & E. Jaramillo, 1996. Seasonal vertical distribution of me intertidal

macroinfauna in an estuary of south - central Chile. *Estuaries, Coastal and Shelf Science* 43: 653 - 663.

Recart, H., 1993. *Cultivos Marinos*. Universidad Austral de Chile, Secreduc XI Región, Chile: 173 pp.

Rhoads, D.C. & L.F. Boyer, 1982. The effects of marine benthos on physical properties of sediments. A succesional perspective. pp: 3-52. In PL. McCall & M.J. Tevesz (eds.). *Animal-sediment relations. The biogenic alterations of sediments*. Plenum Press, New York.

RUSSO, E. C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.

Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Archivos de Biología y Medicina Experimental*, 13: 387-402.

Seward - Thompson, 8. & J. Hails, 1973. An appraisal on the computation of statistical parameters in grain size analysis. *Sedimentology*, 11: 83-98.

Shanon, C.E. & W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbane, USA: 1-117.

Sokal R.R. & P. Sneath, 1973. *Numerical Taxonomy*. WH Freeman and

Company, San Francisco, USA: 549 pp.

SOKAL R.R. & F.J. ROHF, 1969. *Biometría*. H. Blume Ediciones, Madrid, 832 pp.

Solbe, J.F. De L.G., 1982. Fish-farms effluents: A United Kingdom survey. In Alabaster (1982), pp: 29-55.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1995. 19th Edition. Preparado y publicado en conjunto por American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, USA.

Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis (2th Edition). Bulletin Fisheries Research Board Canada: 310 pp.

Su J.& K Wang, 1986. The suspended sediment balance in Ghangjiang estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 23: 81-98.

Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1992. Norma Técnica Relativa a Descargas de Residuos Industriales Líquidos - RL.

Tee, K.T., 1976. Tide induced residual current, a 2-D nonlinear numerical tidal model. *Journal of Marine Research*, 34: 803-828.

Tsutsumi, H. Impact of fish net pen culture on the benthic environment of a cove in South Japan. *Estuaries*, 18: 108-115.

Uncles, R.J., R. Elliot & S. Weston, 1985. Dispersion of salt and suspended sediment in a partly mixed estuary. *Estuaries*, 3: 256-269.

Underwood, A.J. 1991. Beyond BACi: experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. *Australian Journal of Marine Freshwater Research* 42: 569-587.

Warwick, R.M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92: 557-562.

Warwick, R.M & K.R. Clarke, 1991. A comparison of some methods for analysing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association of U.K.*, 71: 225-244.

WEBB, M. O., 1998. Cultivo de Abalón en granja yuxtamarina. Proyecto Australab.

Weston, D.P., 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology-Progress Series*, 61: 233-244.

Winter, J.O., J.Navarro, C. Roman & O. Chaparro, 1982. Programa de explotación de mitílidos. Investigación Científica Básica: Segunda Parte. Ed. Corporación de Fomento de la Producción, Chile, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile: 312 pp.

YOKOTA, E., 1983. Summary of water quality criteria for salmonid hatcheries. Sigma Environmental Consultants Ltd., SECL8O87. 163 pp.

Zuleta, A. & D. Oliva, 1996. Inserción global y medio ambiente en el sector pesquero y acuicultor. En: Inserción global y medio ambiente. 5to. Encuentro científico sobre el medio ambiente. CIPMA (Ed.). pp: 145-171.



**ANEXOS**

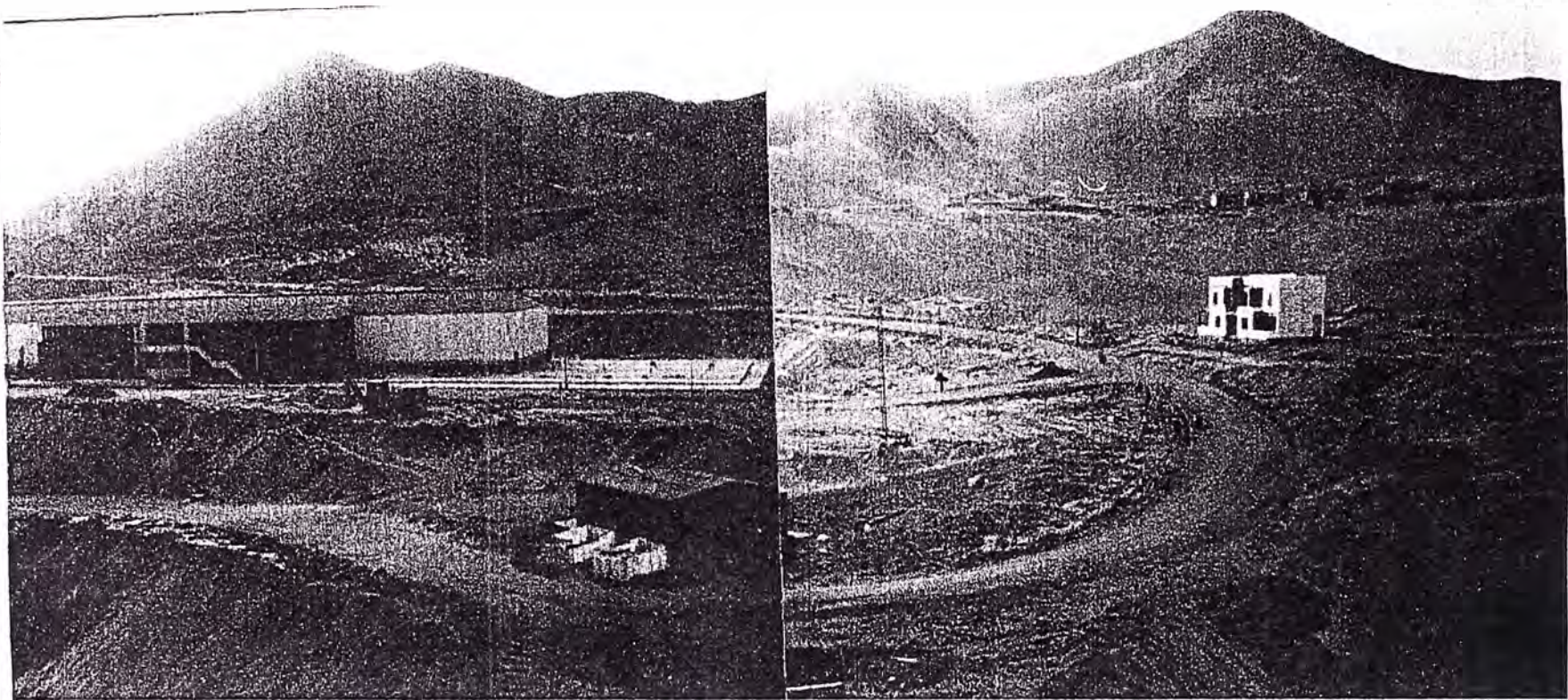


Foto N° 1  
Vista del Complejo de Acuicultura La Arena – Casma



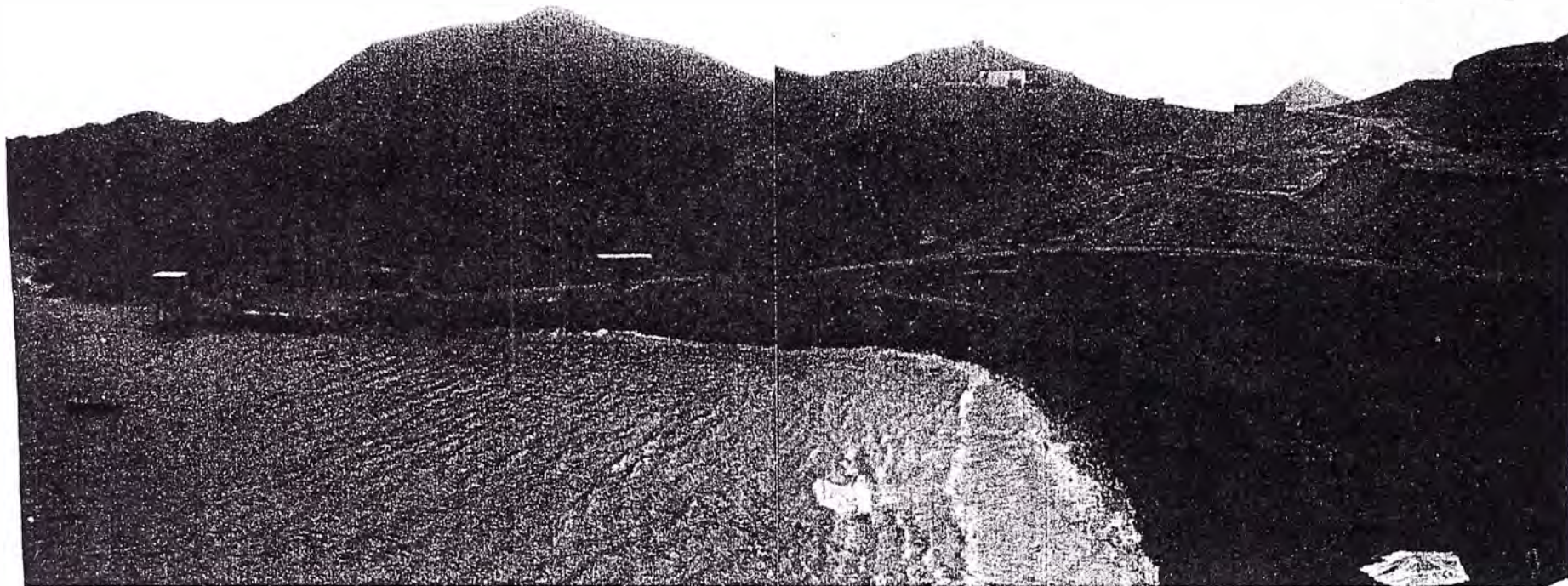


Foto N° 2  
Vista del muelle, caseta N° 1 y caseta N° 2



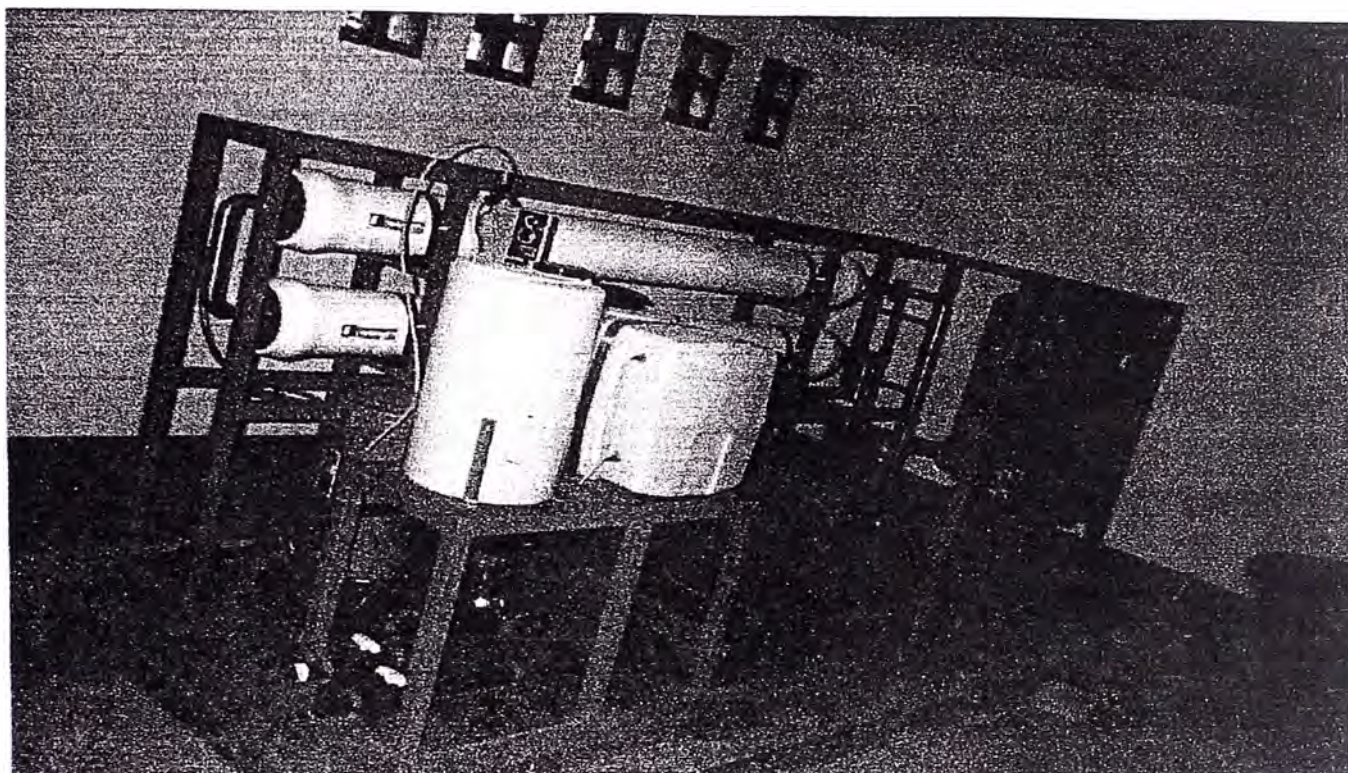


Foto N° 3  
Vista de grupo de OSMOSIS instalada en caseta N° 2



Foto N° 4  
Vista de caseta (1) al fondo y caseta (2) al centro



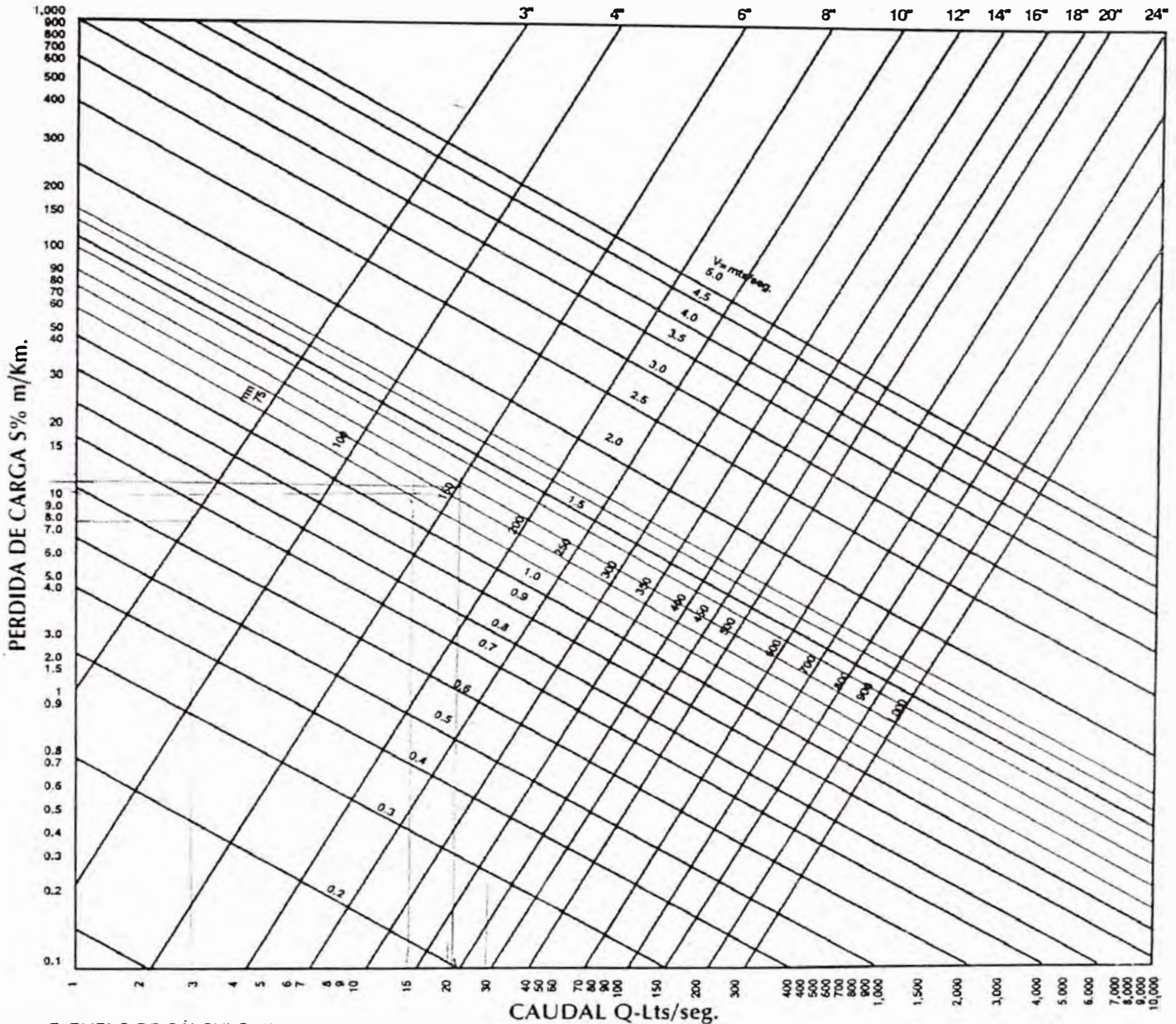
# ABACO PARA CÁLCULO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS PVC

Los tubos TUBOPLAST debido a su superficie interna, presentan una pérdida de carga muy baja (coeficiente de fórmula Hazen-Williams= 150.) Esto significa que en igualdad de flujo, los tubos TUBOPLAST requieren menos potencia de bomba, o cuando son usados para el transporte de líquidos por gravedad, en igualdad de dimensiones, permiten más flujo.

Es importante resaltar que los tubos TUBOPLAST no son atacados por la corrosión ni depósitos de incrustaciones, por lo tanto mantienen un flujo invariable permanentemente.

En los tubos TUBOPLAST, en servicio de varios años, fueron encontradas las mismas pérdidas de carga que habían sido medidas cuando la instalación era nueva.

Los diagramas anexos permiten deducir los valores de la pérdida de carga en metros, cada 1,000 m. de largo de tubería, en función del flujo en l/seg. los valores son calculados para agua a temperatura ambiente.



## EJEMPLO DE CÁLCULO N° 1

Determinar la pérdida de carga en una tubería TUBOPLAST de 150 m. de largo y de diámetro 3" nominales para un flujo de 3.0 l/seg. En el diagrama la vertical correspondiente al valor del flujo 3.0 l/seg. encuentra la recta correspondiente al tubo de 3" en el punto de ordenada 8; por lo tanto la pérdida de carga es de 8m/Km. y de 1.2 m. para la tubería de 150 m

## EJEMPLO DE CÁLCULO N° 2

Elección de diámetro apropiado para una línea de 1,500 m. con un desnivel de 30 m. para un flujo de 15 l/seg. Considerando limitar la pérdida de carga total a la mitad del desnivel, tenemos entonces:

$$\frac{1\,000 \times 15}{1500} = 10 \text{ S\%}$$

En el diagrama el encuentro de la vertical correspondiente al flujo de 15 l/seg. con la horizontal correspondiente a la pérdida de carga de 10m/Km. cae junto a la recta del tubo de 6". Para esta línea escogeremos, por lo tanto, el tubo de 6".



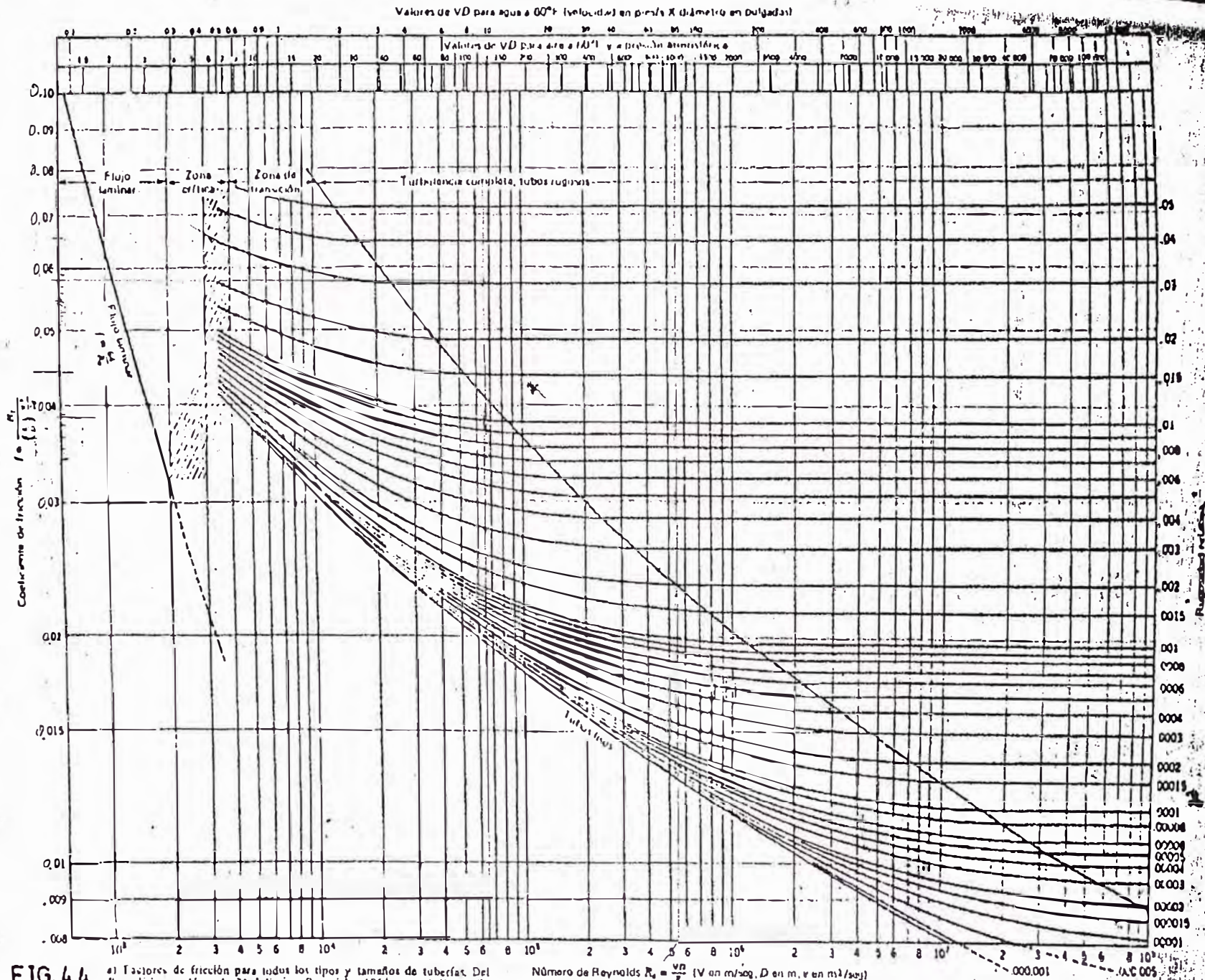


DIAGRAMA DE MOODY

FIG. 4.4

Los factores de fricción para todos los tipos y tamaños de tuberías. Del Pipe Friction Manual, 3ª edición. Copyright 1961 por el Hydraulic Institute, 1221 avl 42nd Street, Nueva York.

Número de Reynolds  $Re = \frac{VD}{\nu}$  (V en m/sq, D en m,  $\nu$  en m<sup>2</sup>/seg)

DIAGRAMA DE MOODY

Tabla 4.7 Coeficientes de resistencia para codos y accesorios. (K)

Diámetro del tubo, en pulgadas	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	29
Tubo curvado $R = 3D$ $R = 4D$						0,04 0,025								
Codo de 90°	1,5	1,0	0,8	0,7	0,55	0,3	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,20
Codo largo de 90°	0,75	0,4	0,3	0,25	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,07
Codo de 45°	0,35	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,28	0,28	0,28	0,25
Codo largo de 45°	0,25	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,14	0,14	0,12
Curva de 180°	1,5	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,25	0,23	0,22	0,21	0,2	0,19
Curva de 180° de gran radio	0,8	0,5	0,4	0,35	0,3	0,2	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10
Tes-Flujo principal						0,9								
Flujo derivado	1,8	1,4	1,2	1,1	1,0									
Válvula de compuerta, abierta		0,2-0,3	0,15; 0,25	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
cerrada 1/4		0,8	0,2						0,15					
cerrada 1/2		4,0	0,8						0,6					
cerrada 3/4		16,0	2,0						1,5					
Válvula esférica (globo)	12,5	8,5	7,5	6,5	6	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Válvula de retención (check)	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Válvula de pie							0,8							
Colador		1,5	1,0					1,0	0,4					

NOTA. Estos valores son necesariamente aproximados porque los valores específicos varían con el tipo de accesorio (por ejemplo, roscado o de pletina), con las dimensiones geométricas reales y con el sistema de construcción (por ejemplo, forjado o soldado)

Tabla 4.8. Cambios de sección transversal:  
Longitudes aproximadas equivalentes de tubería recta. ( $L_e$ )

Diámetro del tubo, en pulgadas	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Expansión $d/D$														
= 0,25	3	5	8	11	14	16	20	26	31	36	42	48	55	65
0,5	2	4	6	7	9	11	15	18	22	25	29	34	46	52
0,75	0,5	1	2	2	3	3	4	6	7	8	10	12	15	20
Contracción $d/D = 0,5$														
	1	2	3	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	26











Tabla 4.9 Coeficientes de resistencia para cambios de sección transversal. (K)

	Razon del diametro menor al mayor								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10% de conicidad				0.35	0.25	0.20			
20% de conicidad				0.15	0.12	0.10			
Expansión brusca	2.0								
Contracción brusca	0.5	0.45	0.45	0.45	0.45	0.4	0.3	0.2	0.15
Entrada: Brusca				Normalmente 0.5					
Gradual				Superior a 0.5					
Tubo saliente				Normalmente 1.0					
Salida: Brusca				Normalmente 1.0					
Gradual				Superior a 0.12					

Tabla 4.10 Resistencias de Accesorios y Válvulas.

(Longitud equivalente de tubo recto, en m dando la resistencia equivalente) (aproximada) ( $L_e$ )

Tamaño de tubo en mm	 Codo normal	 Codo de radio medio	 Codo de radio grande	 Codo de 45	 Te	 Válvula de compuerta abierta	 Válvula de globo abierta	 Eje de balancín abierto CHECK
25.4	0.82	0.70	0.52	0.39	1.77	0.18	8.23	2.04
50.8	1.68	1.40	1.06	0.76	3.35	0.36	17.38	3.96
76.2	2.47	2.07	1.55	1.16	5.18	0.52	25.92	6.10
101.6	3.35	2.77	2.13	1.52	6.71	0.70	33.55	8.23
127.0	4.27	3.66	2.71	1.86	8.23	0.88	42.70	10.06
152.4	4.88	4.27	3.35	2.35	10.06	1.06	48.80	12.20
203.2	6.40	5.49	4.27	3.05	13.11	1.37	67.10	16.16
254	7.93	6.71	5.18	3.96	17.08	1.74	88.45	20.43
304.8	9.76	7.93	6.10	4.57	20.13	2.04	103.70	24.40
355.6	10.98	9.45	7.01	5.18	23.18	2.44	118.95	28.36
406.4	12.81	10.67	8.23	5.79	26.53	2.74	131.15	32.63
457.2	14.03	12.20	9.15	6.40	30.50	3.11	152.50	36.60
508	15.86	13.11	10.37	7.01	33.55	3.66	170.80	40.87
609.6	19.21	16.16	12.20	8.54	42.70	4.27	207.40	48.80
914.4	28.67	24.09	18.30	13.11	61.00	6.10	305.00	73.20



## GLOSARIO

**Acuicultura:** cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas. Esta actividad presupone la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, alimentación, reproducción, protección de los depredadores, etc.

**Afluyente:** curso de agua que entra al flujo productivo.

**Agua subterránea:** agua ubicada dentro de la tierra que abastece vertientes, pozos y cursos de agua. Es agua de la zona de saturación, donde las aperturas en el suelo y en las rocas se encuentran llenas de agua.

**Alevin:** en general son peces pequeños juveniles). En el caso de especies salmonídeas se considera a aquellos que han perdido las manchas parr.

**Análisis granulométrico:** análisis sedimentológico para calcular parámetros estadísticos tales como tamaño medio de la partícula, selección (desviación estándar), etc.

**Análisis granulométricos por tamizaje:** análisis basado en calcular (pesar) que cantidad de sedimento es retenido por tamices fabricados de acuerdo a la escala de Wentworth. Los tamices se construyen de acuerdo a norma ASTM (EEUU) o DIN (Alemania).

**Análisis granulométricos por decantación:** análisis basado en velocidad de sedimentación de partículas (generalmente arena). Procedimiento basado en el lanzamiento de un volumen de sedimento por una columna de agua (contenida en un cilindro plástico o de vidrio) y posterior evaluación de partículas decantadas (mediante medición de volumen o peso) en función del tiempo.

**Análisis textural:** análisis sedimentológico en el cual el sedimento es subdividido en las categorías grava, arena, limo y arcilla, considerándose además los contenidos de material orgánico e inorgánico en cada categoría.

**Arcilla:** partículas minerales de tipo silicatos en hojas, menores que 3,9 micras (según escala de Wentworth) y de alto grado de impermeabilidad.

**Área mínima de muestreo:** superficie de muestreo en la que están representadas todas las especies más comunes de una comunidad o ecosistema.

**Arena:** partículas comprendidas entre 2 mm y 62.5 micras (según escala de Wentworth).

**Bacterias coliformes:** microorganismos huéspedes del intestino animal.

**Balsas jaula:** unidades flotantes constituidas por la estructura flotantes y redes donde se ubican los peces.

**Bentos:** organismos que viven enterrados o adheridos a los fondos blandos o duros de ambientes acuáticos.

**Bin:** (palabra inglesa) recipiente para almacenamiento temporal de peces sacrificados, hielo u otros productos en el área de la saimonicultura

**Biodepositación:** depositación en los fondos de materia producida por organismos vivos. En el caso de balsas jaula de salmonídeos se refiere principalmente a fecas y pseudofecas producidas por los organismos cultivados.

**Bivalvos:** en general se refiere a moluscos que presentan dos conchas o valvas.

**Características bióticas:** condiciones biológicas (vivas) de un ecosistema

**Características abióticas:** condiciones físicas de un ecosistema.

**Carga:** parámetro que lleva incorporadas la concentración y el tiempo de vertimiento de un RL. Se utiliza para caracterizar los vertidos que resultan de un proceso industrial.

**Caudal:** parámetro de medida que incorpora volumen y tiempo. Se utiliza para cuantificar el flujo de RILES y otros.

**Colectores:** cuelgas especialmente acondicionadas para la obtención de semillas.

**Comunidad:** grupo de poblaciones de diferentes especies ocupando un habitat determinado.

**Concentración:** parámetro que considera el peso y el volumen. Se utiliza para cuantificar parámetros físicos y biológicos.

**Contaminante:** cualquier emisión cuya concentración esté por encima de lo estipulado en alguna normativa ambiental vigente.

**Corrientes:** movimientos del agua producidos por efecto de interacción de olas y topografía costera, mareas, diferencias de densidad o viento.

**Cuelgas:** estructuras confeccionadas con redes de pesca enrolladas y suspendidas en los sistemas de flotación de centros de cultivo de bivalvos.

**Decantación secundaria:** generación de fangos y lodos.

**Declaración de Impacto Ambiental (DIA):** el documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes (tomado de Ley de Bases del Medio Ambiente, Título 1, Artículo 20).

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** medida de la cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo y temperatura determinada, para descomponer por oxidación la materia orgánica del agua con ayuda de bacterias.

**Desinfección:** destrucción selectiva de bacterias y virus patógenos (mejoramiento de la calidad bacteriológica).

**Desove:** liberación de gametos o huevos por parte de los organismos acuícolas.

**Diversidad ecológica:** variedad o abundancia de organismos diferentes que coinciden en algún punto o condición.

**Dureza del agua:** contenido de sales disueltas de calcio y magnesio (principalmente) en el agua.

**Efluente:** curso de agua que sale de las instalaciones de la piscicultura.

**Emisario:** canal o entubado al cual confluyen los RILES y eventualmente aguas lluvia, de refrigeración u otras no utilizadas directamente en la línea de proceso de una planta, y que vierte finalmente en un sitio de disposición final o en un cuerpo receptor.

**Emisión:** cualquier sustancia o reactivo que sea vertida en un cuerpo receptor, en el cual ésta esté ausente o se encuentre en concentraciones diferentes.

**Escala de Wentworth:** escala granulométrica basada en una razón geométrica, donde el límite de cada clase de tamaños es la mitad del inmediatamente anterior. Por ejemplo: 4, 2, 1, 0.5, 0.25 mm, etc.

**Escorrentía:** agua que escurre por la superficie del suelo, cuando la precipitación supera la capacidad de infiltración del suelo.

**Esmoltificación:** proceso de cambios fisiológicos en peces anadrómos, que permiten al organismo migrar a ambientes marinos.

**Especie indicadora:** especie estrechamente unida a la presencia de un factor, condición o carácter del medio ambiente.

**Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** el documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos (tomado de Ley de Bases del Medio Ambiente, Título 1, Artículo 2°).

**Estudio Euleriano de corrientes:** estudio de corrientes donde se emplea un instrumento fijo (correntómetro) que mide las características del cuerpo de agua que pasan por el lugar de medición.

**Estudio Lagrangiano de corrientes:** estudio de corrientes donde el cuerpo de agua que se mueve es monitoreado mediante objetos que se mueven con el agua (derivadores), los que son ubicados a través del tiempo con ayuda de triangulación geodésica o posicionadores satelitales (GPS = Geographic Positioning System).

**Estudio meteorológico:** descripción de las condiciones promedio de la atmósfera.

**Evaluación de Impacto Ambiental:** el procedimiento, a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente o de la Comisión Regional respectiva, en su caso, que, en base a un Estudio o Declaración de Impacto

Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajuste a las normas vigentes (tomado de Ley de Bases del Medio Ambiente, Título 1, Artículo 20).

**Fango:** mezcla de limo, arcilla y materia orgánica carbonosa.

**Fango activo:** masa de microorganismos móvil.

**Fango bacteriano:** masa de microorganismos fija.

**Fauna:** conjunto de animales que viven en un área o región.

**Fitoplancton:** algas microscópicas que habitan en la columna de agua.

**Fijación:** etapa durante la cual los organismos marinos se adhieren a algún tipo de sustrato ya sea este natural o artificial.

**Floculación:** proceso que ocurre frecuentemente en el fango; eléctricas y contenidos de materia orgánica, las partículas se agrupan mucho mayores que su tamaño medio individual.

**Flora:** lista de todos los vegetales de diferente rango taxonómico área o región



**Fosa de decantación:** aquella destinada a la retención de sólidos de alta densidad, y cuya eficiencia está dada por la profundidad (volumen) y tiempo de permanencia de los residuos.

**Fosa de flotación:** aquella destinada a la separación de fracciones de densidad inferior a la del agua (usualmente grasas), es decir que quedan suspendidas en la parte superior de la columna, para su remoción mecánica.

**Fotoperiodo:** relación entre horas de luz y horas de oscuridad durante un periodo de 24 horas.

**Gametogénesis:** formación y desarrollo de los gametos.

**Grava:** partículas mayores que 2 mm (según escala Wentworth).

**Hábitat:** el lugar ocupado por una determinada especie en el ecosistema.

**Hatchery (criadero):** laboratorios acondicionados para la obtención de semillas de organismos acuícolas.

**Impacto ambiental:** alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

**Indice de conversión:** relación entre la ganancia en peso y la cantidad de

alimento suministrado.

**Insumo:** Cualquier sustancia o reactivo utilizada en el procesamiento de la materia prima, ya sea directamente (aditivo) o en la limpieza del producto, o la limpieza de operarios o utensilios utilizados en el faenamiento (e.g. detergentes yodados).

**Intermareal:** zona en el borde costero entre el nivel de la marea alta y marea baja.

**Limo:** partículas comprendidas entre 62.5 y 3.9 micras (según escala de Wentworth).

**Línea de base:** descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, realizada en forma previa a su ejecución.

**Long line (línea larga):** sistema de cultivo de bivalvos que consiste básicamente en una cuerda resistente que se mantiene tensada y flotante. De ella se suspenden las cuelgas de cultivo.

**Macroinfauna bentónica:** organismos bentónicos que quedan retenidos en cedazos cuya abertura de malla sea 500 micras (0.5 mm).

**Mancha parr:** manchas laterales características de peces salmonideos en la

etapa previa al proceso de esmoltificación.

**Marea:** onda producida en los océanos y grandes lagos por la interacción gravitatoria del sol y la luna. Generalmente el período de esta onda es de 12.5 horas. Las mayores diferencias de altura entre pleamar (marea alta) y bajamar (marea baja) ocurre durante las mareas de sicigia (mareas vivas), es decir aquellas mareas que se producen con luna nueva y luna llena.

**Materia orgánica carbonosa:** material de origen vegetal o animal, que se determina por diferencia de peso después de ignición a 55000.

**Materia prima:** Recurso hidrobiológico (en este contexto) a ser procesado en una línea de faenamiento para la obtención de un producto final.

**Medio ambiente:** conjunto de factores físicos, químicos, biológicos y sociales susceptibles de causar efecto directo o indirecto

**Métodos granulométricos computacionales:** métodos de cálculo de parámetros estadísticos basados en técnicas computacionales (métodos de momentos).

**Métodos granulométricos gráficos:** métodos de cálculo de parámetros estadísticos basados en valores leídos de una curva acumulativa de tamaños de grano.

**Mitilicultura:** centro de cultivo de bivalvos mitílidos (mejillones o choritos), en sistemas de fondo o suspendidos.

**Mitílidos:** moluscos bivalvos de la familia Mytilidae. En general son moluscos bivalvos del tipo de choritos y cholgas.

**Muertos:** estructuras de cemento u otro material, las que sirven de sistema de anclaje a balsas y sistemas de long-line.

**Neutralización:** proceso químico destinado a conseguir un pH óptimo para operaciones posteriores del tratamiento de los residuos.

**Nutrientes:** compuestos de nitrógeno o de fósforo que favorecen en aguas superficiales el desarrollo de la flora, característica de la eutrofización.

**Pellets:** alimento seco y prensado, hecho principalmente con harina y aceite de pescado, pigmentos naturales y vitaminas.

**Peces anádromos:** aquellos que inician su ciclo vital en el agua dulce y luego migran a aguas saladas.

**Pozo de decantación:** aquel destinado a la retención de sólidos de alta densidad y cuya eficiencia está dada por la profundidad (volumen) y tiempo

de permanencia de los residuos.

**Ostricultura:** centro de cultivo de alguna especie de ostras.

**Raleos:** procedimiento que se realiza en general en centros mitilícolas y ostrícolas; consiste en eliminar la sobredensidad de organismos en los colectores o cuelgas de cultivo.

**Residuo industrial sólido (RIS):** Cualquier vertido sólido que resulta de un proceso industrial.

**Residuo industrial líquido (RIL):** Cualquier vertido líquido que resulta de un proceso industrial.

**Saco vitelino:** reservas alimenticias (proteínas y lípidos) presentes en peces recién eclosionados.

**Semilla:** individuos pequeños, de los diferentes grupos de bivalvos que están siendo cultivados.

**Submareal:** área del borde costero bajo el nivel de la marea baja.

**Swimp up:** etapa en la cual los peces comienzan a nadar.

**Transecto:** forma de muestreo caracterizada por la toma de datos en un recorrido determinado y prefijado.

**Tratamiento previo:** conjunto de rejillas finas y gruesas, con menor o mayor separación, que permiten retener sólidos gruesos (<desbaste).

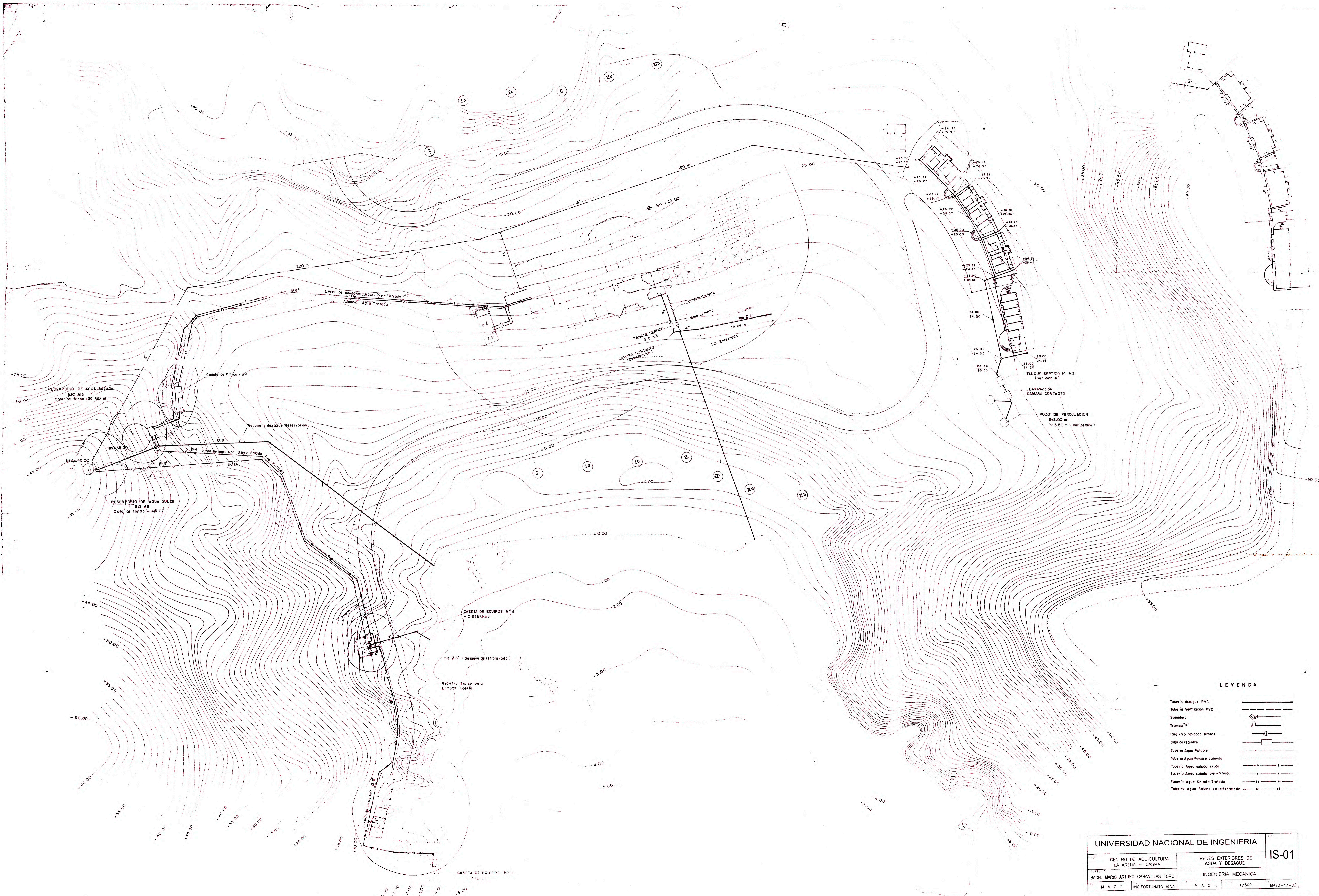
**Tratamiento secundario:** degradación de la materia orgánica mediante métodos aerobios, anaerobios o facultativos.

**Tratamiento primario:** separación por medios físicos de los sólidos en suspensión no retenidos en el tratamiento previo. De acuerdo a la densidad del residuo, se distinguen decantación y flotación.

**Tratamiento terciario:** retención fina de materia orgánica o no biodegradable, además de sales inorgánicas disueltas, entre las cuales son especialmente importantes el nitrógeno y el fósforo.

**Turbidez:** grado de opacidad del agua producido por partículas en suspensión en la columna de agua.



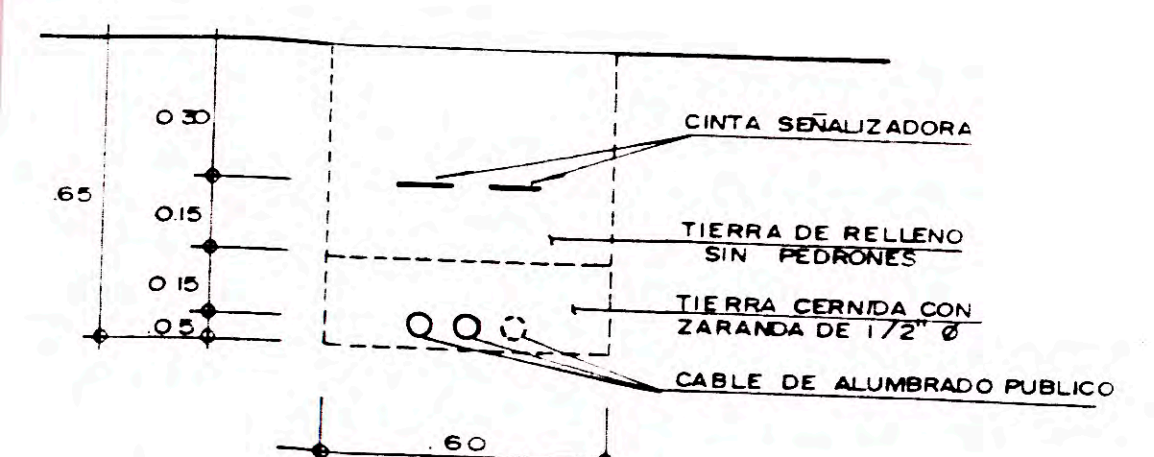


LEYENDA

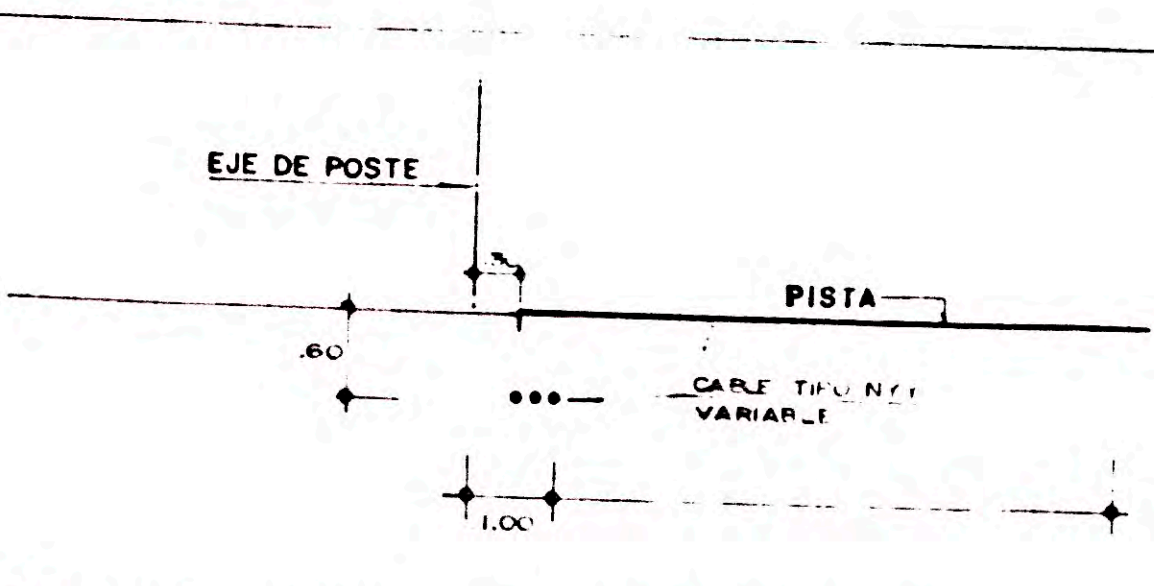
- Tubería desague PVC
- Tubería ventilación PVC
- Sumidero
- Trampa "P"
- Registro ras code bronce
- Caja de registro
- Tubería Agua Potable
- Tubería Agua Potable caliente
- Tubería Agua salado crudo
- Tubería Agua salado pre-filtrado
- Tubería Agua Salado Tratado
- Tubería Agua Salado caliente tratado

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>		<b>IS-01</b>
CENTRO DE ACUICULTURA LA ARENA - CASMA	REDES EXTERIORES DE AGUA Y DESAGUE	
BACH. MARIO ARTURO CABANILLAS TORO		INGENIERIA MECANICA
M. A. C. T.	ING FORTUNATO ALVA	M. A. C. T. 1/500 MAYO-17-02

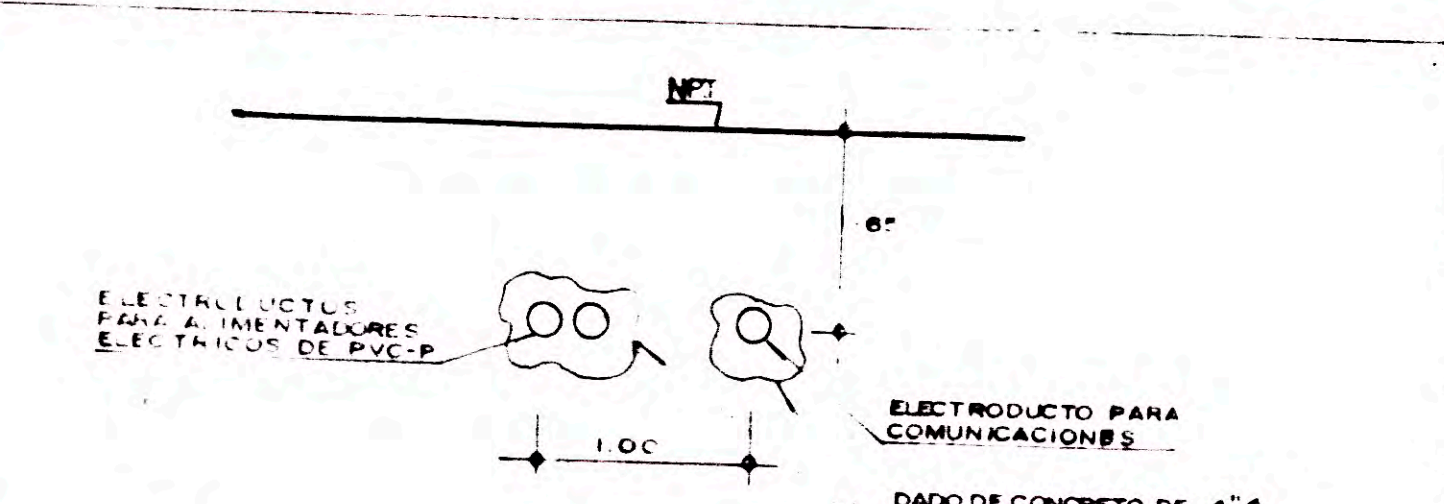




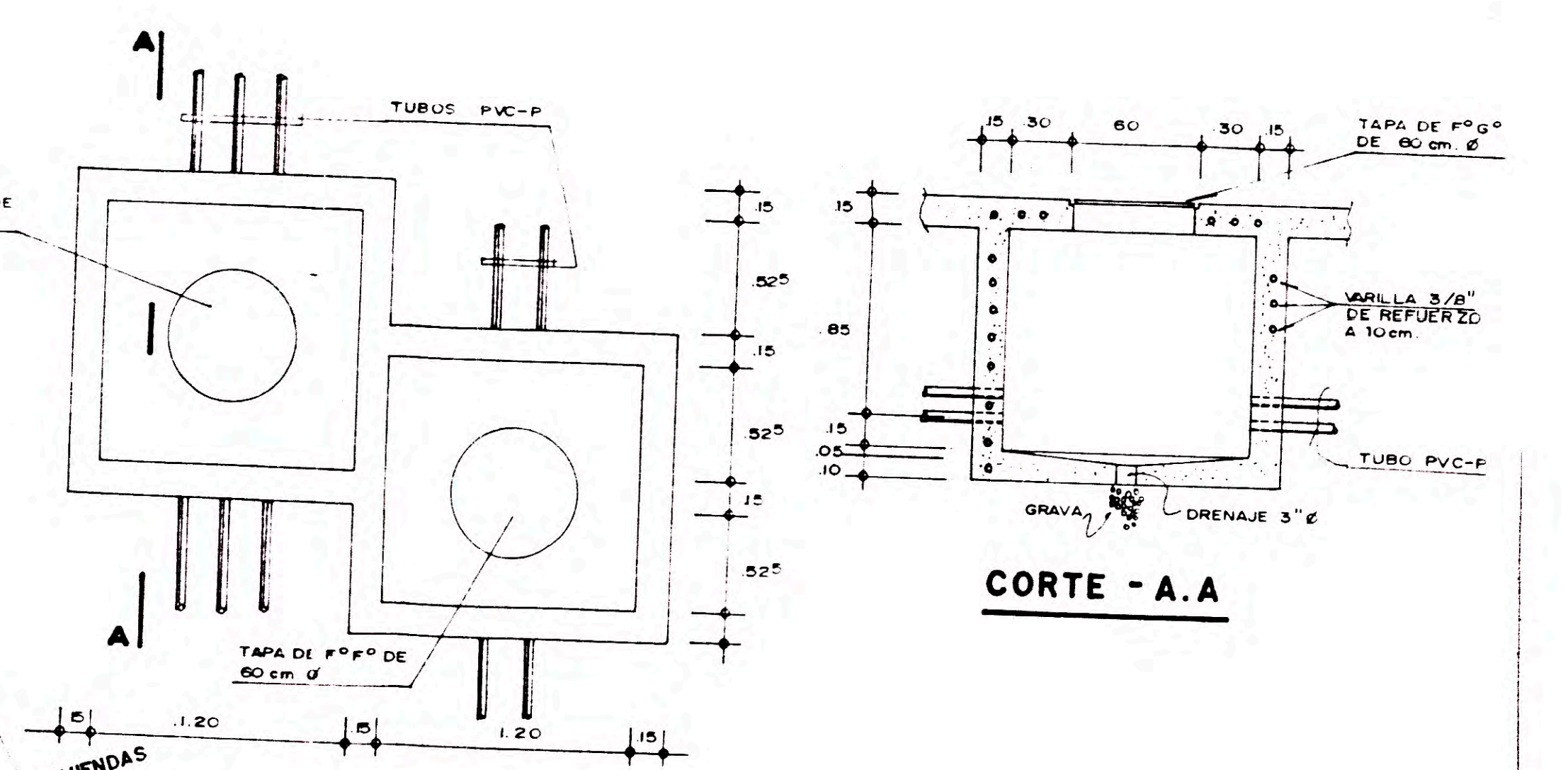
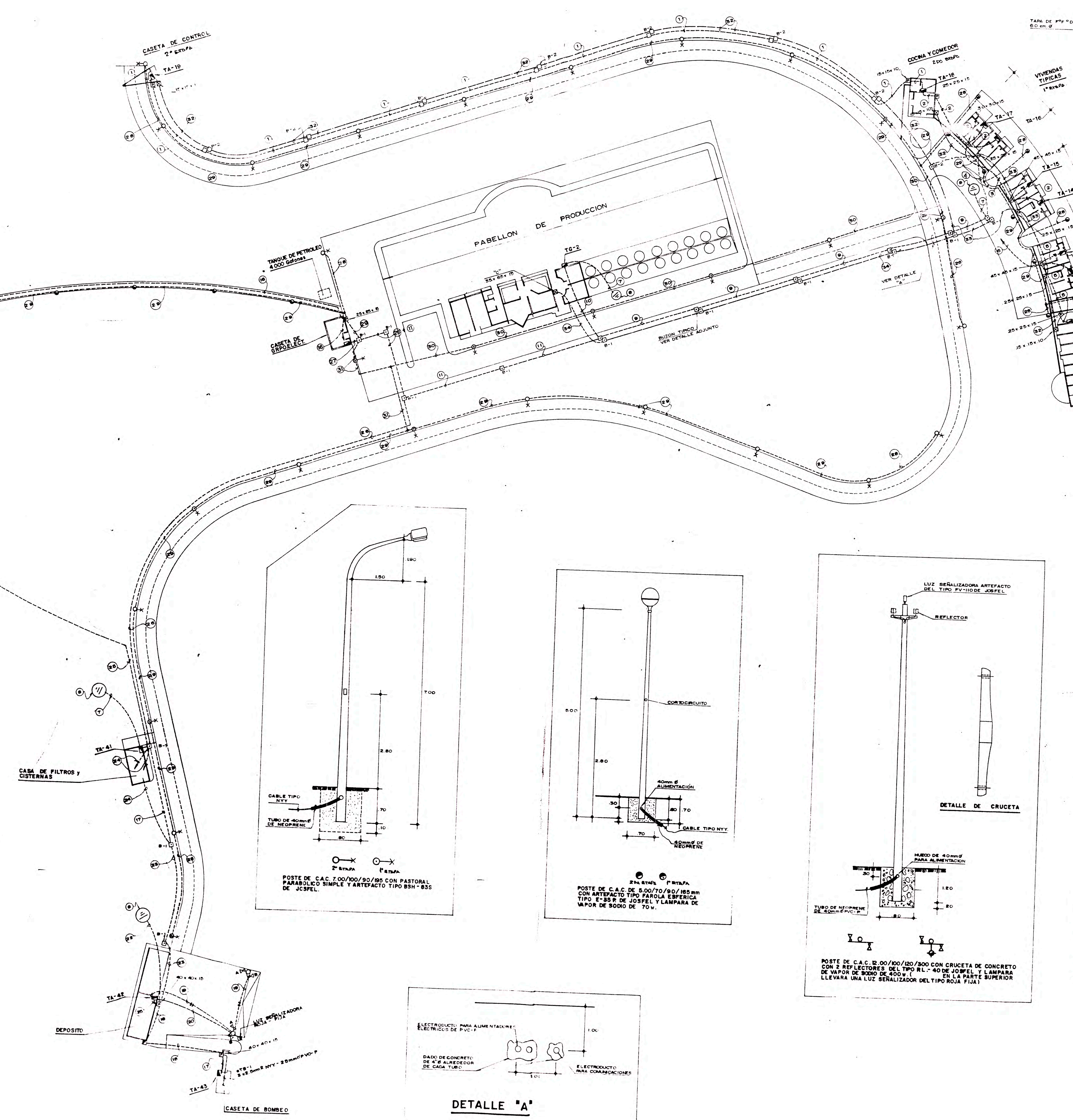
ALLES DE INSTALACION DE CABLES NYN



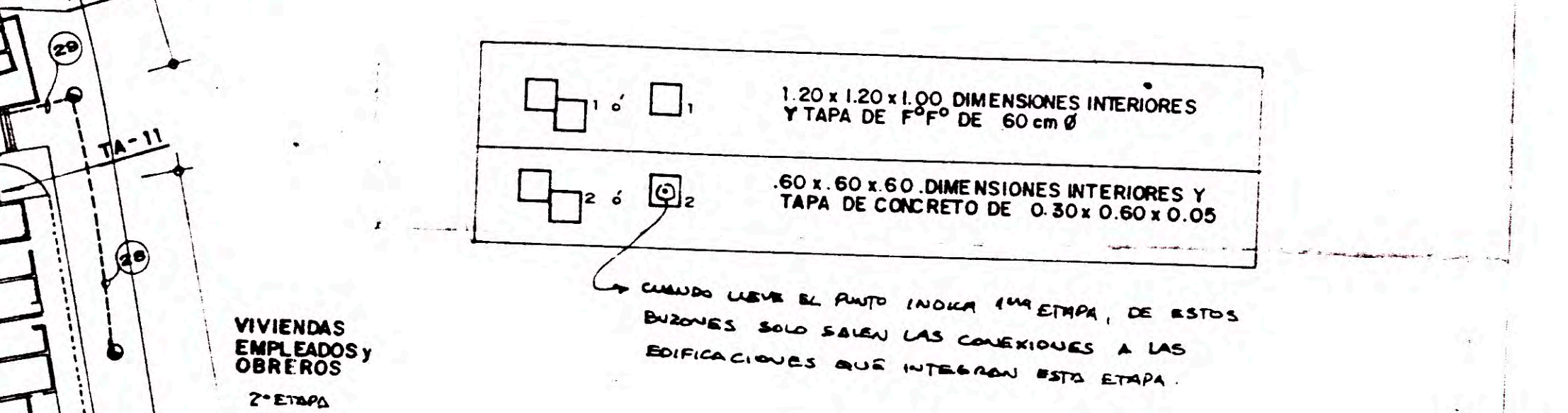
DETALLE TIPICO DE INSTALACION DE POSTES



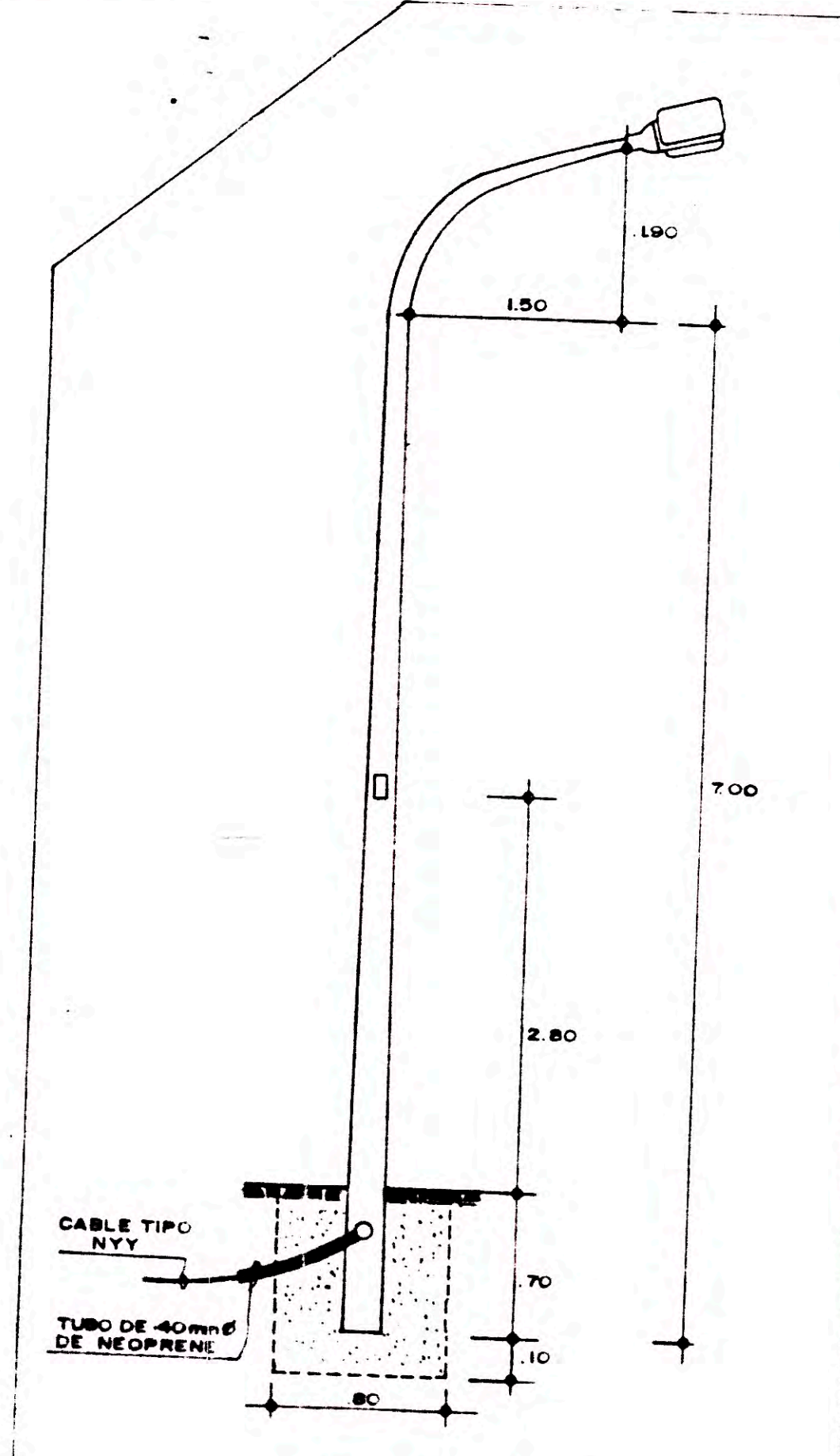
DETALLE TIPICO DE INSTALACION DE ELECTRODUCTOS ALIMENTADORES



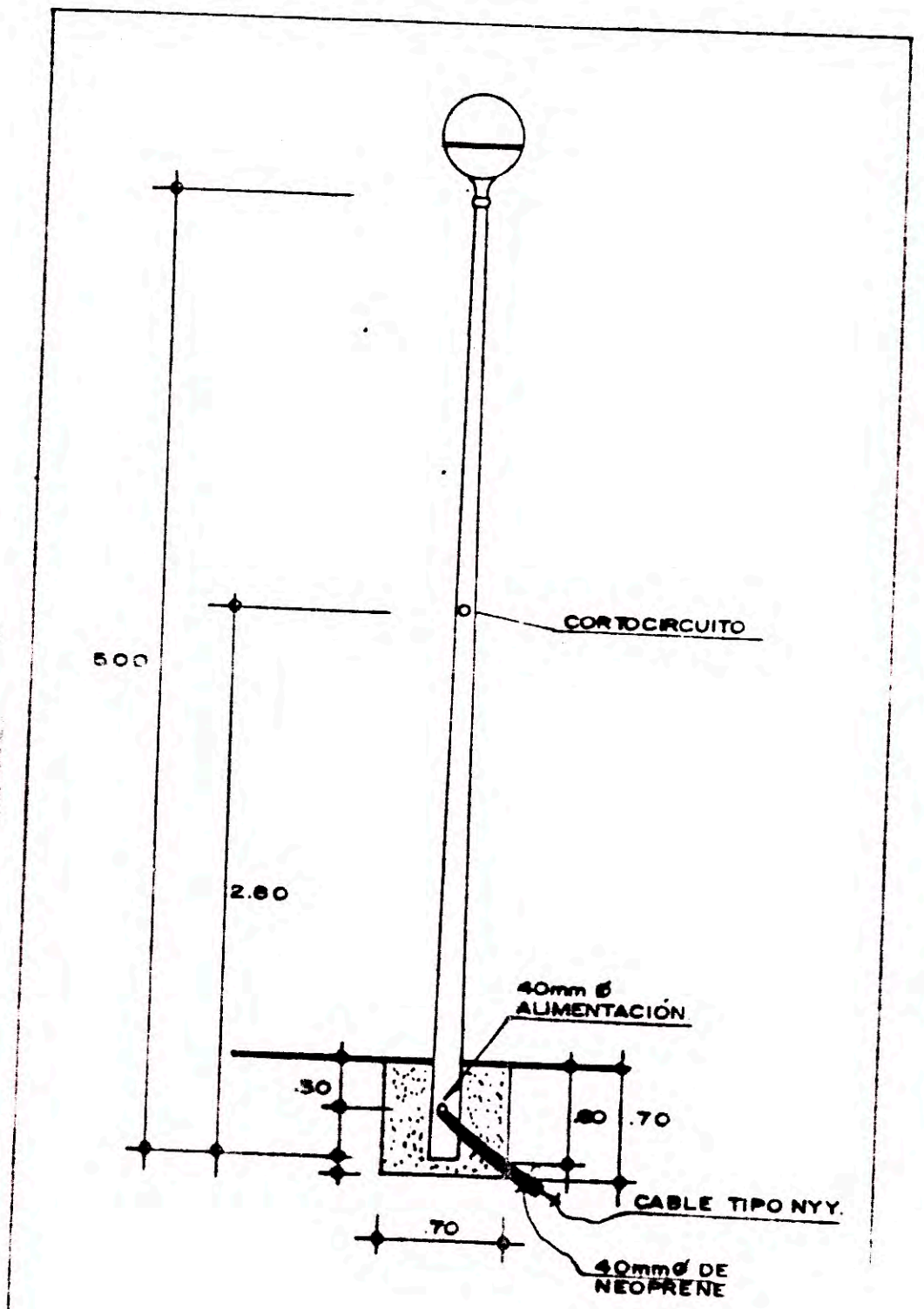
DETALLE DE BUZON ELECTRICO Y COMUNICACION



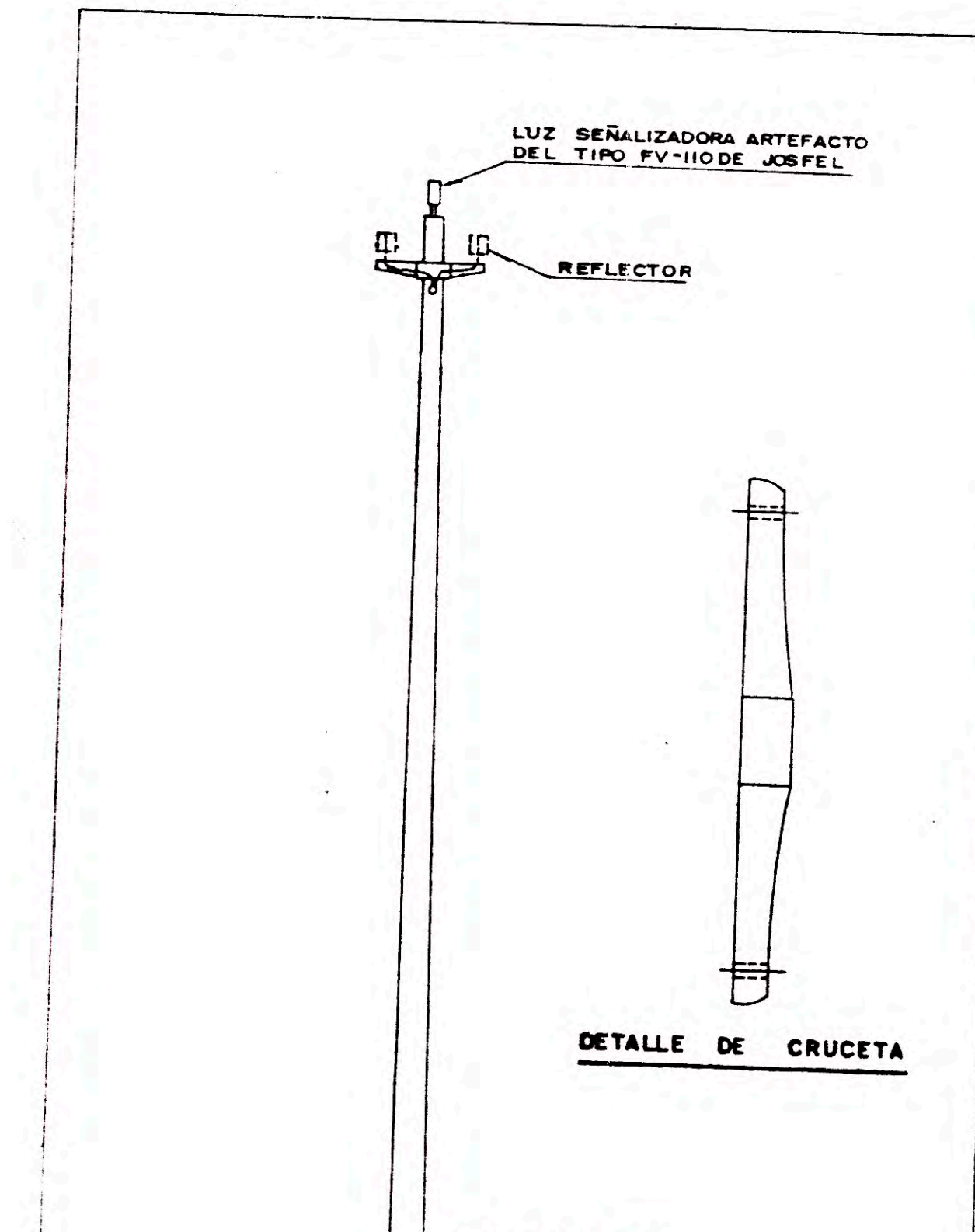
CUADRO DE CLAVES	
1	C-5, 3x6mm <sup>2</sup> TW+1x4mm <sup>2</sup> T-25mm <sup>2</sup> PVC-P
2	G-12, 3x25mm <sup>2</sup> TW+1x10mm <sup>2</sup> T-40mm <sup>2</sup> PVC-P
3	G-12, 3x25mm <sup>2</sup> TW+1x10mm <sup>2</sup> T-50mm <sup>2</sup> PVC-P
4	G-12, 3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+1x16mm <sup>2</sup> T-80mm <sup>2</sup> PVC-P
5	G-11, 3x25mm <sup>2</sup> TW+1x10mm <sup>2</sup> T-40mm <sup>2</sup> PVC-P
6	G-11, 3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+1x16mm <sup>2</sup> T-80mm <sup>2</sup> PVC-P
7	LINEA DE TIERRA, 1x25mm <sup>2</sup> CU DESNUDO/T-25mm <sup>2</sup> PVC-P
8	TOMA DE TIERRA, VER DETALLE PLANO I.E.-5a/6
9	G-11+G-12 RESERVA: 2 (3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+80mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (80mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A)
10	G-21: 3-1x20mm <sup>2</sup> NYN+80mm <sup>2</sup> PVC-P
11	G-11+G-12 G-21+RESERVA: 2 (3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+80mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (3-1x20mm <sup>2</sup> NYN+100mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (80mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A)
12	G-22: 2-1x6mm <sup>2</sup> NYN+40mm <sup>2</sup> PVC-P
13	CONTROL RESERVOIR AGUA DULCE: 3-1x4mm <sup>2</sup> NYN+25mm <sup>2</sup> PVC-P
14	G-22+CONTROL: 1 (2-1x6mm <sup>2</sup> NYN)+ 1 (3-1x4mm <sup>2</sup> NYN)
15	CONTROL RESERVOIR AGUA SALADA: 3-1x4mm <sup>2</sup> NYN+25mm <sup>2</sup> PVC-P
16	G-22: 3-1x6mm <sup>2</sup> NYN + 16A G-22: 3-1x6mm <sup>2</sup> NYN+40mm <sup>2</sup> PVC-P
17	G-24: 3-1x35mm <sup>2</sup> NYN+1x16mm <sup>2</sup> T-65mm <sup>2</sup> PVC-P
18	G-24+CONTROL CISTERNA AGUA SALADA: 1 (3-1x35mm <sup>2</sup> NYN+1x16mm <sup>2</sup> T-65mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (3x35mm <sup>2</sup> TW+1x25mm <sup>2</sup> T-10mm <sup>2</sup> PVC-P)
19	C-5: 4x6mm <sup>2</sup> TW+25mm <sup>2</sup> PVC-P
20	G-4: 2x4mm <sup>2</sup> TW+15mm <sup>2</sup> PVC-P (LUZ DE BALIZAJE)
21	C-4: 3-1x10mm <sup>2</sup> NYN+1x6mm <sup>2</sup> T-40mm <sup>2</sup> PVC-P
22	LINEA DE TIERRA, 1x16mm <sup>2</sup> CU DESNUDO/T-20mm <sup>2</sup> PVC-P
23	G-24+CONTROL CISTERNA AGUA SALADA: 1 (3-1x35mm <sup>2</sup> NYN+85mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (2x25mm <sup>2</sup> TW+1x25mm <sup>2</sup> T-15mm <sup>2</sup> PVC-P)
24	CONTROLES DE RESERVOIR 4 CISTERNAS DE AGUA SALADA Y DULCE 2x2.5mm <sup>2</sup> TW+1x2.5mm <sup>2</sup> T-10mm <sup>2</sup> PVC-P
25	CONTROLES RESERVOIR: 2 (3-1x2.5mm <sup>2</sup> NYN+EXTRAFLXBLU)
26	G-23+G-24: 1 (3-1x70mm <sup>2</sup> NYN)+ 1 (3-1x35mm <sup>2</sup> NYN)
27	G-11+G-12+G-13+G-21+G-23+G-24+RESERVA: 1 (3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+100mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 3 (3-1x70mm <sup>2</sup> NYN+80mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 1 (3-1x35mm <sup>2</sup> NYN+80mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 2 (1x16mm <sup>2</sup> NYN+50mm <sup>2</sup> PVC-P)+ 2 (80mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A)
28	2-1x6mm <sup>2</sup> NYN
29	3-1x10mm <sup>2</sup> NYN
30	3-1x16mm <sup>2</sup> NYN
31	25mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A
32	40mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A
33	50mm <sup>2</sup> PVC-P, S/A



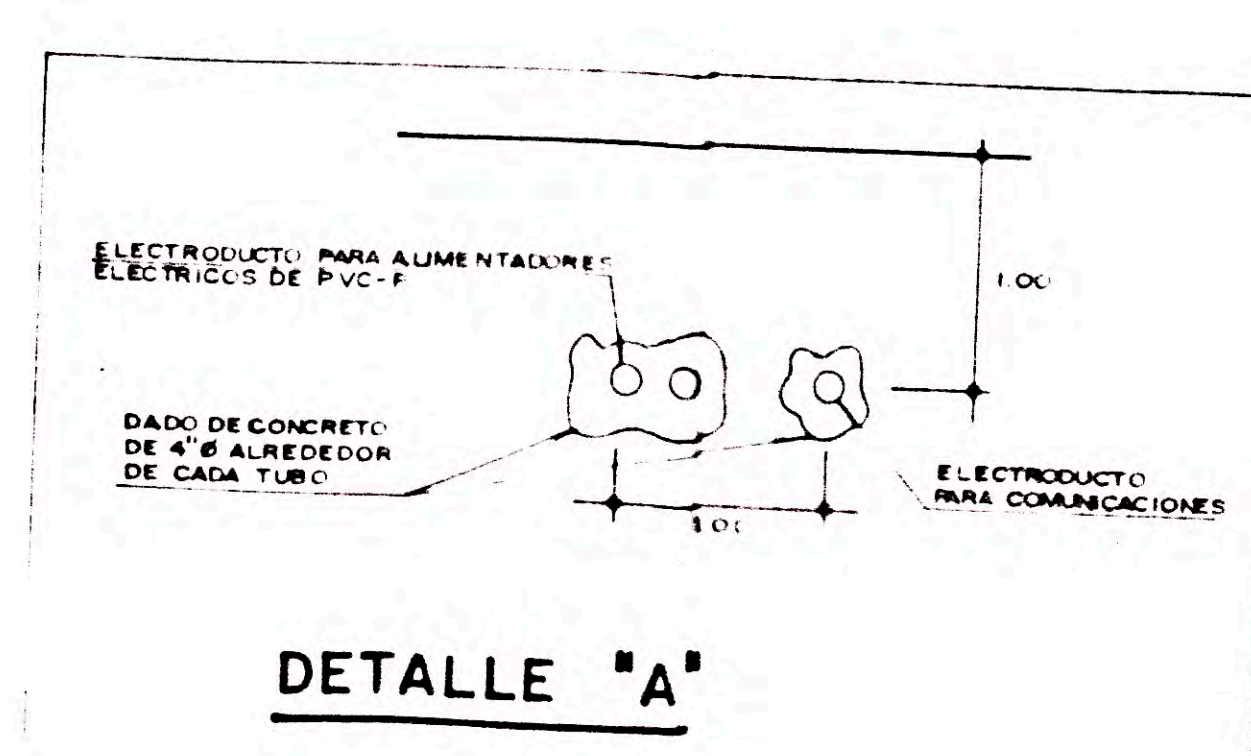
POSTE DE C.A.C. 7.00/100/80/80 CON PASTORAL PARABOLICO SIMPLE Y ARTEFACTO TIPO BSM-835 DE JOSEF.



POSTE DE C.A.C. DE 5.00/70/150/180 MM CON ARTEFACTO TIPO FAROLA ESFERICA TIPO F-253 DE JOSEF Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 70V.

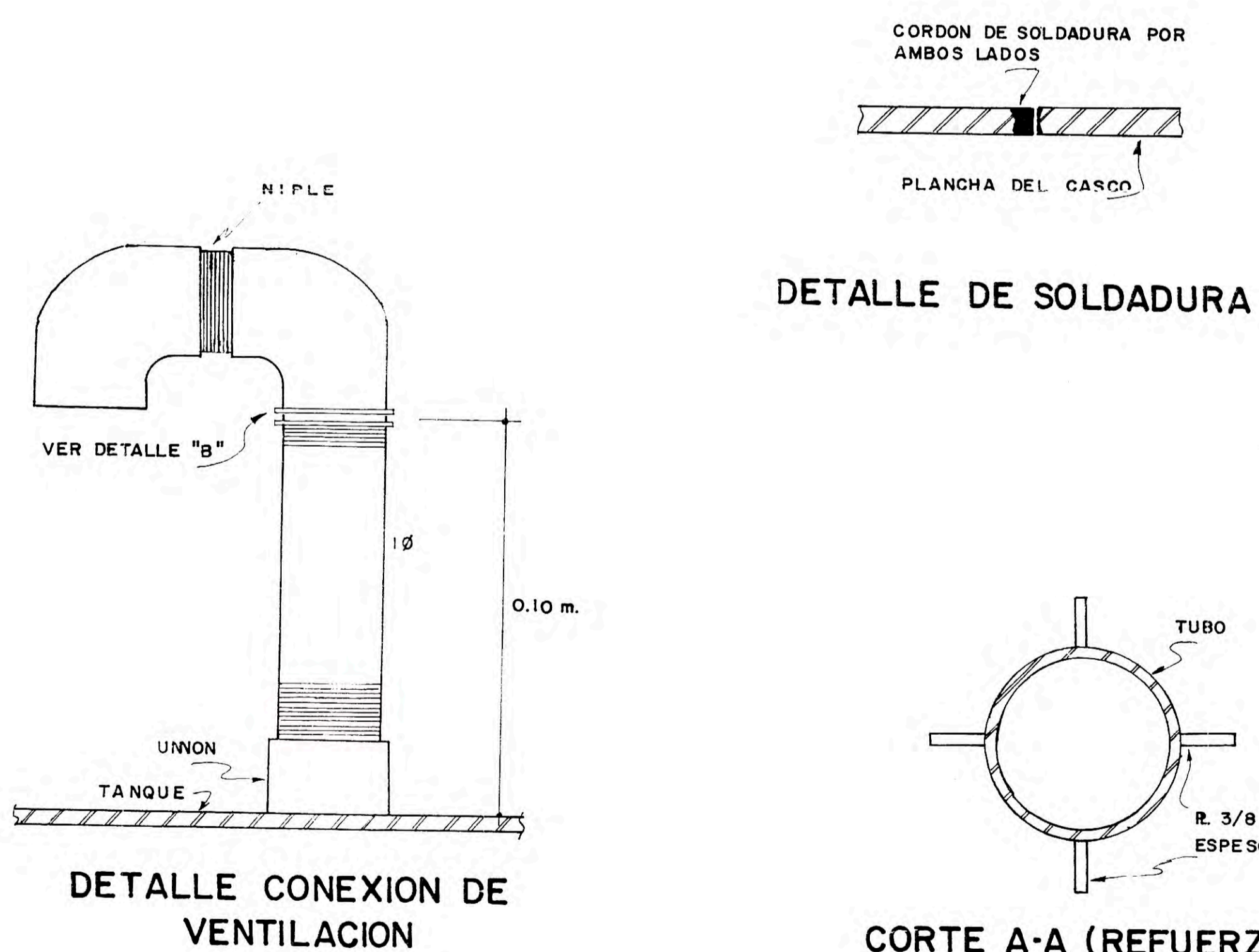
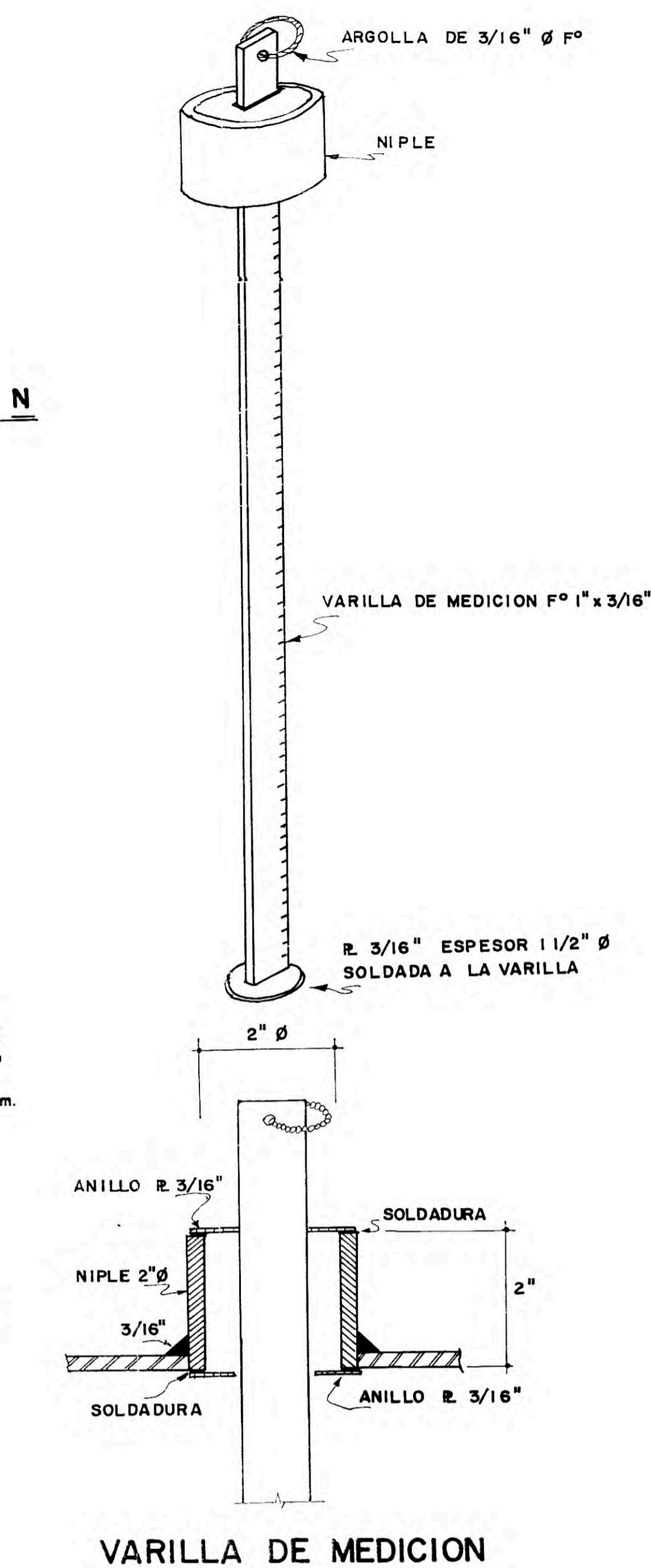
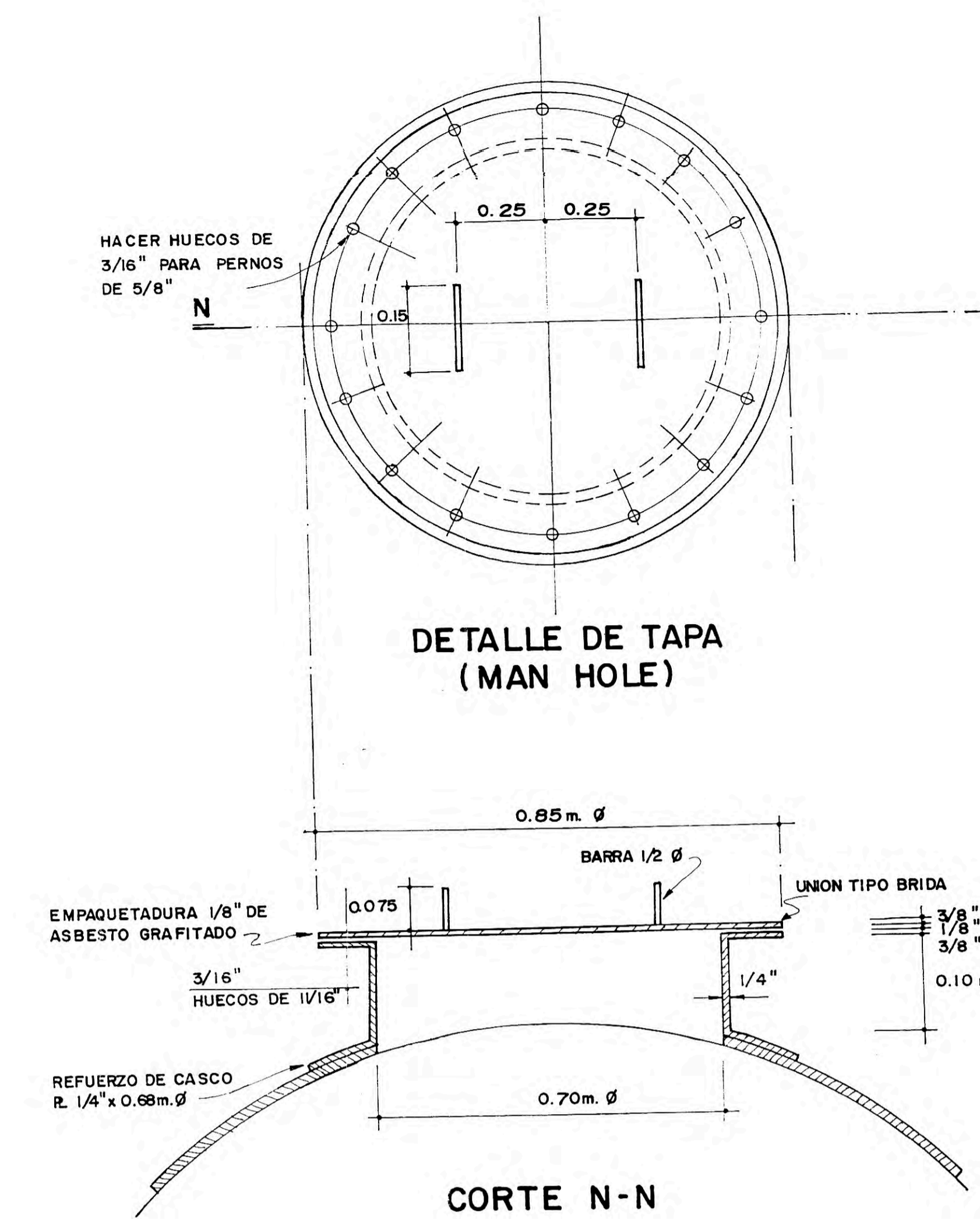
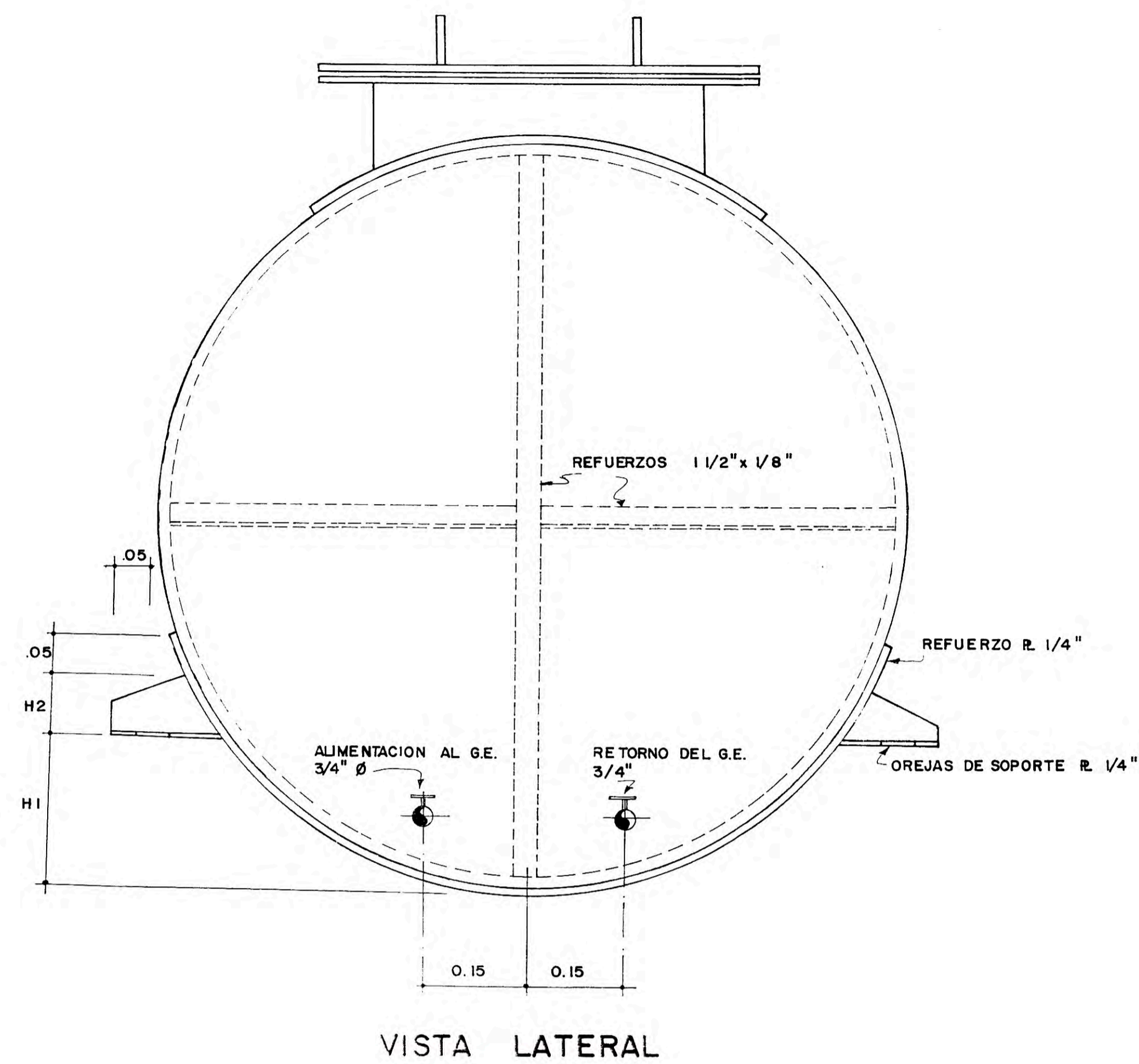
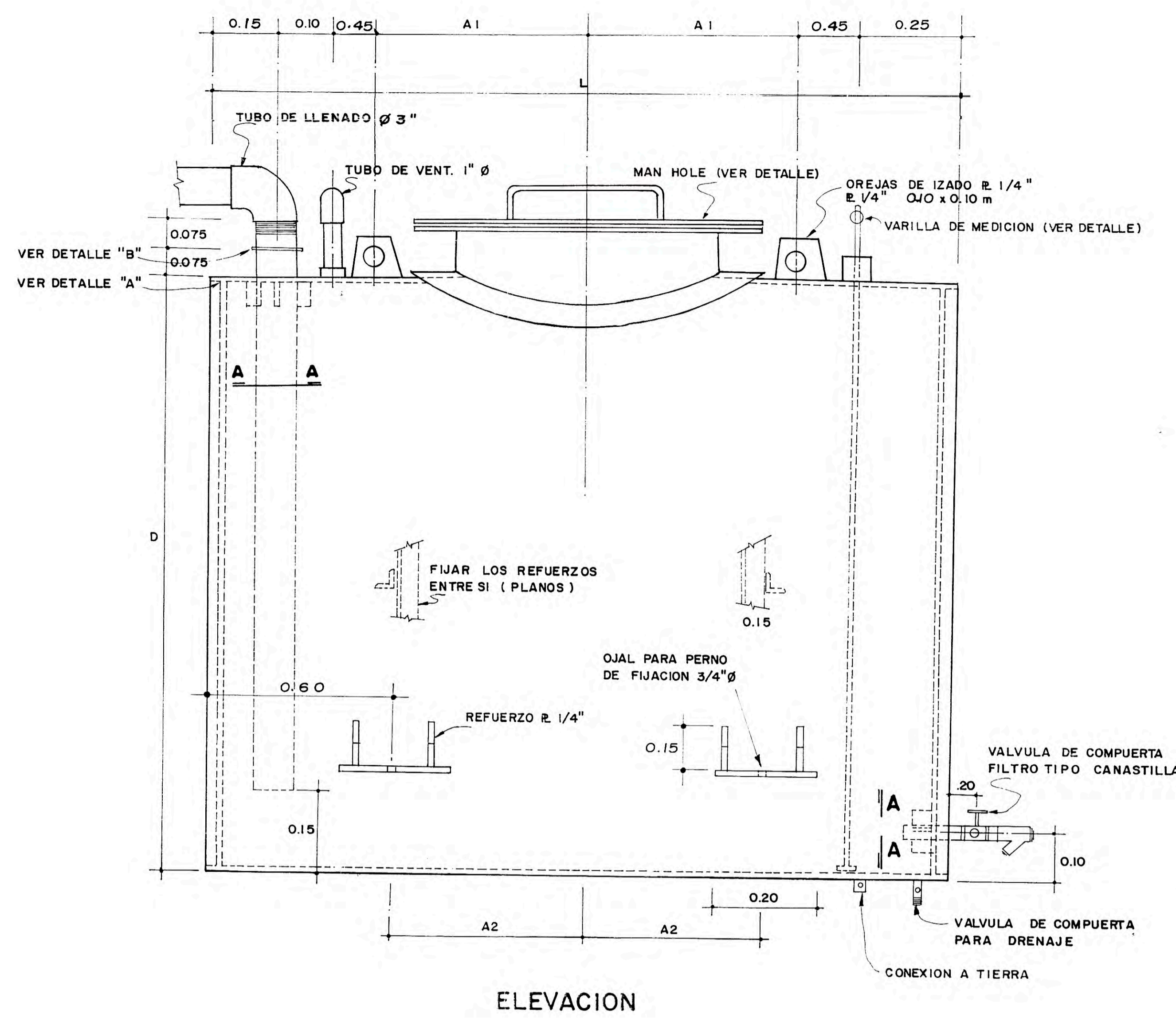


POSTE DE C.A.C. 12.00/100/100/200 CON CRUCETA DE CONCRETO CON 2 REFLECTORES DEL TIPO RL-40 DE JOSEF Y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE 400V. EN LA PARTE SUPERIOR LLEVARA UNA LUZ SEÑALIZADOR DEL TIPO ROJA FIJA.

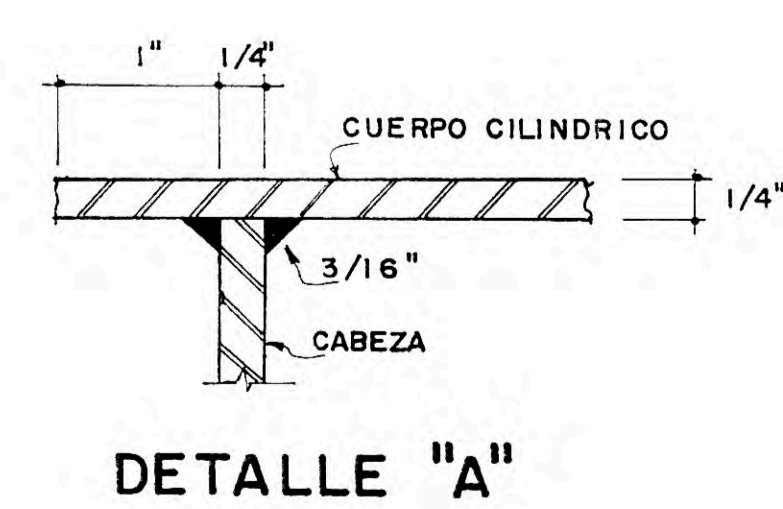


DETALLE 'A'



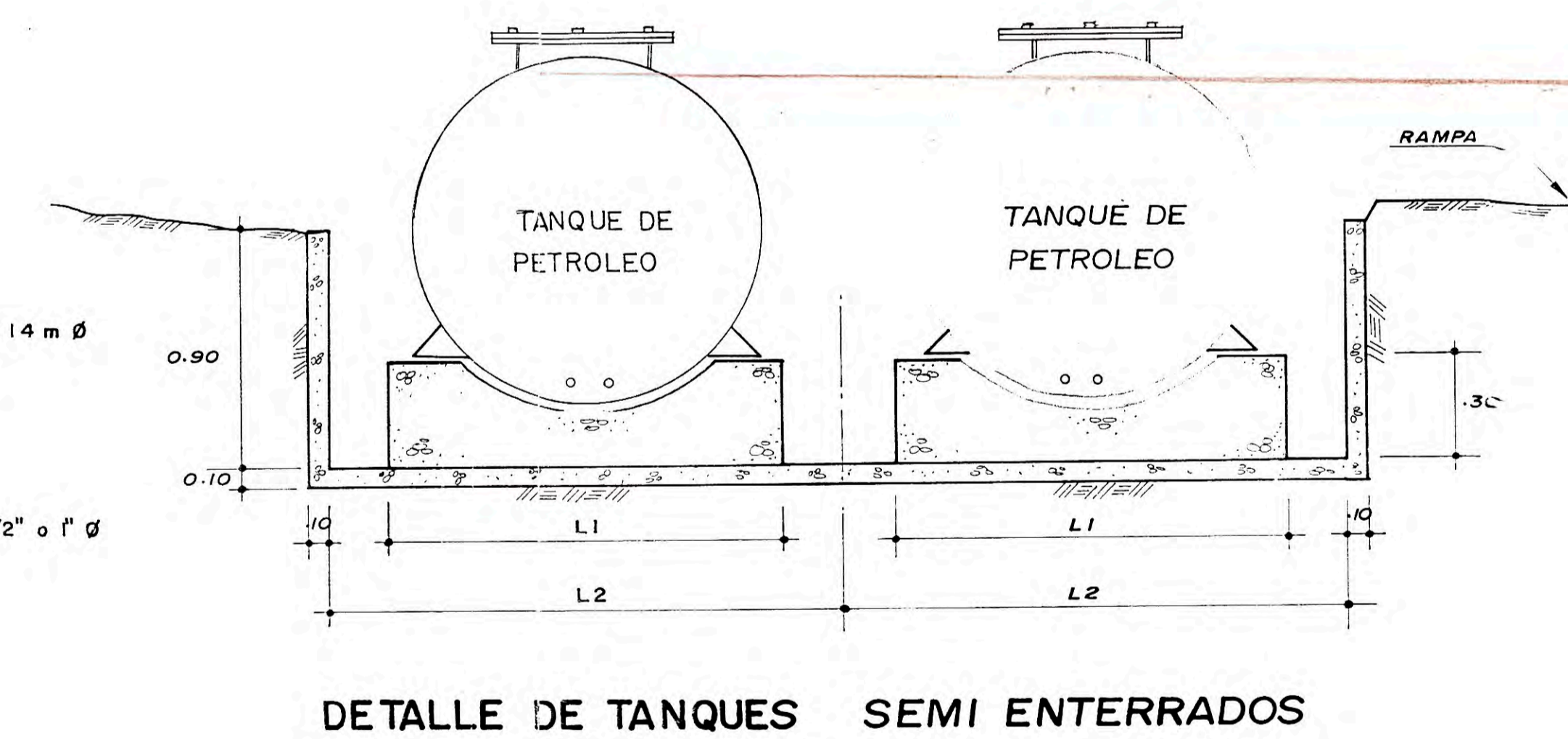
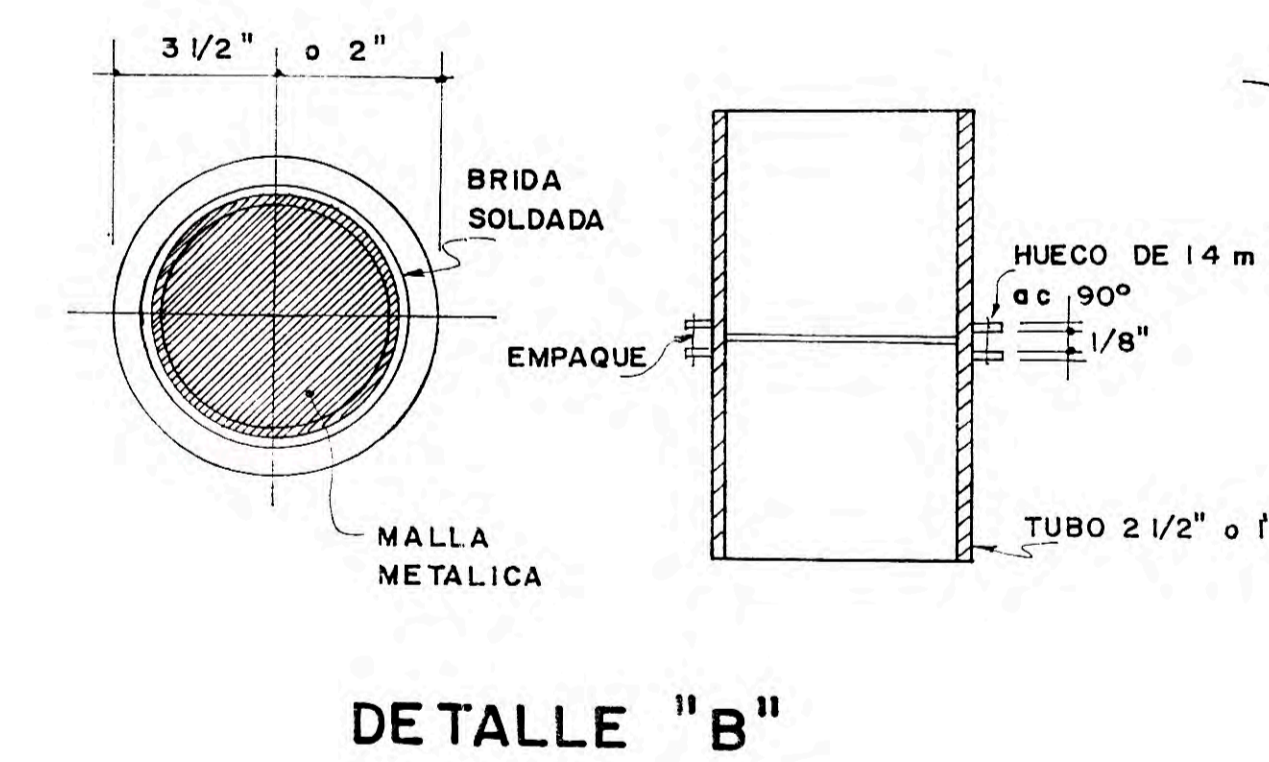


CORTE A-A (REFUERZO)



**NOTAS.**

1. LOS TANQUES ESTAN CONSTRUIDOS CON PLANCHAS DE ACERO A-36 O EQUIVALENTE, CON ESPESOR DE 3/16"
2. TODAS LAS COSTURAS DEL CUERPO CILINDRICO ESTAN SOLDADAS A TOPE, CON UNA ABERTURA DE 1/8"
3. LAS COSTURAS ENTRE EL CUERPO CILINDRICO Y LAS CABEZAS SE EFECTUARON SEGUN DETALLE A
4. TODAS LAS CONEXIONES ESTAN COLOCADAS SOBRE UNA MISMA GENERATRIZ, NINGUNA ABERTURA PARA ELLA PODRA CORTARSE A TRAVES DE LAS COSTURAS DEL TANQUE.
5. PARA TODAS LAS SOLDADURAS SE UTILIZARON ELECTRODOS DE 5/32" O 3/16"
6. ANTES DE PINTARSE EL TANQUE SE PROBO LLENANDOLO DE AGUA, CONTRAGOTERAS Y FUGAS CON UNA PRESION DE PRUEBA NO MENOR DE 5, NI MAYOR DE 10 LIBRAS POR PULG. CUADRADA, LAS PRUEBAS SE REALIZARON EN UN PERIODO DE 24 HORAS COMO MINIMO.
7. EL TANQUE SE PINTO EXTERIORMENTE CON DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIONA DIRECTAMENTE SOBRE LA PLANCHA, PREVIO ARENADO Y ELIMINACION DE POLVO, GRASA, HUMEDAD Y MATERIAS EXTRAÑAS, LUEGO SE LE APLICO DOS MANOS DE ESMALTE.
8. LA VARILLA DE MEDICION ESTA GRADUADA EN LITROS CADA 10 LITROS.
9. LAS BRIDAS SON DE ACERO DEL TIPO DE CUELLO
10. LOS PERNOS SON DE ACUERDO A LA ESPECIFICACION A-307 DE LA ASTM, LAS CABEZAS DE LOS PERNOS Y TUERCAS SON HEXAGONALES.

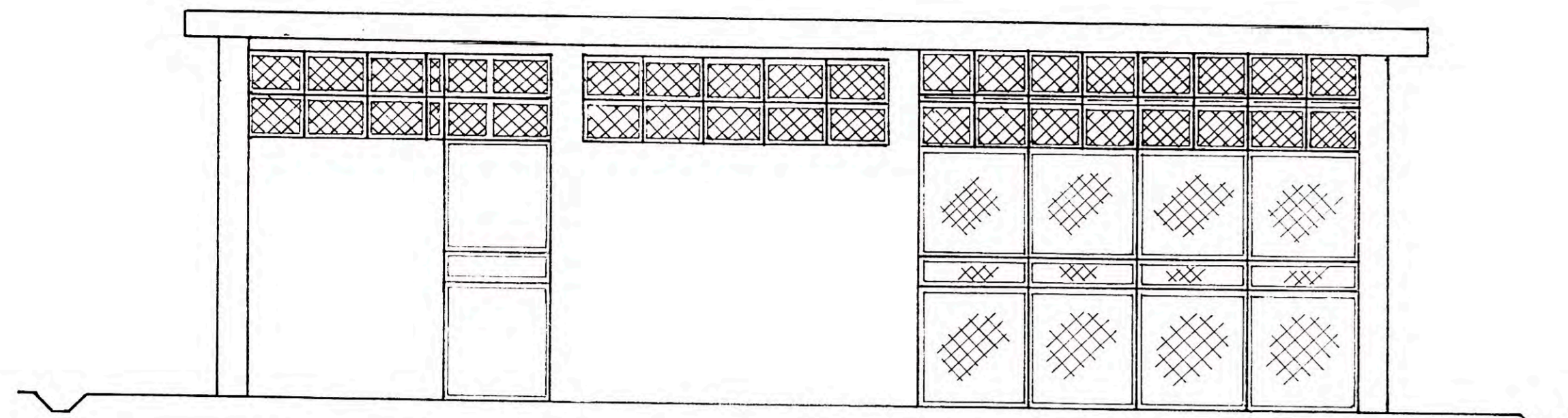


CAPACIDAD (LT)	DIMENSIONES (m.)							
	D	L	A1	A2	H1	H2	L1	L2
5,000	1.60	2.90	0.75	0.75	0.25	0.15	1.70	2.40

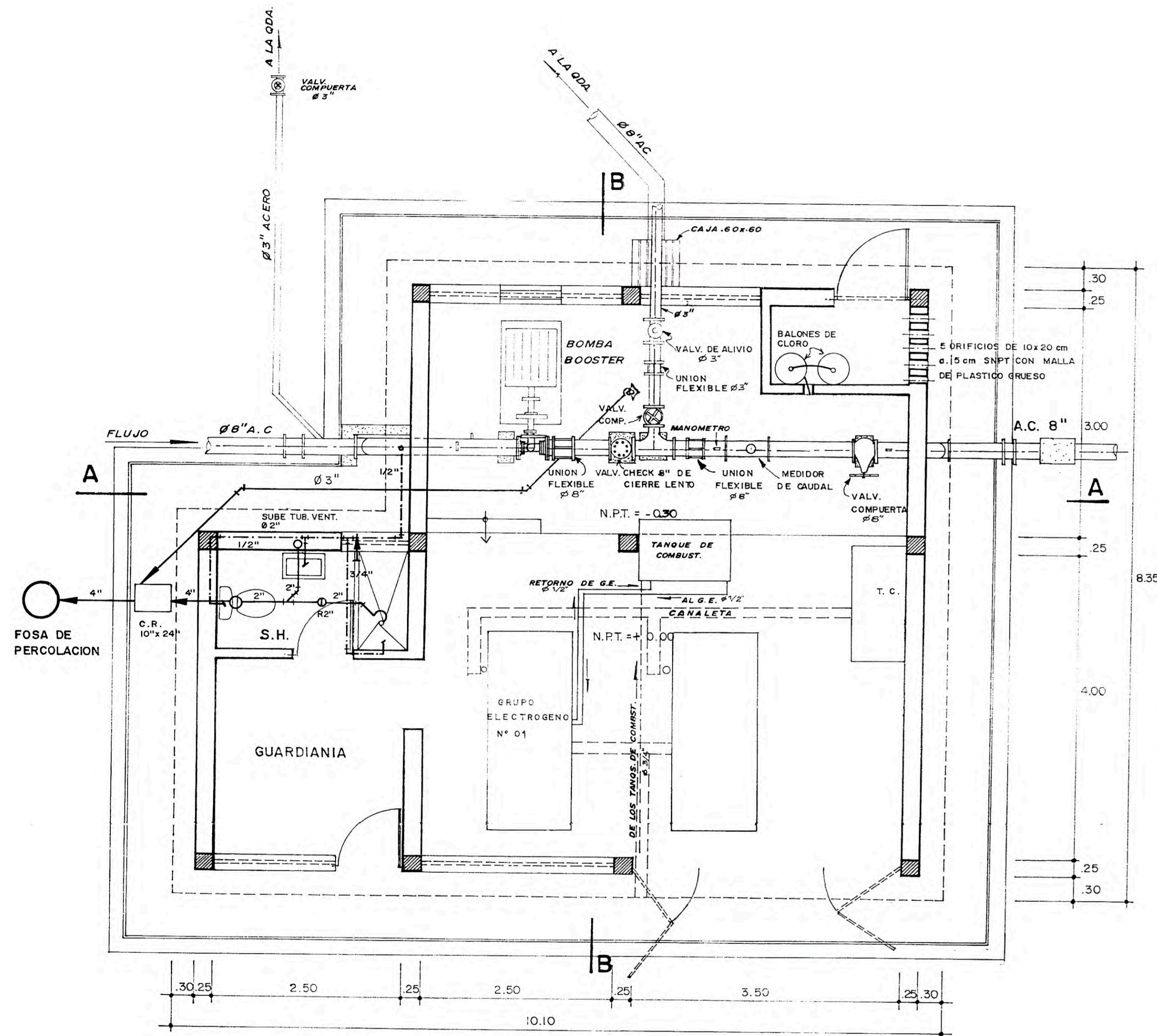
TEMA : EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LINEA DE BOMBEO DE 30 KM, 32 LPS.

DIBUJO : ALFREDO HERRERA		PLANO :
REVISO : H. QUISPE		TANQUES DE COMBUSTIBLE - G.F. JPO
ESCALA : INDICADA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	ELECTROGENO
FECHA : 28 / 12 / 2,000		Nº PLANO : 3

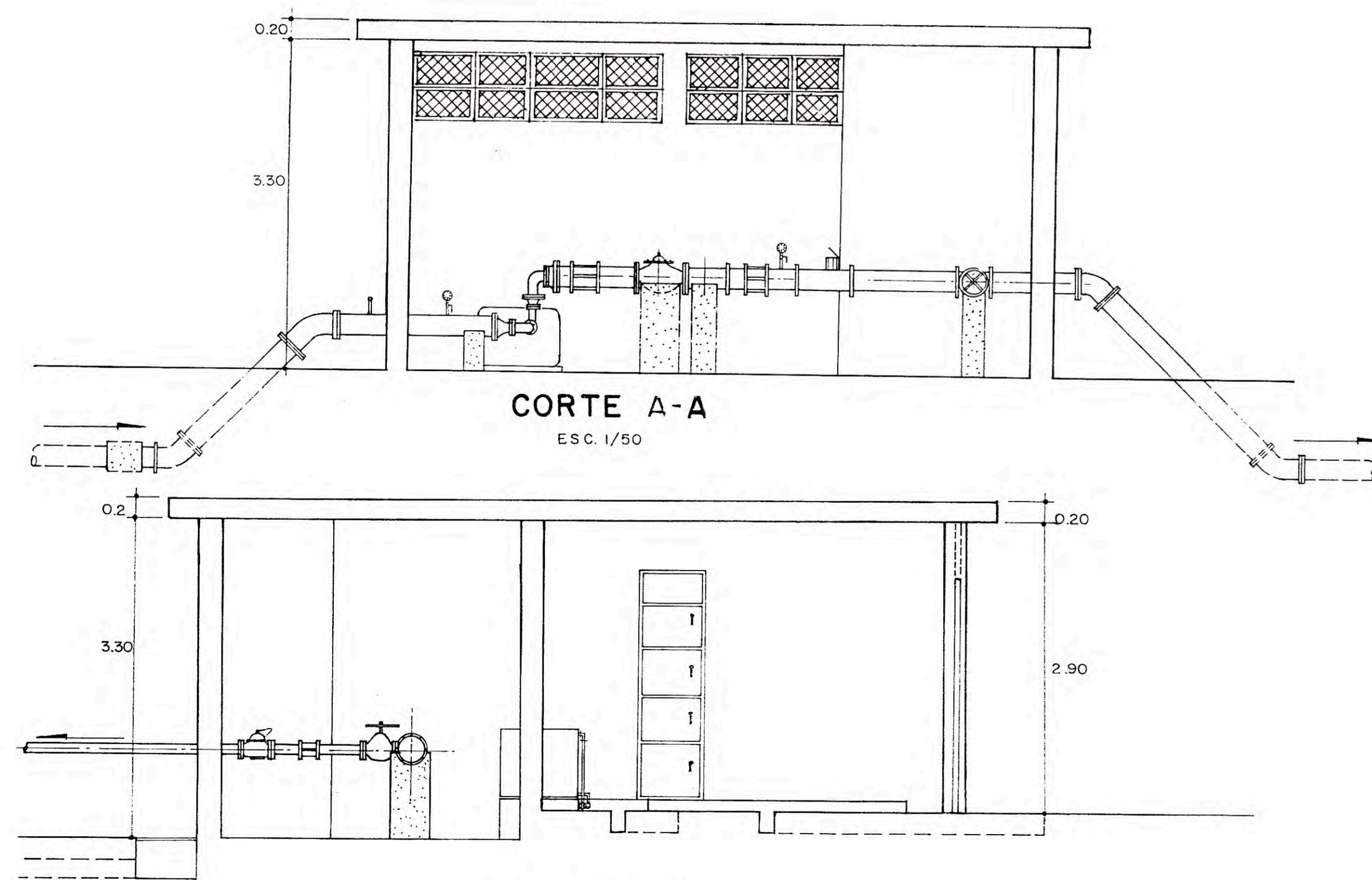




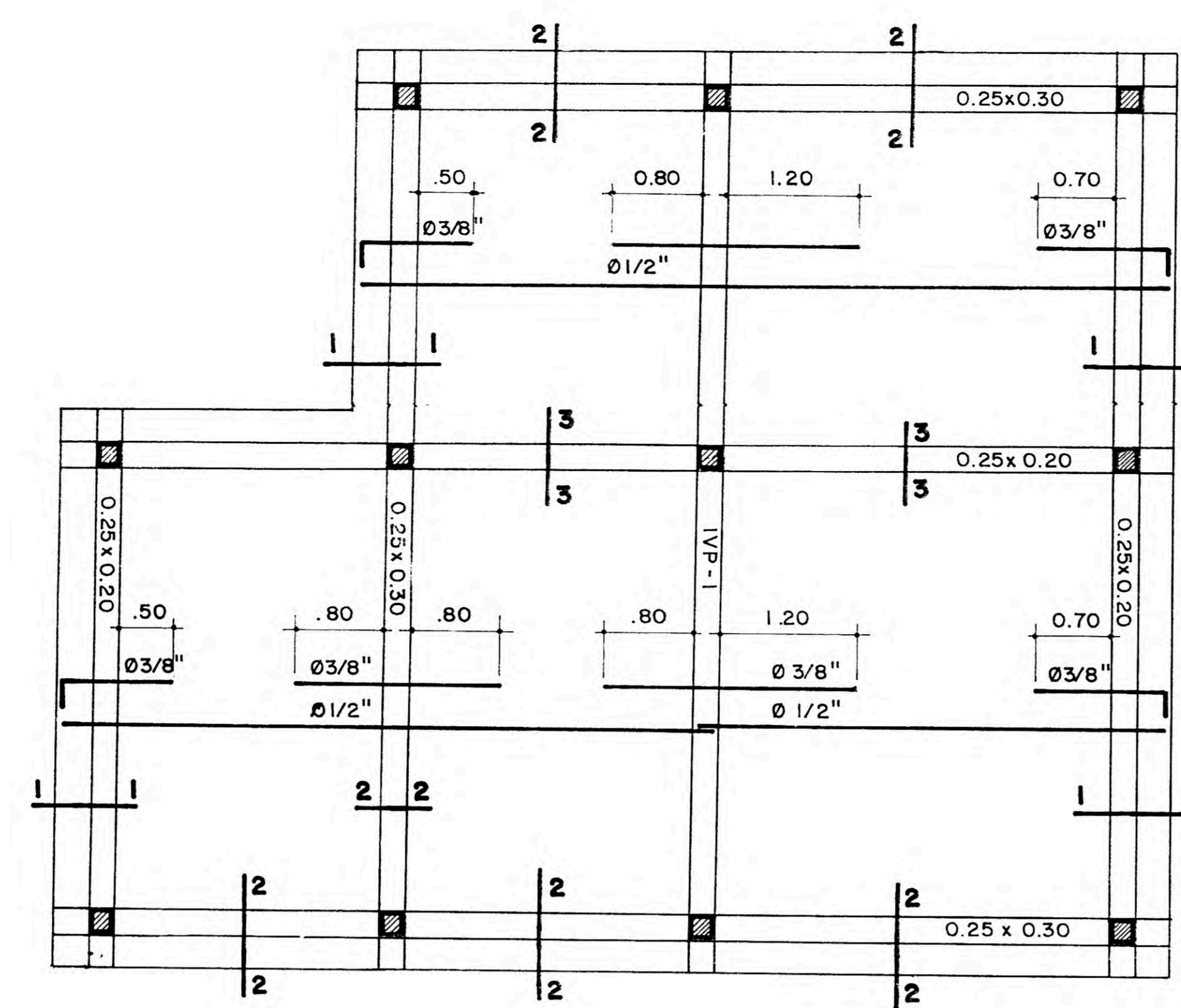
ELEVACION PRINCIPAL  
ESC. 1/50



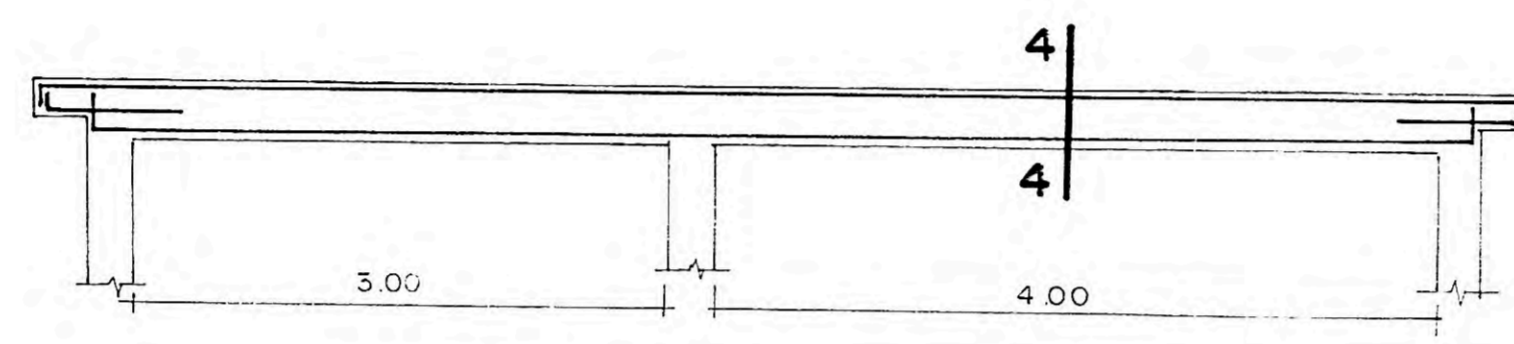
PLANTA  
ESC. 1/50



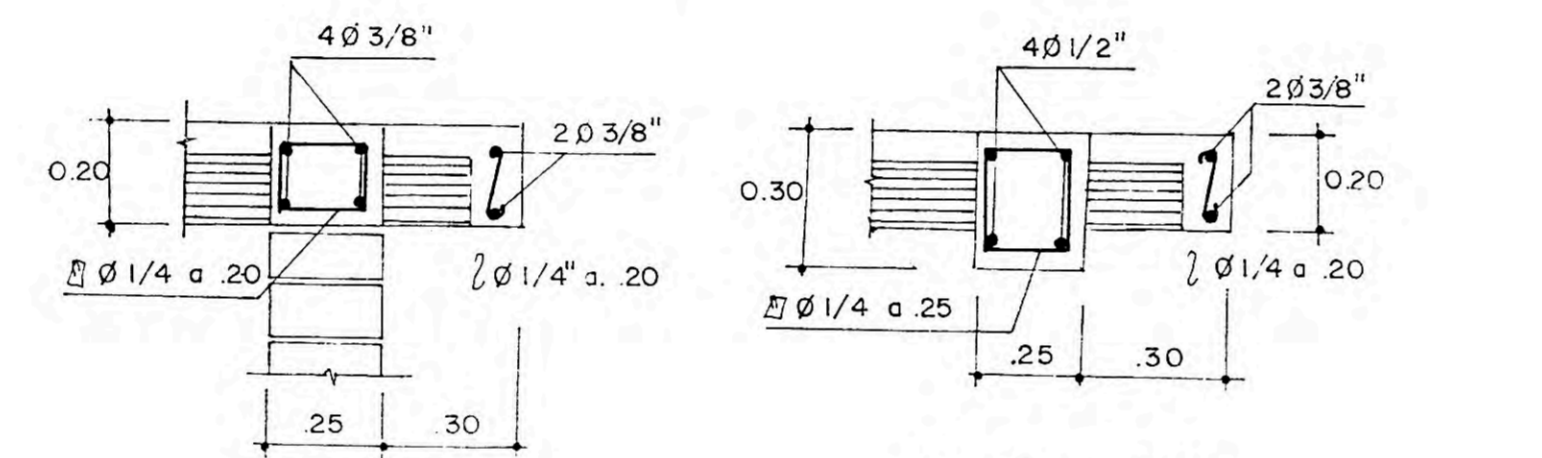
CORTE A-A  
ESC. 1/50



TECHO ALIGERADO  
ESC. 1/30



VIGA IVP-1 (.25 x 30)  
ESC. 1/50

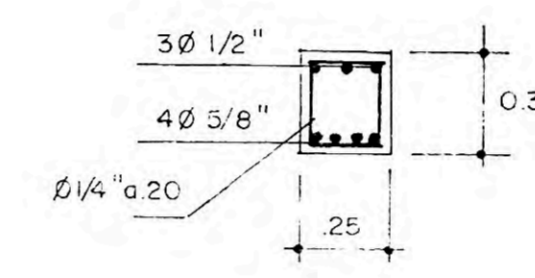


CORTE 1-1  
ESC. 1/25

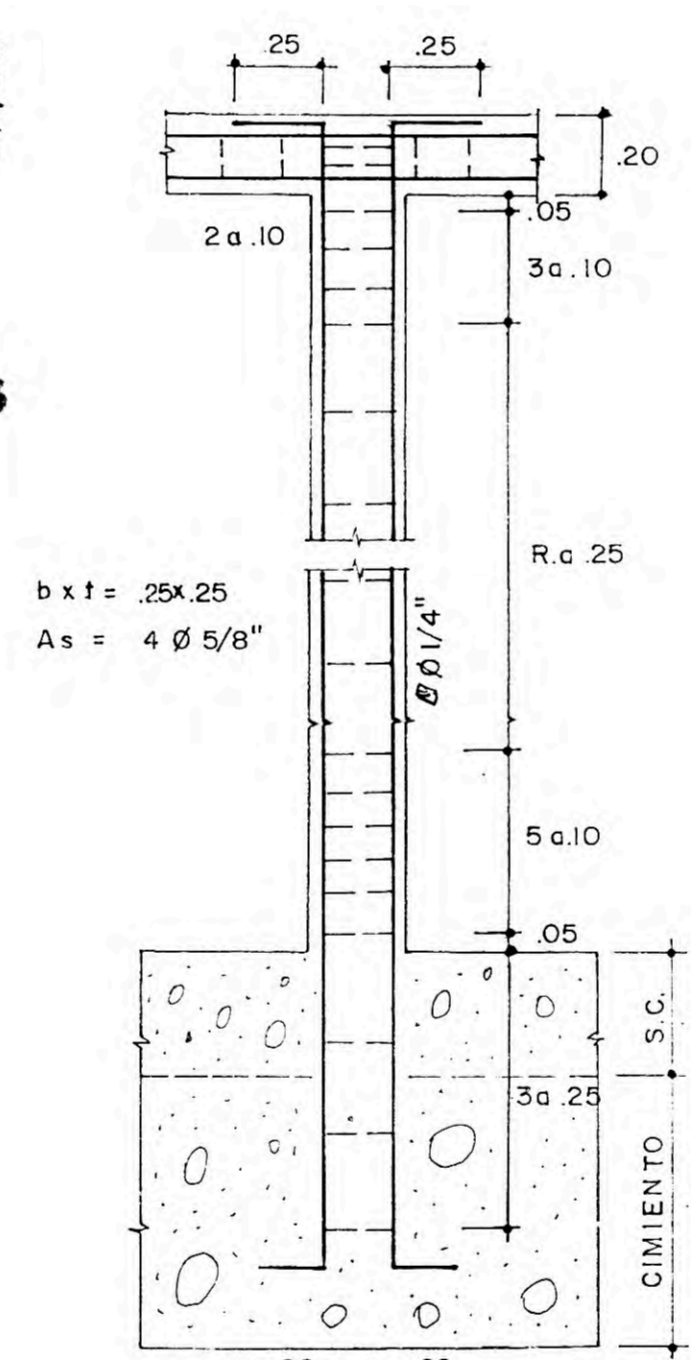
CORTE 2-2  
ESC. 1/25

CORTE 3-3  
ESC. 1/25

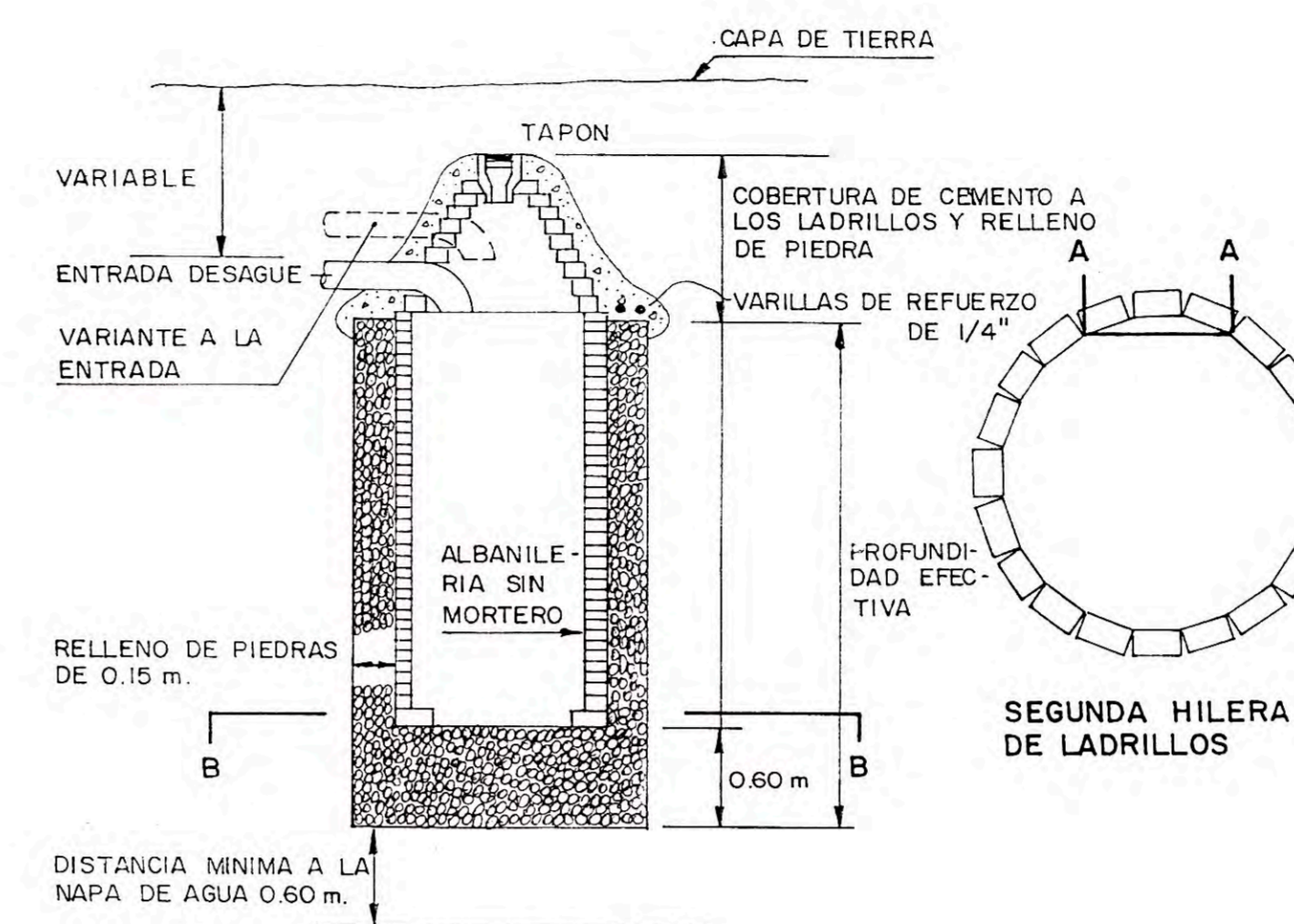
DETALLE DE ALIGERADO  
ESC. 1/25



CORTE 4-4  
ESC. 1/25



COLUMNA TIPICA  
ESC. 1/25

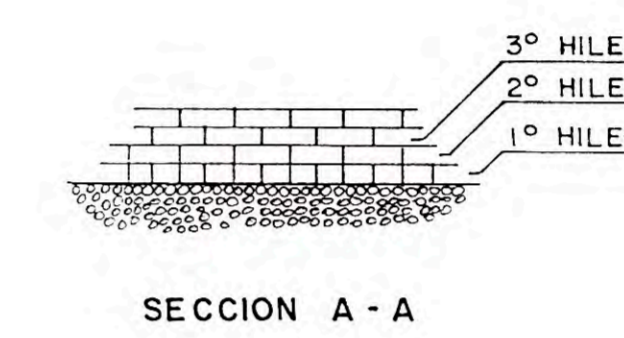


PONER UNA SECCION ANULAR DE 0.15 m DE PIEDRA (1/2" a 1" Ø) ALREDEDOR DE LA ALBAÑILERIA

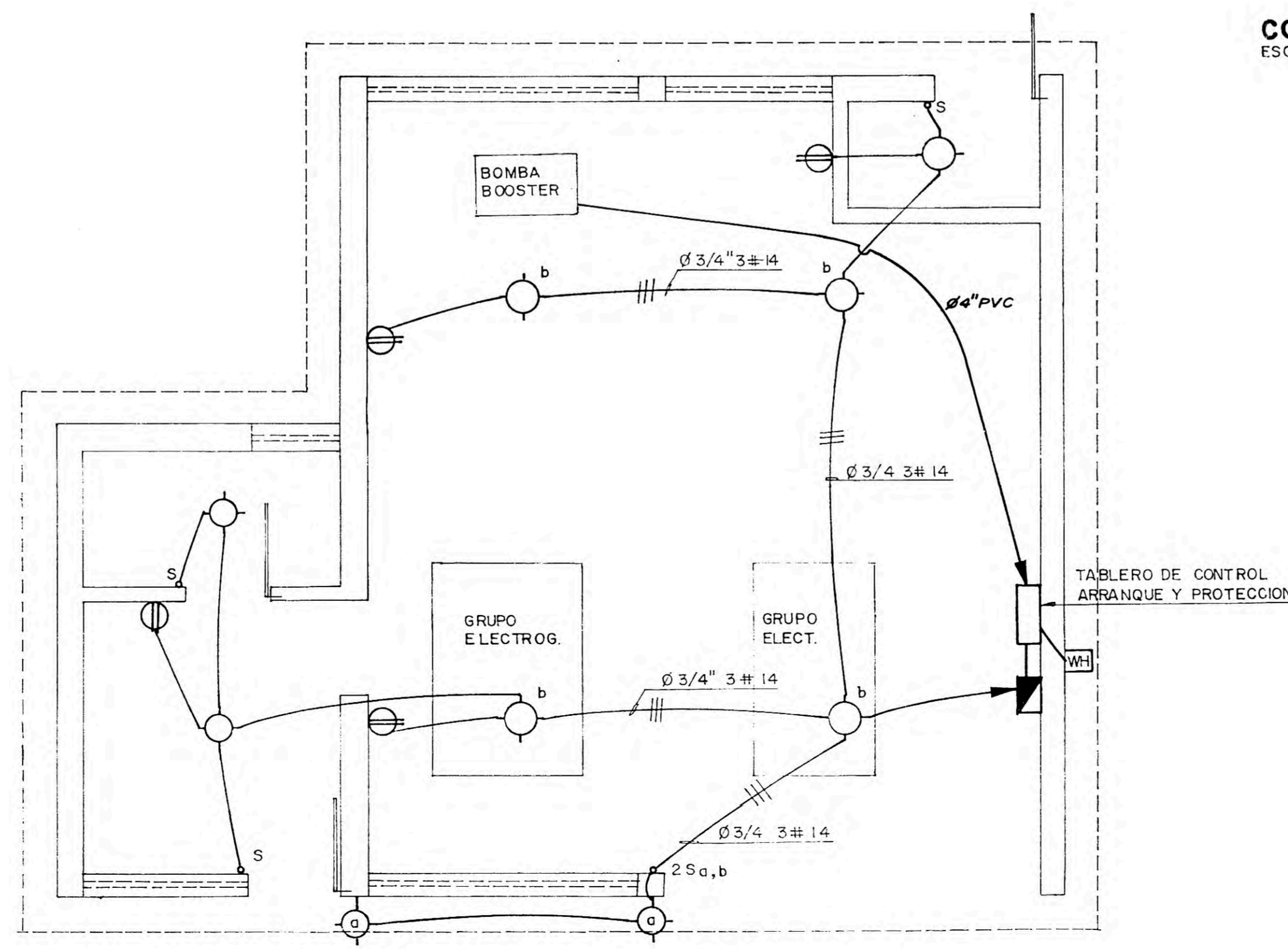


PRIMERA HILERA DE LADRILLOS  
SECCION B-B

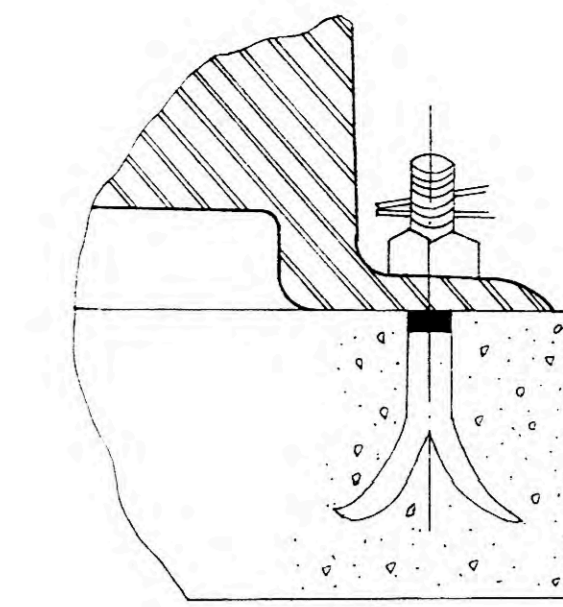
FOSA DE PERCOLACION



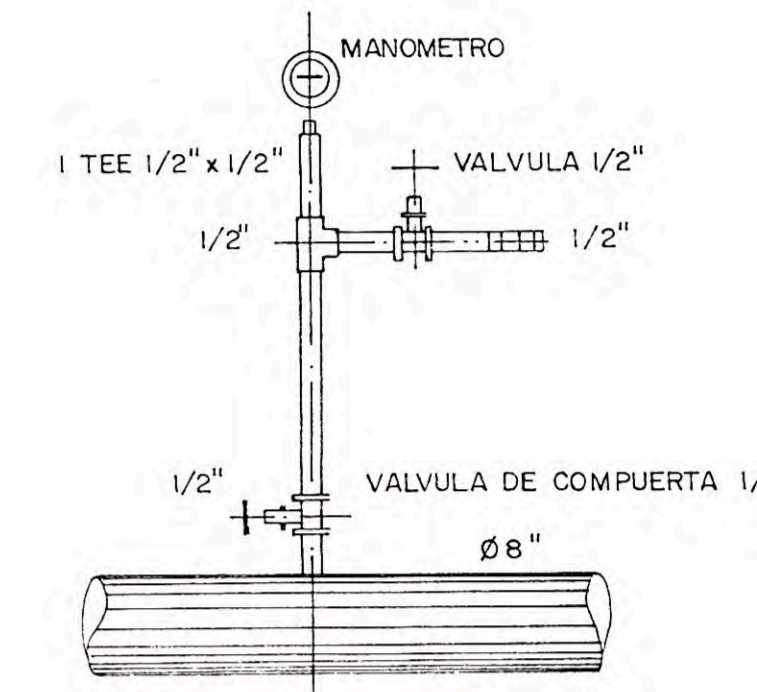
SECCION A-A



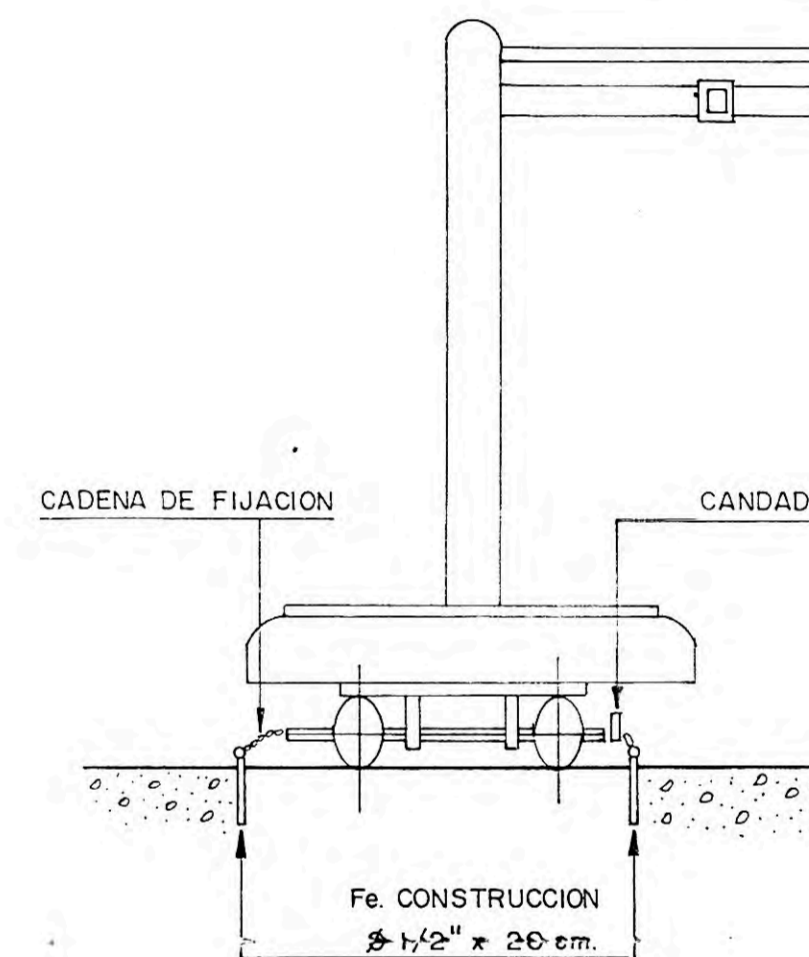
INSTALACION ELECTRICA: ALUMBRADO Y FUERZA  
ESC. 1/50



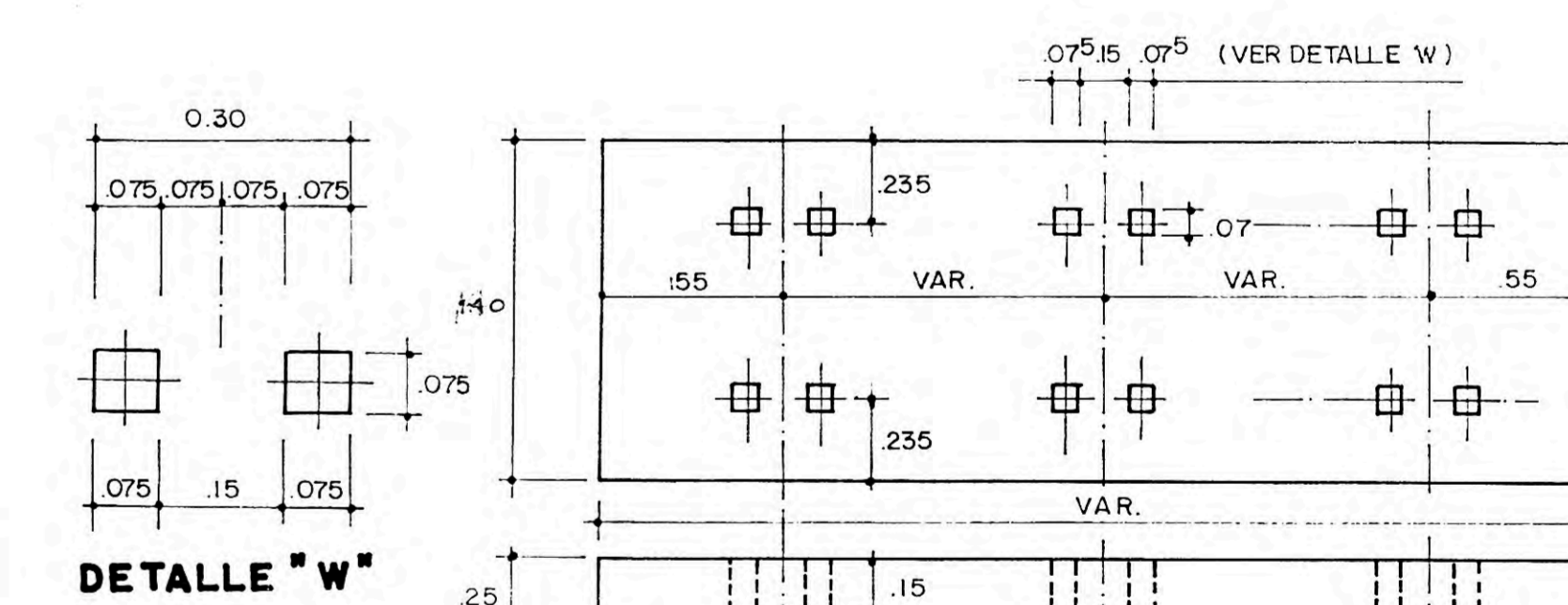
DETALLE "Y"  
ANCLAJE DE LA BOMBA BOOSTER



DETALLE "X"  
MANOMETRO

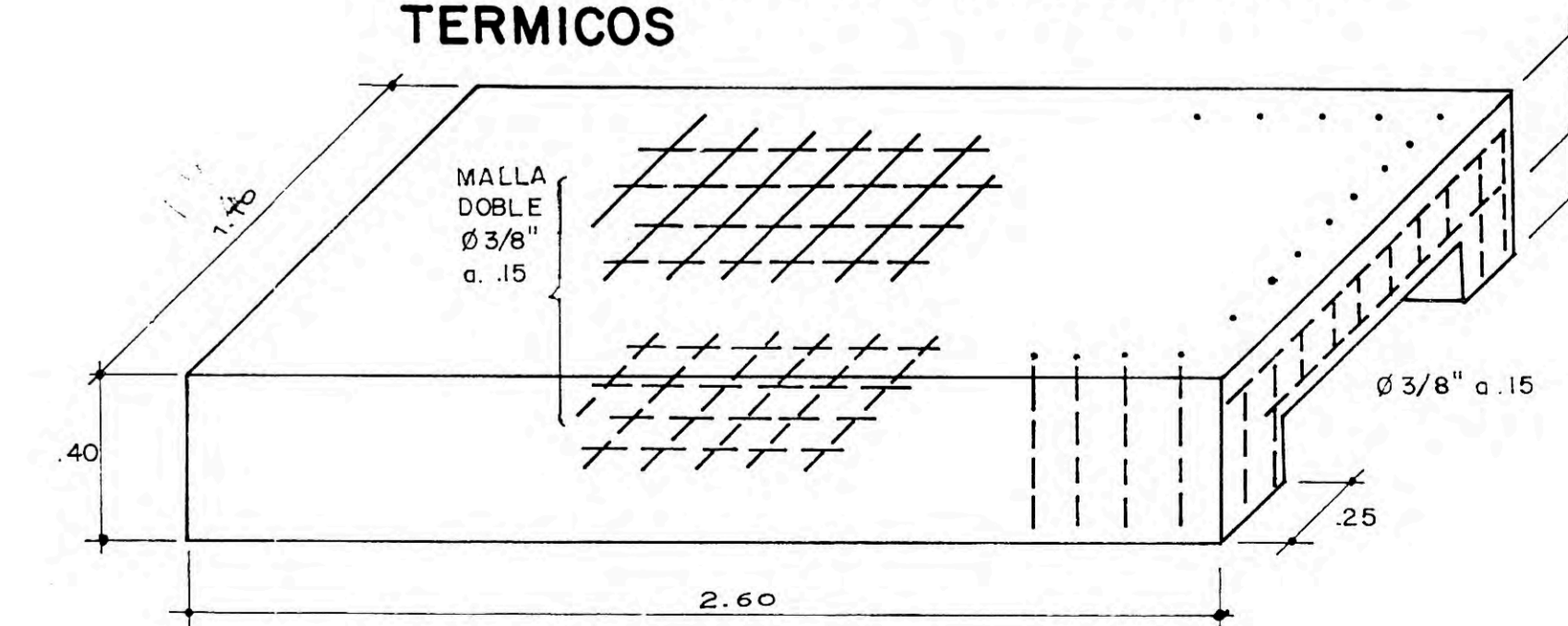


DETALLE "Z" DE LA BALANZA FIJADA A LA LOSA DEL PISO



DETALLE "W"

BASE DE CIMENTACION DE GRUPOS TERMICOS



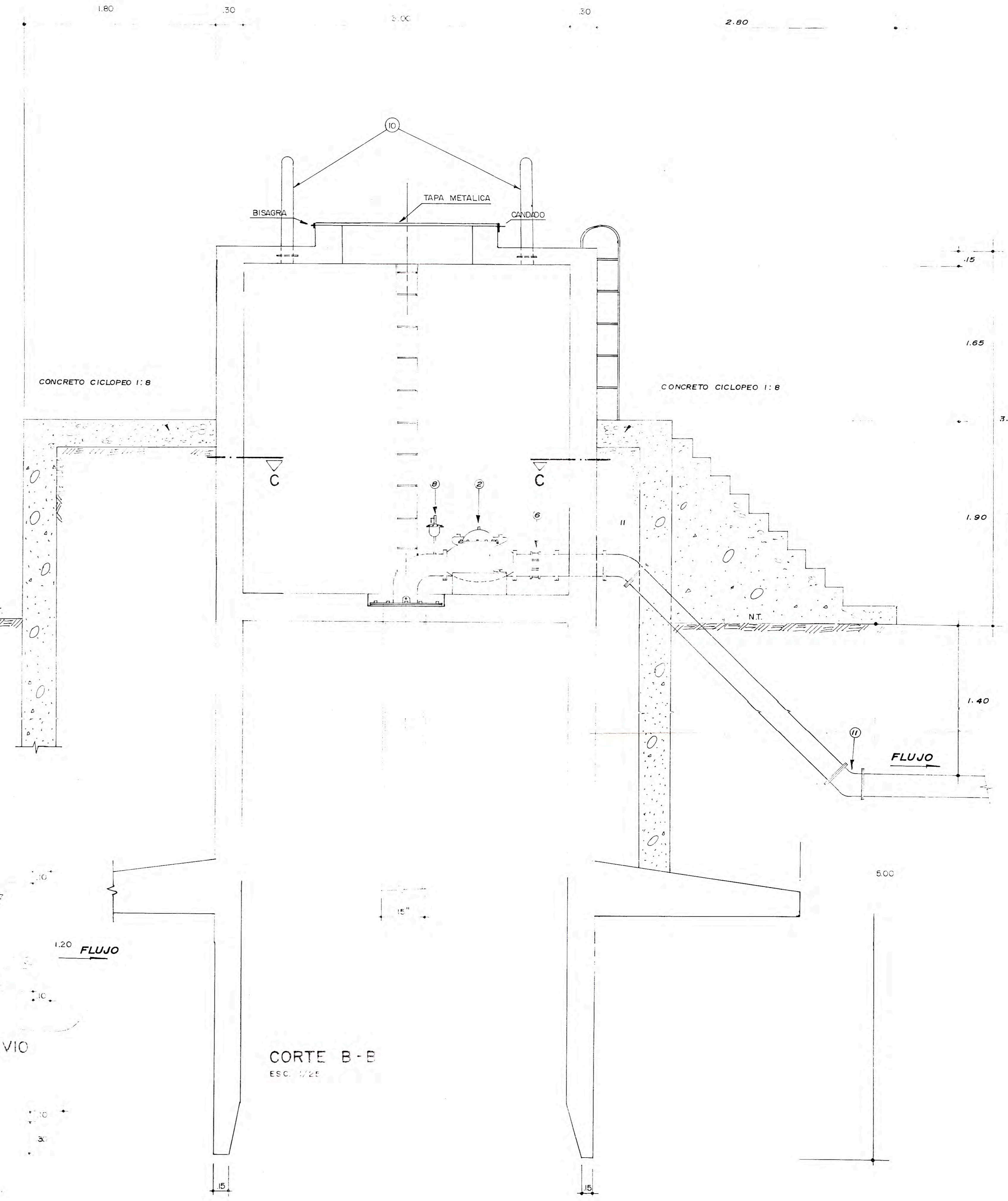
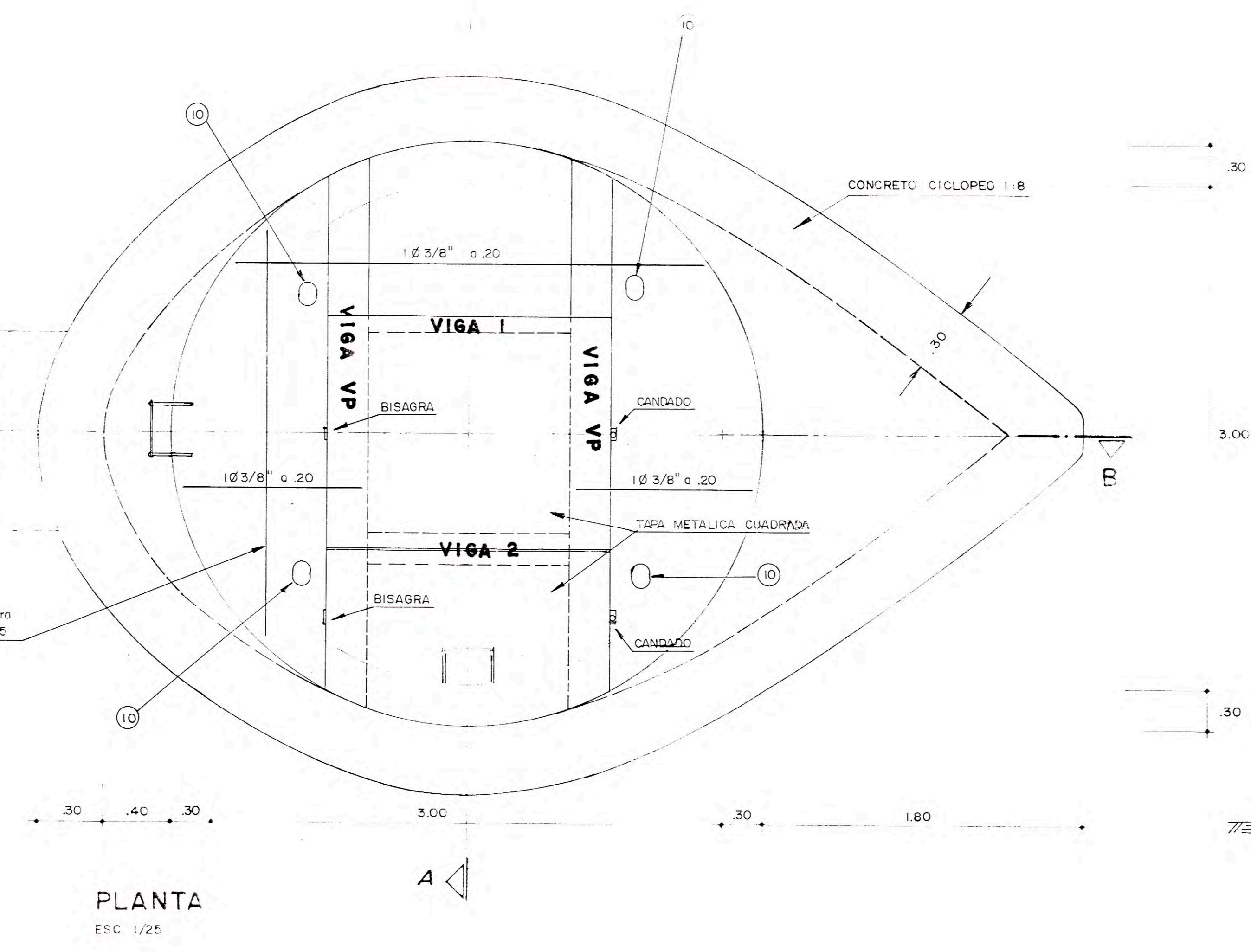
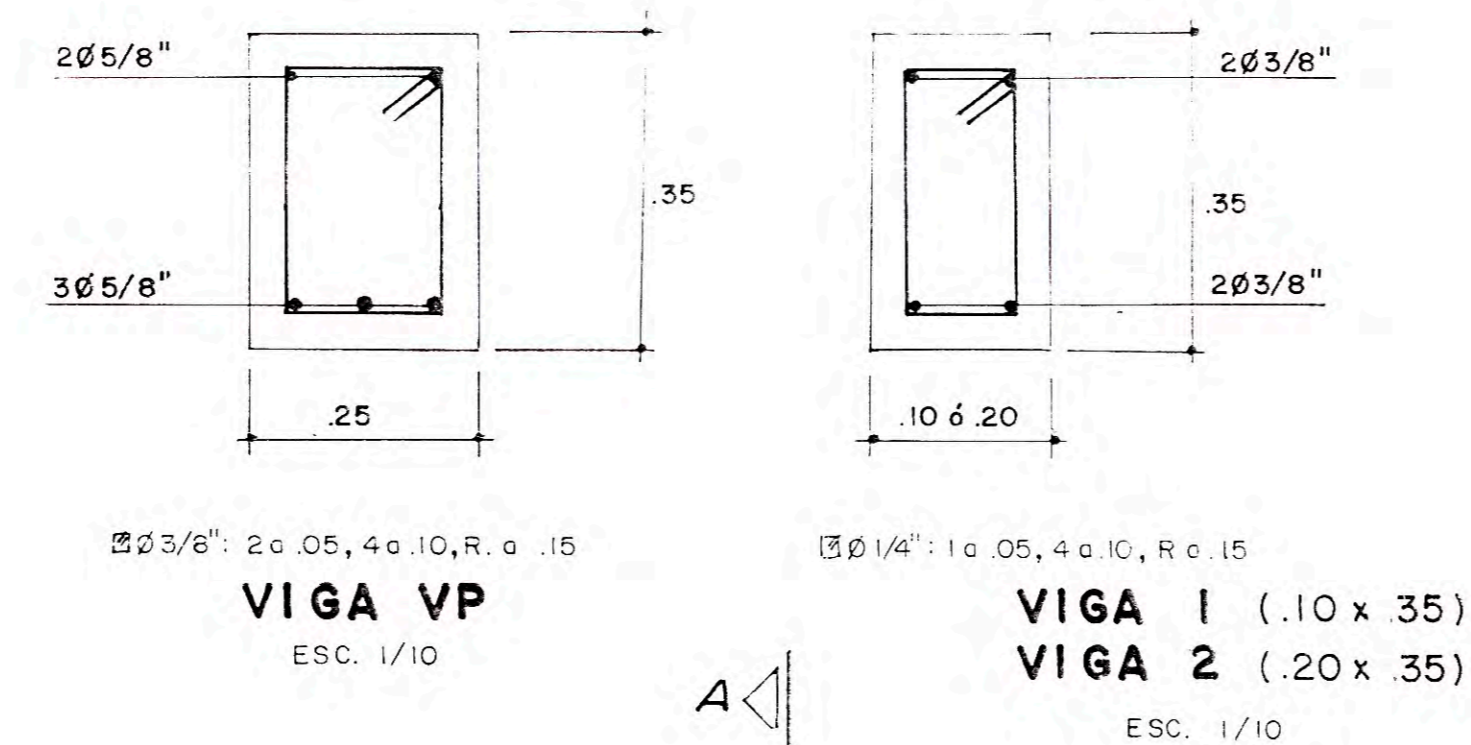
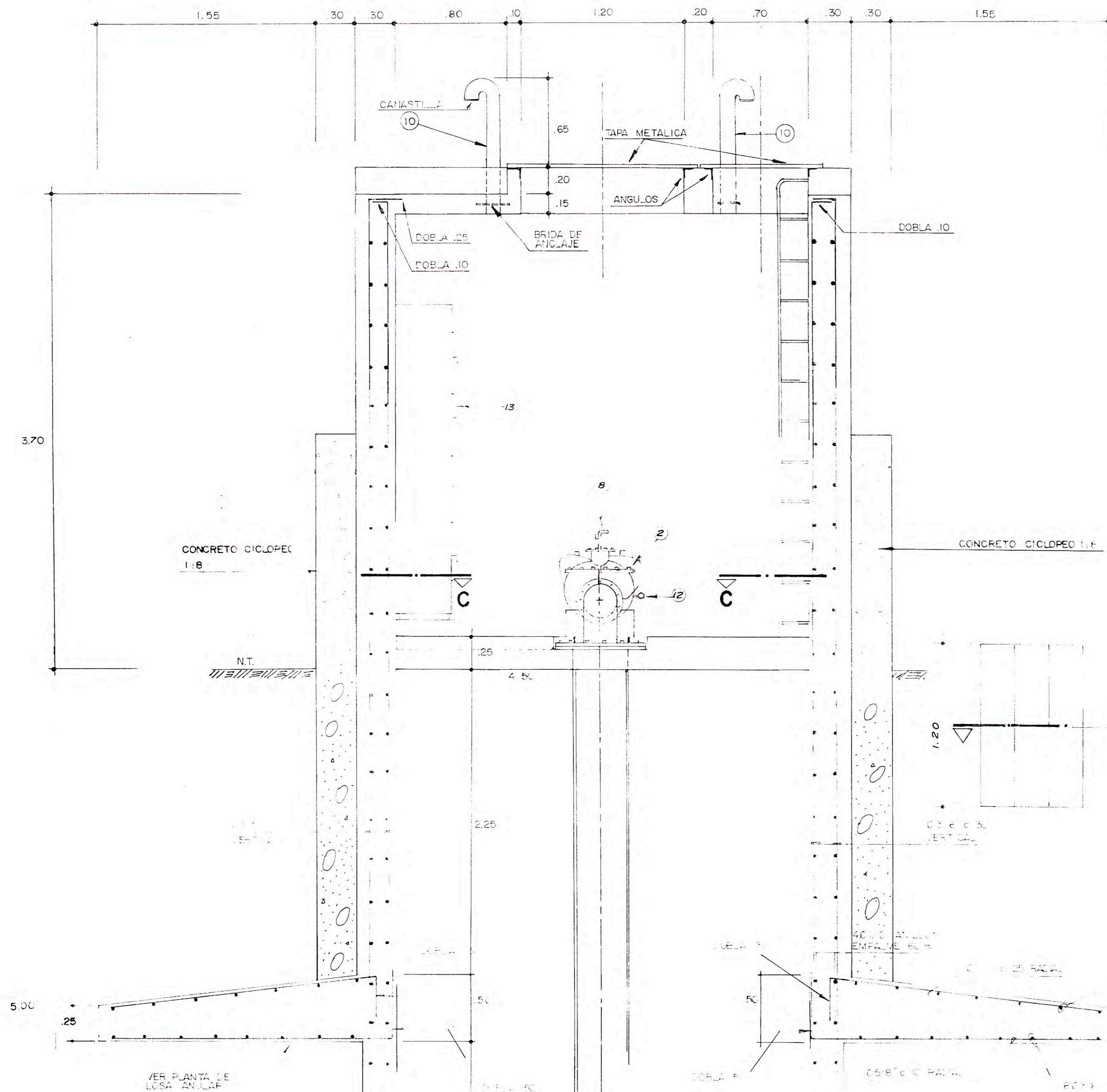
ESPECIFICACIONES GENERALES

- a) CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- ACERO  $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$
- b) EL DISEÑO DE LA CIMENTACION DE LA CASETA ES DE ACUERDO A LA RESISTENCIA DEL TERRENO
- c) EL TABLERO DE CONTROL ARRANQUE PROTECCION ESTA UBICADO SOBRE UN PEDESTAL DE 15 cm. DE ALTURA
- d) LAS PUERTAS SON DE PLANCHA DE FIERRO DE 1/16" DE ESPESOR Y PERFILES ANGULARES DE 1/4"x2" ESTAN PROVISTA DE CHAPAS DE SEGURIDAD DE 2 GOLFES
- e) LAS VENTANAS SON DE PERFILES ANGULARES DE 1/8"x 1" Y BARRAS CUADRADAS DE 3/8" LLEVARAN UNA MALLA DE ALAMBRE N°12, COCADAS DE 1". SOLO LA VENTANA DEL CUARTO DEL GUARDIAN TIENE VIDRIOS.
- f) LOS PISOS EN GENERAL SON DE C° PULIDO. LA SALA DE EQUIPOS TIENE ZOCALOS DE CEMENTO DE 20 cm. DE ALTO. EL CUARTO DE BAÑO DEL GUARDIAN LLEVA MAYOLICA EN EL CUBICULO DE LA DUCHA Y EN EL SECTOR DEL LAVATORIO.
- g) PINTURA SUPER MATE COLOR VERDE NILO EN PAREDES Y BLANCO EN EL TECHO.
- h) LOS PERNOS DE ANCLAJE DE LA BOMBA BOOSTER LLEVAN PASADORES DE SEGURIDAD, VER DET. "Y"
- i) LA BALANZA PARA LOS BALONES DE GAS, CLORO, ESTA ASEGURADA A LA LOSA DEL PISO MEDIANTE UNA CADENA. VER DETALLE "Z".

TEMA : EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LINEA DE BOMBEO DE 30 KM, 32 LPS.

DIBUJO : ALFREDO HERRERA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO :
REVISOR : H. QUISEP		CASETA DE REBOMBEO - CAMARA BOOSTER
ESCALA : INDICADA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	N° PLANO : 4
FECHA : 28 / 12 / 2000		





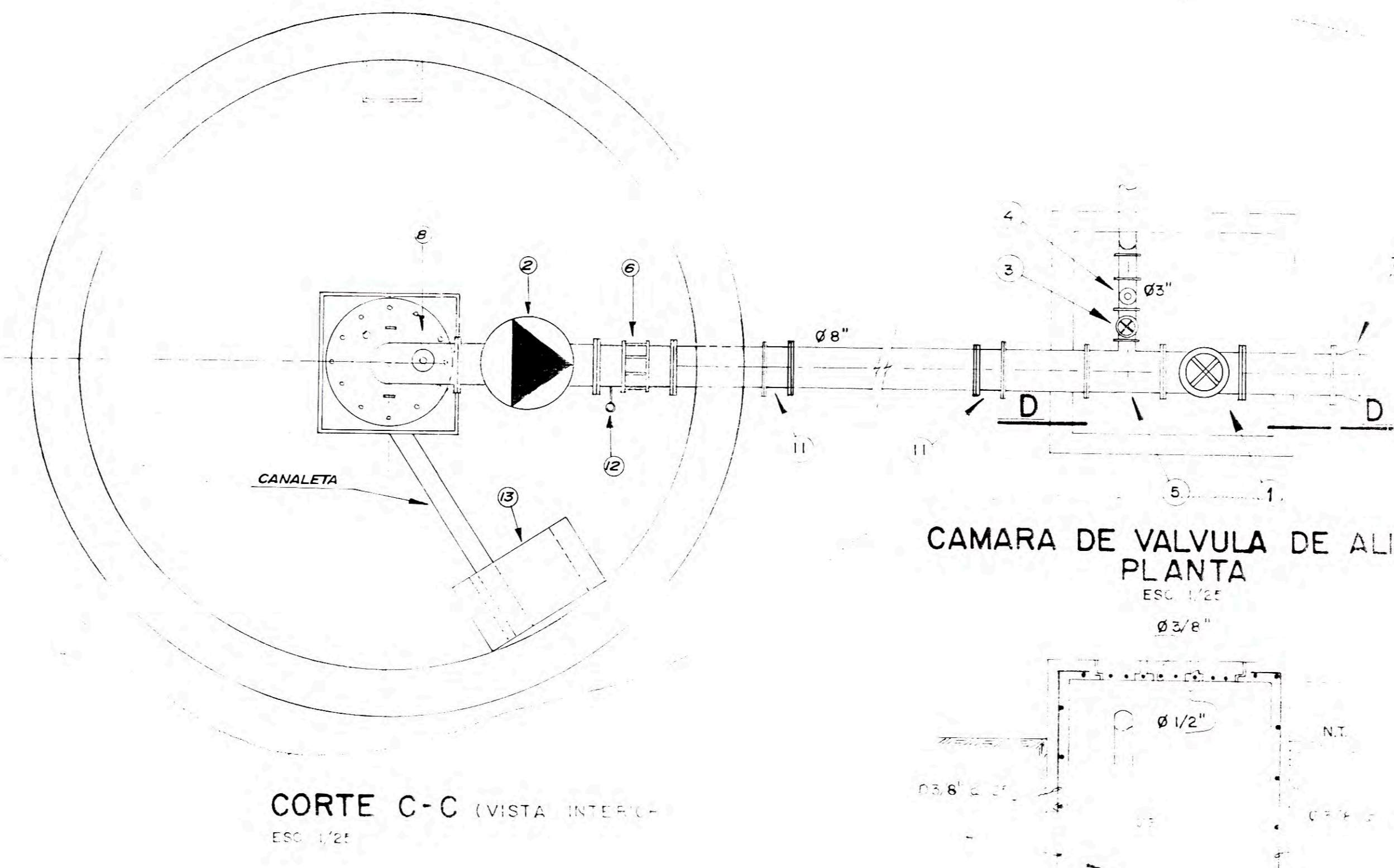
**LEYENDA**

- 1 VALVULA DE COMPUERTA DE 1 1/2" DE Ø
- 2 VALVULA CHECK DE 1 1/2" DE Ø
- 3 VALVULA DE COMPUERTA DE 1 1/2" DE Ø
- 4 VALVULA DE ALIVIO DE Ø 1"
- 5 TUBO DE 1 1/2" B.B. Ø 1"
- 6 TUBO FLEXIBLE 1 1/2" Ø 1"
- 7 TRANSICION DE 1 1/2" MC. BACUL. Ø 1"
- 8 VALVULA DE AIRE DE Ø 1"
- 9 BOMBA Y MOTOR SUMERGIBLE
- 10 DUCTO DE VENTILACION DE 1 1/2" Ø 1"
- 11 CODO 45° DE 1 1/2" Ø 1"
- 12 MANOMETRO
- 13 TABLERO DE CONTROL

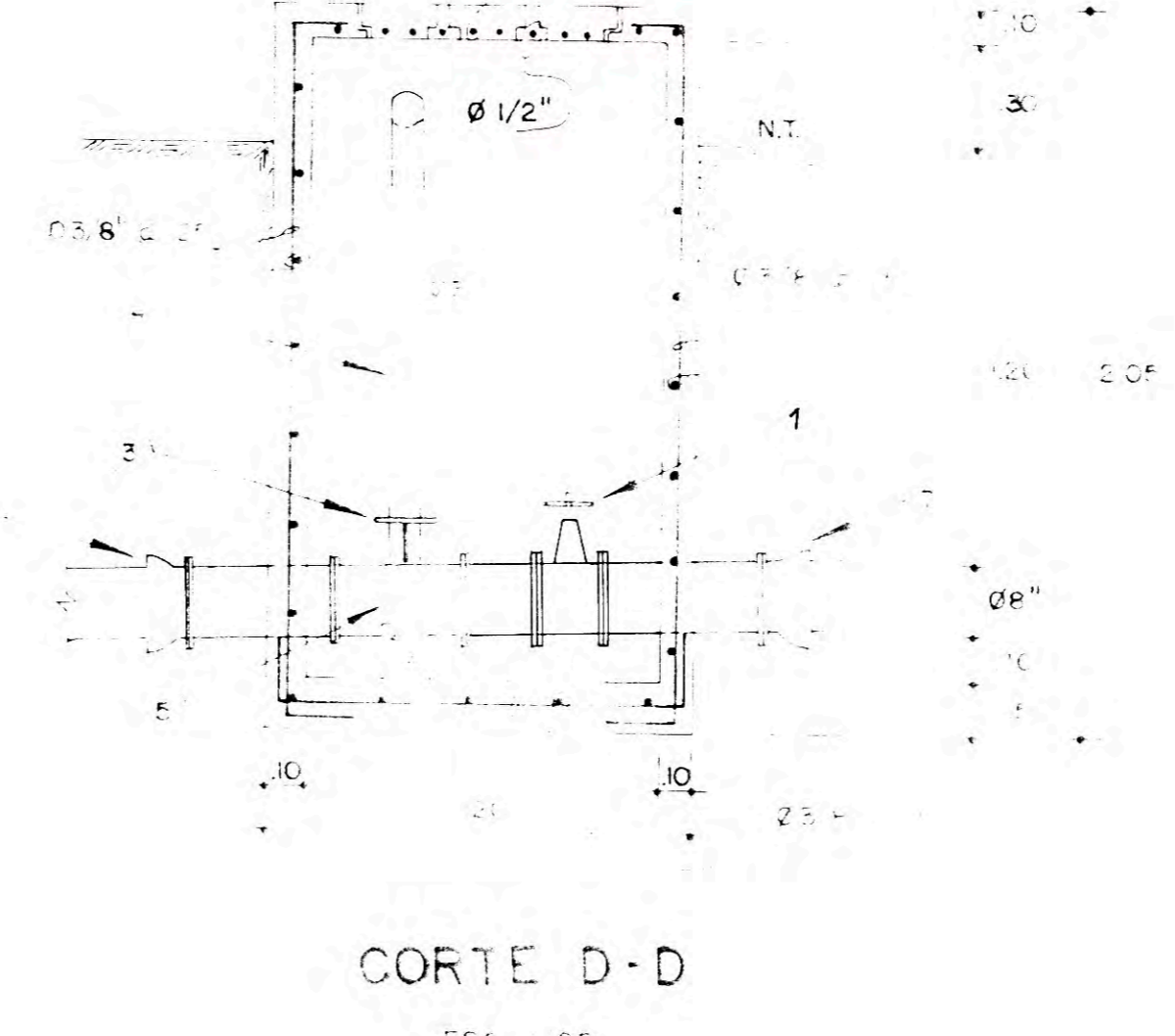
**CORTE A-A**  
ESC. 1/24

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

CONCRETO f'c = 170 kg/cm<sup>2</sup>  
 ACERO Fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 RECUBRIMIENTO MINIMO 4 cm  
 TRASLASE INDICADO  
 HINCAMIENTO EN SUPERFICIE EXTERIOR DE 1 1/2" EN LA ENTADA



**CORTE C-C (VISTA INTERIOR)**  
ESC. 1/24

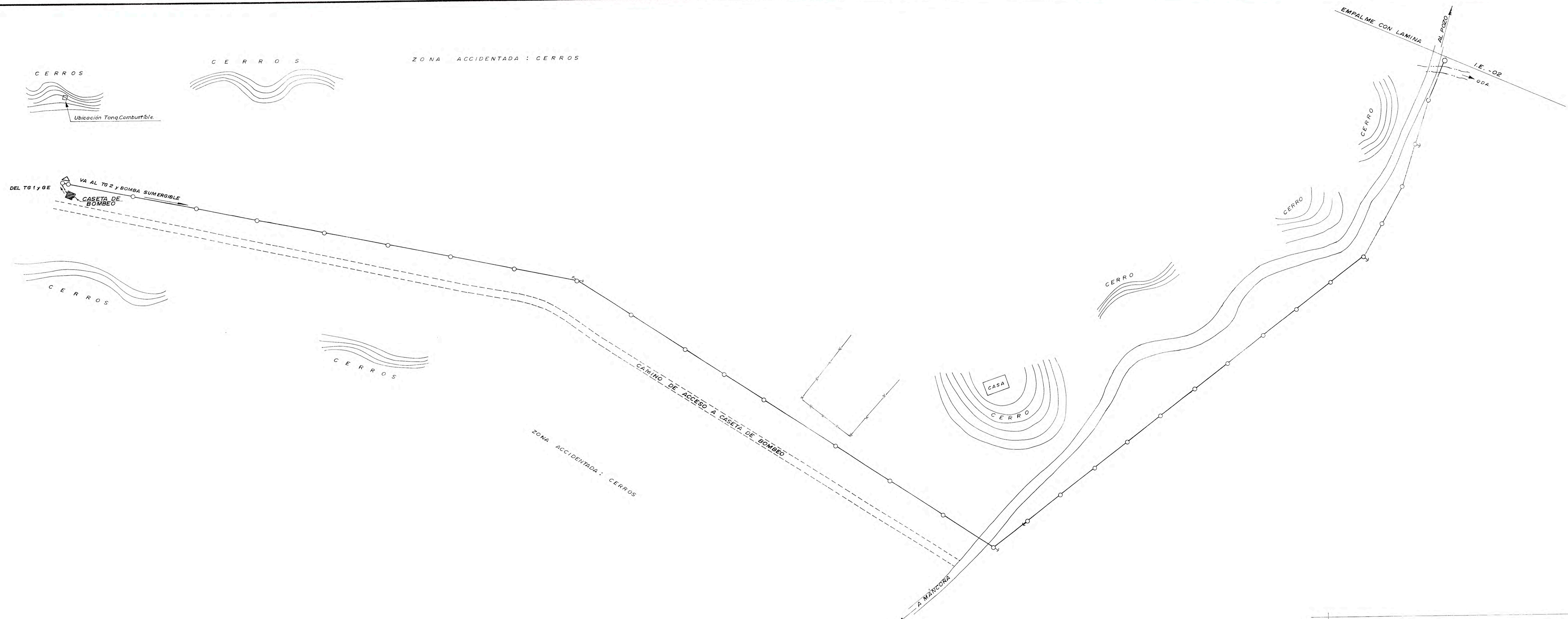


**CORTE B-B**  
ESC. 1/24

**DETALLE DE CUCHILLA**  
ESC. 1/24

TEMA : EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LINEA DE BOMBEO DE 30 KM, 32 LPS.		
DIBUJO : ALFREDO HERRERA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO : CASETA DE BOMBEO - POZO TUBULAR
REVISOR : H. QUISPE		FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
ESCALA : INDICADA		Nº PLANO : 7
FECHA : 26 / 12 / 2.000		



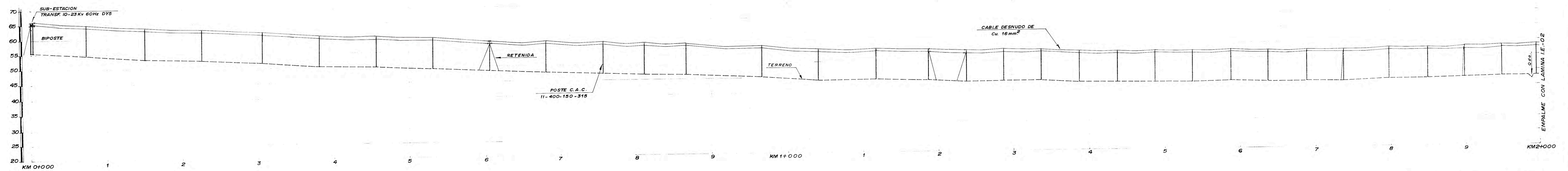


# PLANTA

1/2,000

**LEYENDA**

- SUB-ESTACION (TRANSFORMADOR 10-23KV 60HZ. DYS.)
- POSTE C.A.C. 11-400-150-315
- CABLE DESNUDO DE CU 16mm<sup>2</sup> (AEREO)
- - - CABLE 70mm<sup>2</sup> NYY. (SUBTERRANEO)
- RETENIDA.



PROGRESIVA	COTA TERRENO
0+000	53.60
0+050	54.00
0+100	54.50
0+150	54.80
0+200	55.20
0+250	55.50
0+300	55.80
0+350	56.00
0+400	56.20
0+450	56.50
0+500	56.80
0+550	57.00
0+600	57.20
0+650	57.50
0+700	57.80
0+750	58.00
0+800	58.20
0+850	58.50
0+900	58.80
0+950	59.00
1+000	59.20
1+050	59.50
1+100	59.80
1+150	60.00
1+200	60.20
1+250	60.50
1+300	60.80
1+350	61.00
1+400	61.20
1+450	61.50
1+500	61.80
1+550	62.00
1+600	62.20
1+650	62.50
1+700	62.80
1+750	63.00
1+800	63.20
1+850	63.50
1+900	63.80
1+950	64.00
2+000	64.20

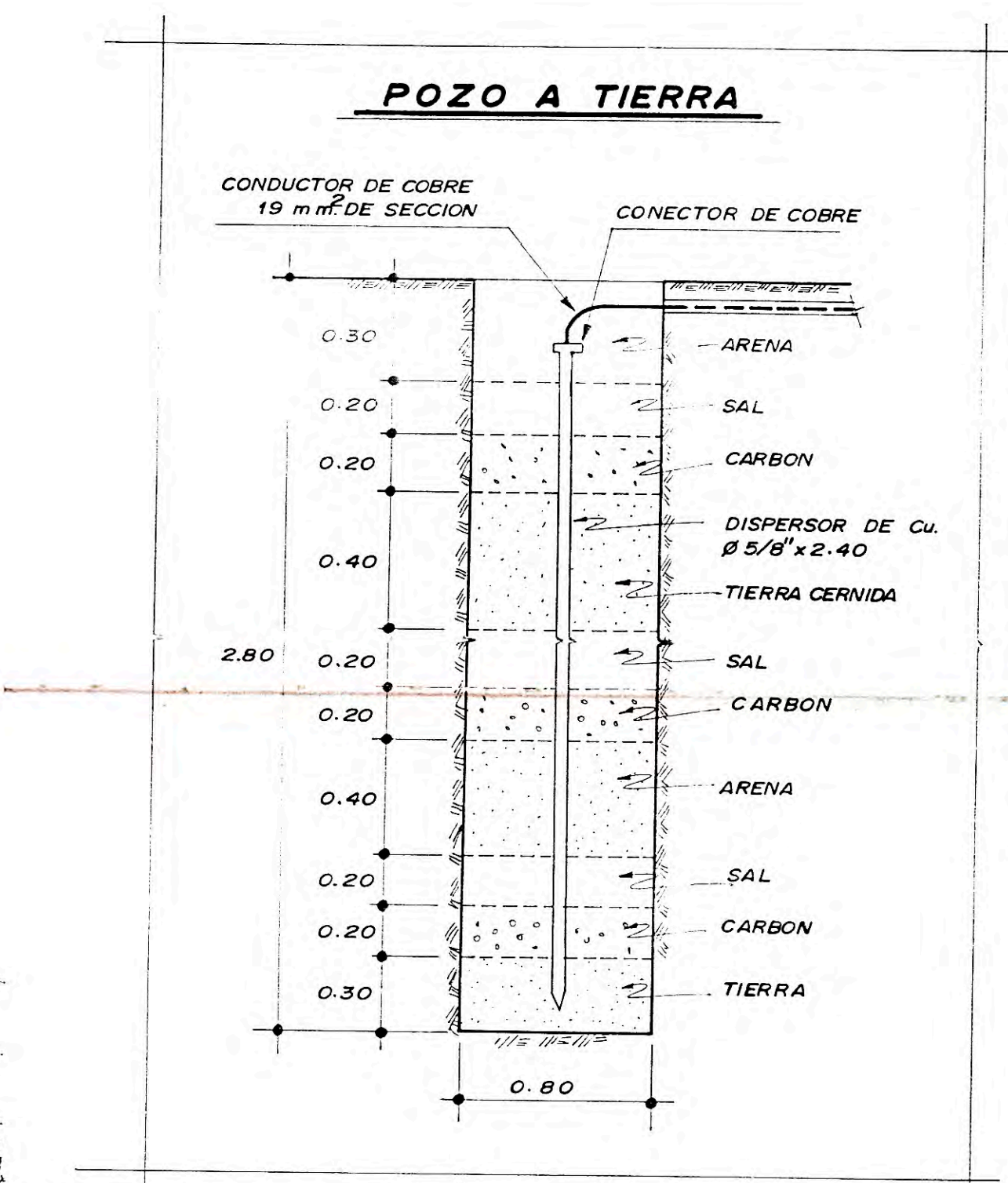
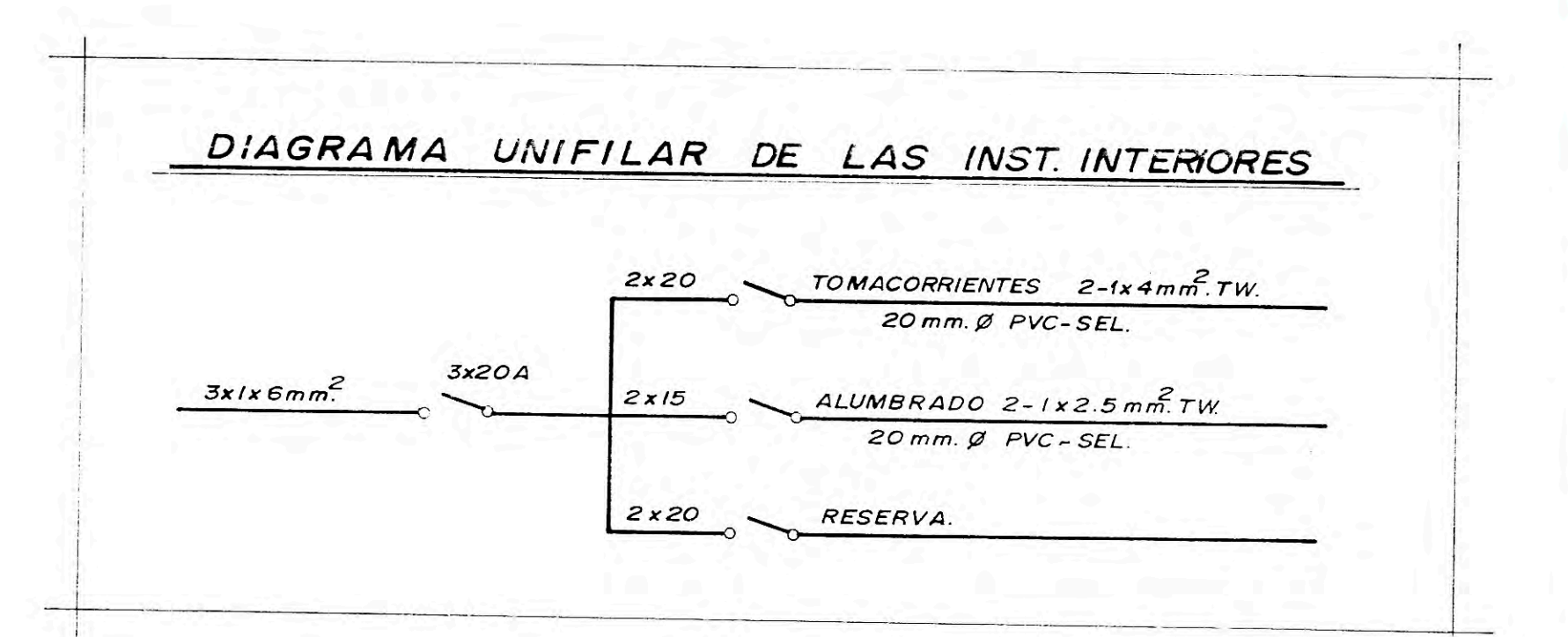
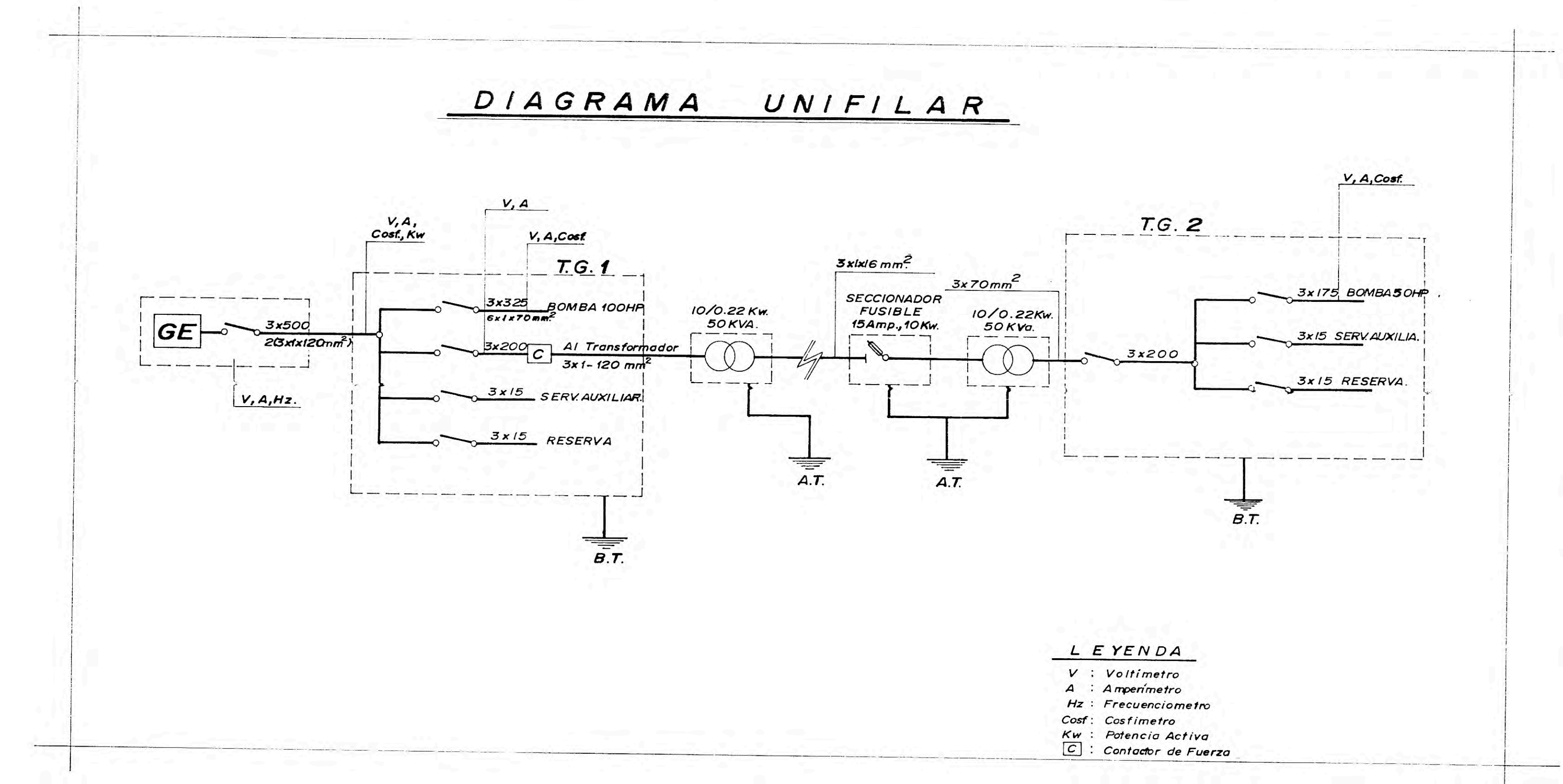
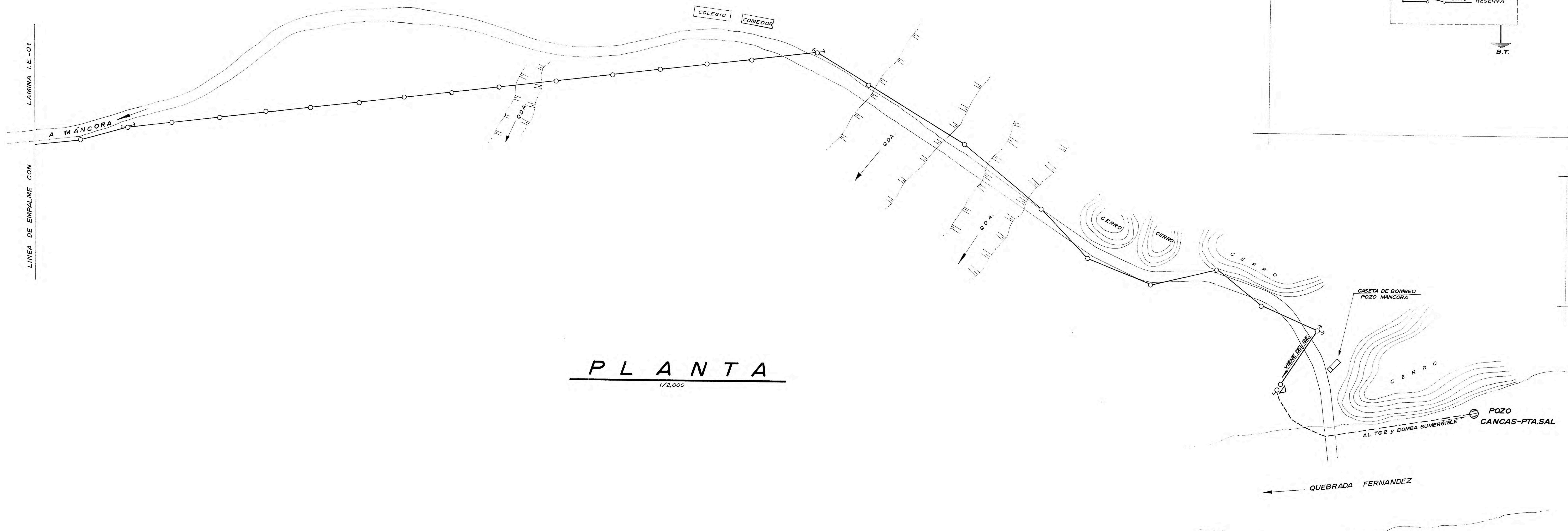
# PERFIL LONGITUDINAL

N: 1/2,000 V: 1/500

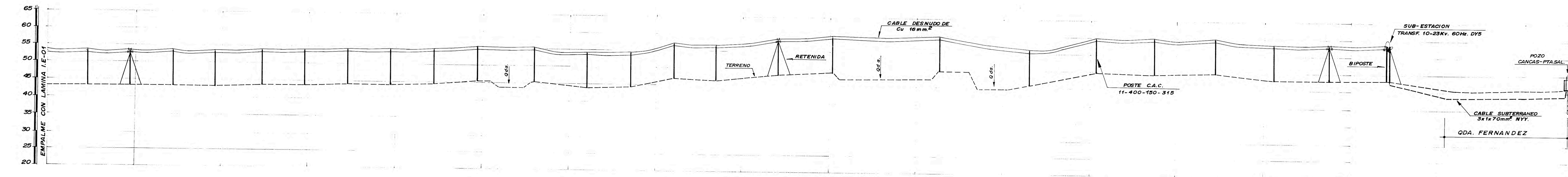
TEMA : EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LINEA DE BOMBEO DE 30 KM, 32 LPS.

DIBUJO : ALFREDO HERRERA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	PLANO :
REVISOR : H. OUISPE		LINEA DE MEDIA TENSION - PLANTA Y PERFIL
ESCALA : INDICADA	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	LONGITUDINAL
FECHA : 28/12/2000		Nº PLANO IE-01





**PLANTA**  
1/2,000



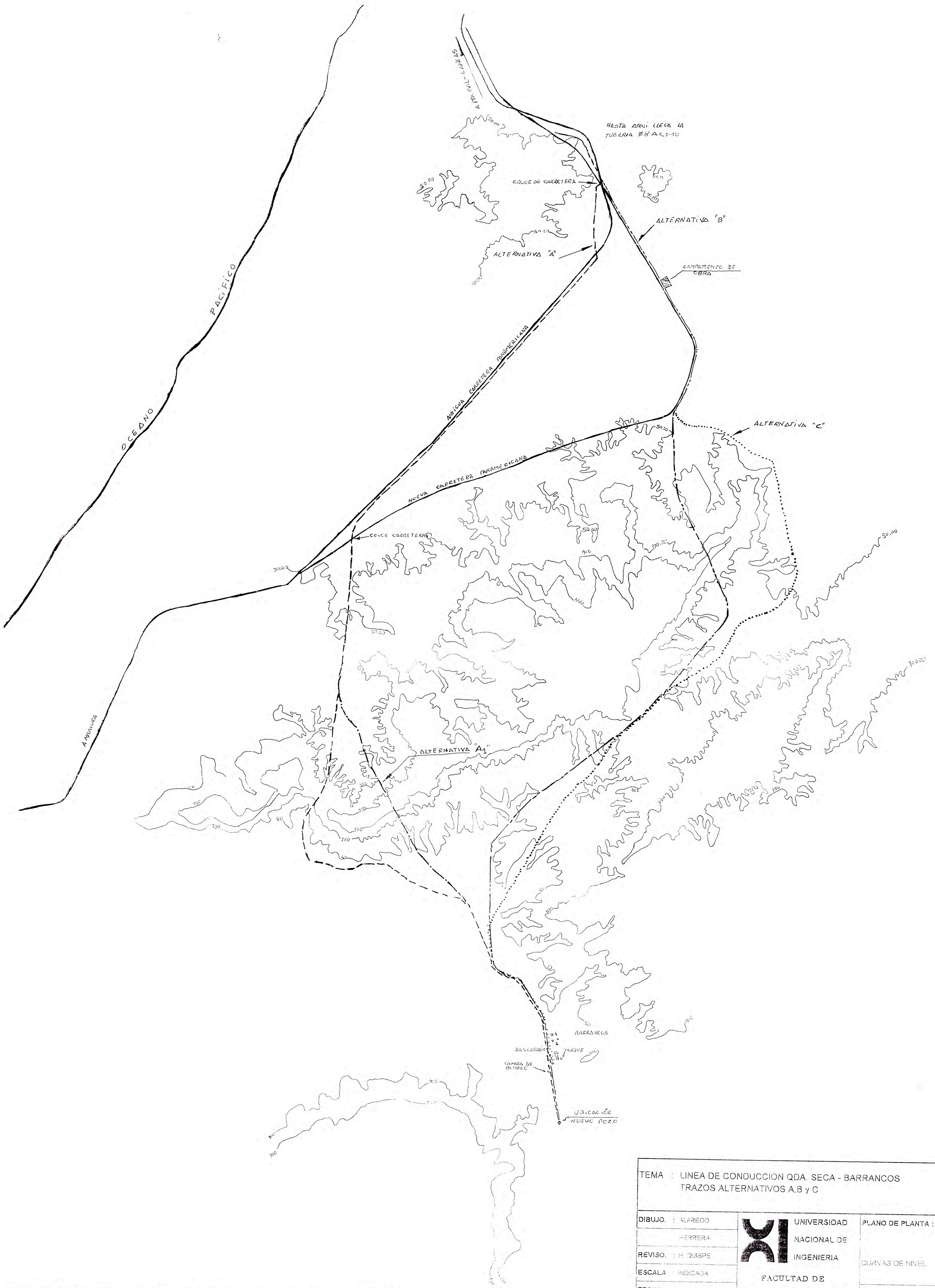
**PERFIL LONGITUDINAL**  
H: 1/2,000 V: 1/2,000

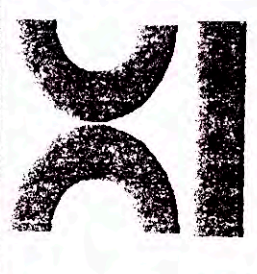
PROGRESIVA	COTA TERRENO
27000	57.00
27020	57.00
27040	57.00
27060	57.00
27080	57.00
27100	57.00
27120	57.00
27140	57.00
27160	57.00
27180	57.00
27200	57.00
27220	57.00
27240	57.00
27260	57.00
27280	57.00
27300	57.00
27320	57.00
27340	57.00
27360	57.00
27380	57.00
27400	57.00
27420	57.00
27440	57.00
27460	57.00
27480	57.00
27500	57.00
27520	57.00
27540	57.00
27560	57.00
27580	57.00
27600	57.00
27620	57.00
27640	57.00
27660	57.00
27680	57.00
27700	57.00
27720	57.00
27740	57.00
27760	57.00
27780	57.00
27800	57.00
27820	57.00
27840	57.00
27860	57.00
27880	57.00
27900	57.00
27920	57.00
27940	57.00
27960	57.00
27980	57.00
28000	57.00
28020	57.00
28040	57.00
28060	57.00
28080	57.00
28100	57.00
28120	57.00
28140	57.00
28160	57.00
28180	57.00
28200	57.00
28220	57.00
28240	57.00
28260	57.00
28280	57.00
28300	57.00
28320	57.00
28340	57.00
28360	57.00
28380	57.00
28400	57.00
28420	57.00
28440	57.00
28460	57.00
28480	57.00
28500	57.00
28520	57.00
28540	57.00
28560	57.00
28580	57.00
28600	57.00
28620	57.00
28640	57.00
28660	57.00
28680	57.00
28700	57.00
28720	57.00
28740	57.00
28760	57.00
28780	57.00
28800	57.00
28820	57.00
28840	57.00
28860	57.00
28880	57.00
28900	57.00
28920	57.00
28940	57.00
28960	57.00
28980	57.00
29000	57.00

TEMA : EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, LINEA DE BOMBEO DE 30 KM, 32 LPS.

DIBUJO : ALFREDO HERRERA		PLANO :
REVISOR : H. QUISPE		LINEA DE MEDIA TENSION - PLANTA Y PERFIL
ESCALA : INDICADA		LONGITUDINAL
FECHA : 28 / 12 / 2000		Nº PLANO : IE - 02





TEMA : LINEA DE CONDUCCION QDA. SECA - BARRANCOS TRAZOS ALTERNATIVOS A, B y C		
DIBUJO : ALFREDO HERRERA	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANO DE PLANTA :
REVISO : H. QUISPE		CURVAS DE NIVEL
ESCALA : INDICADA		
FECHA : 23 / 12 / 2000		ESCALA : 1 / 25 000