

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil



**APLICACIÓN DE GEOMEMBRANAS EN POZAS DE
ALMACENAMIENTO DE AGUA
COMPARACION TÉCNICO ECONOMICA CON POZAS DE
CONCRETO ARMADO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

VICTOR HUGO AZAÑERO AREVALO

Lima – Perú

2007

	Pág.
RESÚMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
INTRODUCCION	7
CAPITULO I GENERALIDADES Y ALCANCES DEL PROYECTO	
1.1 GENERALIDADES	8
1.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	8
1.1.2 OBJETIVOS	8
1.2 ALCANCES	9
CAPITULO II CÁLCULO, DISEÑO Y COSTOS	10
2.1 DISEÑO CON GEOMEMBRANA	10
2.1.1 TOPOGRAFIA	10
2.1.2 GEOTECNIA	11
2.1.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	11
2.1.4 PERFIL ESTRATIGRAFICO	12
2.1.5 DISEÑO DE ESPESOR DE GEOMEMBRANA	12
2.2 DISEÑO CON CONCRETO ARMADO	16
2.2.1 TOPOGRAFIA	16
2.2.2 GEOTECNIA	16
2.2.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	16
2.2.4 PERFIL ESTRATIGRAFICO	16
2.2.5 DISEÑO ESTRUCTURAL	16
2.3 PRESUPUESTO OBTENIDO CON EL USO DE GEOMEMBRANAS	22
2.4 PRESUPUESTO OBTENIDO CON EL USO DE CONCRETO	24
CAPITULO III PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCION	25
3.1 CON EL USO DE GEOMEMBRANAS	25
3.1.1 PROCESO CONSTRUCTIVO	25
3.1.2 PROGRAMACION DE TRABAJO	30
3.2 CON EL USO DE CONCRETO ARMADO	32
3.2.1 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	32
3.2.2 PROGRAMACION DE TRABAJO	33

CAPITULO IV	COMPARACION ENTRE EL USO DE GEOMEMBRANAS Y EL USO DE CONCRETO ARMADO	35
4.1	COMPARATIVO DE COSTOS	35
4.2	COMPARATIVO DE PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCION	36
4.2.1	COMPARACION TECNICA DE PARTIDAS	36
4.2.2	COMPARACION DE TIEMPO DE EJECUCION	37
	CONCLUSIONES	38
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFIA	40
ANEXOS		41
A.	PRESUPUESTO CON GEOMEMBRANA	41
A.1	PRESUPUESTO	42
A.2	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	44
B.	PRESUPUESTO CON CONCRETO ARMADO	49
B.1	PRESUPUESTO	50
B.2	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS	52
C.	TABLAS	57
D.	PANEL FOTOGRAFICO	59
E.	PLANOS	64
E.1	PLANO DE UBICACIÓN	65
E.2	PLANOS DE DISEÑO CON GEOMEMBRANA	67
E.3	PLANOS DE DISEÑO CON CONCRETO ARMADO	70

RESUMEN

La zona de estudio del presente informe es el cerro ubicado en el interior de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), específicamente en la parte superior del "C.E.I Los Ingenieritos".

El presente informe corresponde a la evaluación de un plan piloto desarrollado en la ubicación antes descrita, mediante la comparación Técnico – Económica entre dos alternativas posibles para pozas de almacenamiento de agua, las cuáles son:

1. Uso de geomembranas; y
2. Uso del Concreto Armado

Para dicho propósito, se tomó en cuenta el aspecto económico, efectuándose la comparación de costos, así como la evaluación técnica, en ambas alternativas.

Luego de hacer la evaluación Técnico – Económica, se llegó a la conclusión de la gran ventaja que ofrece el uso de la Geomembrana para este caso en particular.

El presente informe presenta una metodología por medio de la cual se puede determinar la mejor opción entre estas dos alternativas.

LISTA DE CUADROS

1.	Cuadro 2.1 – “Coeficientes de durabilidad”	19
2.	Cuadro 2.2 – “Presupuesto de obras con Geomembrana”	23
3.	Cuadro 2.3 – “Presupuesto de obras con Concreto Armado”	24
4.	Cuadro 4.1 – “Comparativo de costos”	35
5.	Cuadro 4.2 – “Comparativo de Metrados”	36
6.	Cuadro 4.3 – “Comparativo de tiempos”	37

LISTA DE FIGURAS

1.	Figura 3.1 - "Anclaje de Geomembrana"	27
2.	Figura 3.2 - "Prueba de equipos"	28
3.	Figura 3.3 - "Muestras destructivas"	29
4.	Figura 3.4 - "Proceso Constructivo de Poza de Concreto Armado"	33

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se presenta como una gran alternativa de solución el uso de geomembranas para la realización de pozas de almacenamiento de agua, el cual reemplaza en forma efectiva al concreto armado.

Son varios los factores que influyen en la decisión del uso del concreto armado o la geomembrana, tanto técnicos como económicos, para lo cual se debe hacer una evaluación minuciosa de dichos factores y así tener la certeza de haber elegido la mejor opción.

El programa del curso de titulación profesional 2006 por Actualización de Conocimientos ha considerado la realización del proyecto "Aplicación de geomembrana en pozas de almacenamiento de agua".

Para el proyecto se desarrolla el expediente técnico, el levantamiento de datos en campo, ejecución de obras de excavación y compactación, colocación del geosintético, pruebas y ensayos y elaboración de los planos As-built.

En resumen, se detalla lo realizado en cada capítulo:

Capítulo I: Generalidades y alcances del proyecto, en este capítulo, se presentan las generalidades del proyecto tales como: ubicación y objetivos, además de los alcances del mismo.

Capítulo II: Cálculos, diseño y costos, en este capítulo, se presentara el diseño, así como, la obtención del presupuesto para cada una de las alternativas.

Capítulo III: Planeamiento y construcción, en este capítulo se realizó el proceso constructivo así como la programación para cada alternativa.

Capítulo IV: Comparación entre el uso de geomembranas y el uso de concreto armado, en este capítulo se hace una comparación de costos y una comparación técnica (procesos constructivos y tiempos de ejecución).

CAPITULO I: GENERALIDADES Y ALCANCES DEL PROYECTO

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en el cerro de la UNI, específicamente en la parte superior del Colegio Ingenieritos, en el Distrito del Rímac, Departamento de Lima, Provincia de Lima, tal como se muestra en el plano de Ubicación U – 01 del Anexo E.

El área del proyecto es de 44.99 m², con una capacidad de almacenamiento de la poza de 20 m³ aproximadamente (ver Foto 8 del Anexo D).

1.1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar una comparación técnico - económico de dos tecnologías: con el uso de geomembrana y el uso de Concreto Armado, con la finalidad de determinar las ventajas y desventajas que tiene una y otra alternativa.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Presentar una metodología a seguir para optar entre dos tipos de sistemas:

- ✓ Sistema con el uso de geomembranas; y
- ✓ Sistema con estructura de concreto

Para lo cual se hará una evaluación tanto económica (obtención del presupuesto para cada caso), desarrollada en el Capítulo II, así como técnica (Planeamiento y construcción) presentada en el Capítulo III, para luego finalmente hacer la comparación, la cual se desarrolla en el Capítulo IV.

1.2 ALCANCES

En resumen los alcances principales del Informe de Suficiencia son:

- ✓ Diseño de poza de concreto armado.
- ✓ Diseño de poza con geomembrana.
- ✓ Comparación Técnica de las partidas involucradas.
- ✓ Evaluación Económica de las dos alternativas, para lo cual, se hará una comparación de costos.

CAPITULO II: CALCULOS, DISEÑO Y COSTOS

2.1 DISEÑO CON GEOMEMBRANA

2.1.1 TOPOGRAFIA

Se ha realizado el levantamiento topográfico a escala 1:500 para el plano de ubicación en planta, 1:50 para el detalle de obra; 1:2000 H y 1:200 V para las secciones transversales.

En la zona de la poza se ha realizado el seccionamiento cada 3 metros, para un mayor detalle de la zona.

A fin de identificar la zona de trabajo se ha recopilado y evaluado la información concerniente básicamente en Cartografía, Estudios existentes y planos digitalizados existentes.

En términos generales la topografía de la zona donde se desarrollara el proyecto es relativamente plana debido a que se encuentra al costado de un camino carrozable usado por camiones que se dirigen hacia la chancadora de minas. El talud que se encuentra aguas arriba es de pendiente 1:0.5 H:V aproximadamente.

Se ha realizado el levantamiento topográfico a partir de la zona del campo deportivo al costado del centro inicial "los Ingenieritos". El equipo con el que se ha realizado el trabajo topográfico tiene las siguientes características:

- 01 Teodolito electrónico marca Topcon, modelo DT101, siendo el teodolito de una precisión de lectura de 5".
- 01 mira estadimétrica.

Como producto del trabajo realizado se elaboraron los planos U – 01 y G – 01, que se muestran en el Anexo E.

2.1.2 GEOTECNIA

Para la elaboración de los diseños se hicieron diferentes ensayos que permitieron definir el talud de la presa en función a los resultados obtenidos.

Debido a la pobre granulometría y al análisis de estabilidad del muro de embalse se pudo determinar que la presa debe tener un talud H: 1.0 y V: 1.0. Para los materiales que se encuentran en la zona del proyecto y a la luz de los resultados del estudio de mecánica de suelos, se ha realizado el diseño considerando las siguientes propiedades geotécnicas:

- ✓ Peso específico del material seco: 1.7 Tn/m³
- ✓ Peso específico del material en estado natural: 1.71 Tn/m³
- ✓ Angulo de fricción interna: 32.7°
- ✓ Cohesión: 0.07 Tn/m²
- ✓ Talud del muro (poza) : H:1.0, V:1.0

Se han realizado tres puntos de inspección obtenidas a través de calicatas (C1, C2 y C3) cerca de la estructura y en su propia ubicación, distribuidos de tal manera que las muestras sean representativas, se indica en el plano de topografía (Plano U-1 del Anexo E) la ubicación de las calicatas así como su correspondiente coordenadas UTM.

2.1.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Se realizó un análisis de estabilidad estática y pseudo estático para el talud de la poza, exigiéndose los siguientes factores de seguridad:

F.S. Estático = 1.2

F.S. sísmico = 1.0 (Aceleración = 0.2 g)

Se analizaron diversos mecanismos de falla del talud de aguas abajo de la presa empleando el método de Bishop modificado, mediante el software SLIDE 5.0 de

la Compañía Roscience. El talud de agua arriba no se analizó ya que durante las exploraciones se ha notado la presencia de roca lo cual permite una buena estabilidad tanto interna como externa.

2.1.4 PERFIL ESTRATIGRAFICO

En la zona correspondiente a la fundación de la estructura el terreno corresponde en su capa superficial de una arena gruesa pobremente graduada seca en estado suelto con inclusión de rocas meteorizadas de un diámetro $\frac{3}{4}$ ", además con la presencia de finos. Este estrato tiene un espesor promedio de 1.5 m, tal como se muestra en las Fotos 1, 2,3 y 4 del Anexo D.

Se han realizado los siguientes ensayos:

1. Corte Directo
2. Granulometría del suelo
3. Prueba de densidad de campo
4. Limite de Atterberg (Límites líquido y plástico).
5. Proctor modificado al 95%.

2.1.5 DISEÑO DE ESPESOR DE GEOMEMBRANA

TIPO Y ESPESOR DE LA GEOMEMBRANA.

La evaluación de esta parte del proyecto ha sido desarrollada con geomembrana de tipo HDPE por el hecho de ser necesaria alta resistencia a los rayos UV al encontrarse contemplado en el proyecto la no utilización de material de cobertura, siendo este aspecto adicionado a la inclinación del talud (1H:1V) importante en la selección de la textura de dicho material, el cual será liso por una cara y texturado por otro.

El diseño técnico deberá proceder según el método de diseño para coberturas de reservorios, basándonos en las deformaciones bajo la superficie que el revestimiento podría experimentar durante su vida de servicio.

Por tal razón es que se calculó el espesor de la geomembrana de acuerdo a la siguiente formula:

$$t = \frac{\sigma_n x (\tan \delta_U + \tan \delta_L)}{\sigma_{adm} (\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L)} \quad \dots (1)$$

- t = Espesor de la geomembrana
 σ_n = Esfuerzo aplicado por el material de relleno
x = Distancia de la deformación movilizada de la geomembrana
 δ_u = Angulo de resistencia al corte entre geom. y el material sobre ella
 δ_L = Angulo de resistencia al corte entre geom. y el material debajo de ella
 σ_{adm} = Esfuerzo admisible de la geomembrana
 β = Angulo de asentamiento que moviliza la tensión de la geom.

Datos:

σ_n = 9.8 Kpa
x = 50 mm
 δ_u = 0 °
 δ_L = 32 °
 σ_{adm} = 15000 Kpa
 β = 45 °
t = 0.077 mm

Factor de seguridad

FS = $\frac{t \text{ instalado}}{t \text{ requerido}}$ Escogemos t = 1

FS = $\frac{1}{0.077}$ FS = 12.99 > 1 OK!!

Reemplazando los valores y factores correspondientes en la formula obtenemos un espesor de geomembrana mínimo de 0.75mm o 300mils. Este valor es considerado a partir del criterio por supervivencia, ya que el resultado de la fórmula es bastante mayor. (Referencia Bibliográfica N° 2). Sin embargo la membrana a instalar será de 1mm.

BERMAS Y TRINCHERAS DE ANCLAJE.

En todos los reservorios recubiertos con geomembranas, la lámina es tendida cubriendo los taludes laterales y considerando al final de la geomembrana un tramo horizontal en la cima del talud y posteriormente terminar verticalmente hacia abajo en una trinchera de anclaje. Esta trinchera es típicamente excavada por una pala manual o mecánica, la lámina es colgada desde el borde y entonces la trinchera es rellena con suelo y compactada apropiadamente.

En cuanto al diseño, la configuración de una zanja de anclaje al final de una berma requiere de ciertas suposiciones importantes acerca del esfuerzo dentro de la trinchera y su mecanismo de resistencia. Para proporcionar resistencia lateral, la distancia vertical dentro de la trinchera de anclaje tiene fuerzas laterales actuando sobre ella.

Específicamente, una presión activa de tierras tiende a desestabilizar la situación, mientras que una presión pasiva de tierras tiende a resistir el arrancamiento. Esta presión pasiva es muy efectiva en proveer una fuerza de resistencia. El dimensionamiento viene dado por la siguiente fórmula propuesta por Koerner, 1998.

Diseño de longitud de desarrollo y anclaje:

$$T_{adm} = \frac{\sigma_n L_{ro} (\tan \delta_U + \tan \delta_L) - P_A - P_P}{\cos \beta - \sin \beta \tan \delta_L} \quad (2)$$

$$P_A = (0.5 \gamma_{AT} \delta_{AT} + \sigma_n) K_A d_{AT} \quad (3)$$

$$P_P = (0.5 \gamma_{AT} \delta_{AT} + \sigma_n) K_P d_{AT} \quad (4)$$

$$\sigma_u = 30 \quad \sigma_L = 32 \quad \beta = 45$$

L_{ro} = Longitud de desarrollo

P_a = Presión activa de tierras

P_t = Presión pasiva de tierras

γ_{at} = peso específico del suelo de la zanja de anclaje

δ_{at} = Profundidad de la zanja de anclaje

σ_n = Esfuerzo normal aportado por el suelo de cobertura

K_a = Coeficiente de presión activa

$K_p =$ Coeficiente de presión pasiva
 $\emptyset =$ Angulo de fricción del suelo

$\gamma_{at} =$ 17 kn/m³
 $\emptyset =$ 32.7°

$K_a =$ 0.2985
 $K_p =$ 3.3501

$T_{adm} =$ 11.25 (15000*0.0075)
 $L_{ro} =$ 0.2 m (inicialmente)
 $P_a =$
 $P_t =$
 $d_{at} =$ 0.3
 $\sigma_n =$ 5.4

Formando la formula:

$$15 = \frac{5.1 * L_{ro} * (\tan 30 + \tan 32) - 0.5 * 17 * d_{at} * 5.4 * 1 * d_{at} + 0.5 * 18 * d_{at} * 5.4 * 1 * d_{at}}{\cos 45 - \sin 45 * \tan 32} \quad \dots(5)$$

$$3.97 = 6.13 * L_{ro} + 25.97 d_{at}^2 + 15.55 d_{at}$$

Asumimos $L_{ro} = 0.3$ m

Resolviendo para $d_{at} = 0.18$ m

Asumimos $d_{at} = 0.3$ m (conservador)

Luego de realizar los cálculos correspondientes se obtiene de longitud de berma de anclaje 0.3m y una sección de zanja de 0.30m x 0.30m.

CRITERIO DE SUPERVIVENCIA

Revisando la Tabla N° 1 del Anexo C (Referencia Bibliográfica N° 2), se observa que para el caso de almacenamiento de cargas medianas se requiere tener en cuenta la condición media, la cual exige como mínimo una geomembrana de 0.75mm.

Pero como sabemos nuestra geomembrana a instalar es de 1 mm, cumpliendo

con el criterio de supervivencia, tal como se muestra en el plano G-01 del Anexo E.

2.2 DISEÑO CON CONCRETO ARMADO

2.2.1 TOPOGRAFIA

Por ser la misma zona donde se ubica esta poza de concreto armado, se usan exactamente los mismos criterios que los descritos en el ítem 2.1.1.

2.2.2 GEOTECNIA

Por ser la misma zona donde se ubica esta poza de concreto armado, se usan exactamente los mismos criterios que los descritos en el ítem 2.1.2.

2.2.3 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Por ser la misma zona donde se ubica esta poza de concreto armado, se usan exactamente los mismos criterios que los descritos en el ítem 2.1.3.

2.2.4 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Por ser la misma zona donde se ubica esta poza de concreto armado, se usan exactamente los mismos criterios que los descritos en el ítem 2.1.4.

2.2.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

GENERALIDADES

Básicamente, el diseño de la estructura se refiere a la ejecución de una poza de almacenamiento de agua estructurada en concreto armado.

Los parámetros que rigen el diseño estructural de los elementos descritos anteriormente son:

a. Descripción del terreno

Presión admisible	:	3.00 kg/cm ²
Periodo predominante	:	0.30 seg.
Factor de suelo	:	1.0
Factor de seguridad por corte	:	3

b. Cargas de Diseño

Las cargas utilizadas en el Diseño son:

Peso de concreto	:	2.400 kg/cm ³
Peso del terreno	:	1800 kg/m ³
Sobrecarga	:	400 kg/m ²

c. Materiales, Normas y Pruebas

En el presente acápite se dan las Normas que regirán los controles de calidad de cada material así como las normas de ensayo de aceptación de materiales. La frecuencia o periodicidad de las pruebas será establecida por las normas, estas especificaciones.

La calidad de los materiales, su modo de utilización y las condiciones de ejecución de los diversos ensayos a los que se deberá someter en obra se ejecutarán de conformidad con la última edición de las normas siguientes:

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

ASTM (American Society of Testing Materials)

ACI (American Concrete Institute)

ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas)

d. Estructuración

La Poza de almacenamiento de agua está conformada por muros y losa de Concreto Armado.

Los objetivos de la Estructuración son proveer resistencia y continuidad adecuadas en todos los elementos estructurales así como rigidez y ductibilidad.

e. Consideraciones de diseño

Las pozas de agua debèn proyectarse y construirse buscando garantizar su hermetismo. Esto se consigue controlando el fisuramiento del concreto, ubicando, diseñando y detallando juntas, distribuyendo convenientemente el refuerzo etc. Para el diseño, algunos autores recomiendan emplear el método elástico. De este modo controlan directamente el esfuerzo de trabajo del acero que agudicen el agrietamiento del concreto. Sin embargo el ACI recomienda tanto el método de diseño a la rotura como el método elástico, presentando algunos criterios adicionales a ser tomados en cuenta en este tipo de estructuras.

Se utilizará el método de diseño a la rotura.

1.- Recubrimiento del refuerzo

Para las estructuras retenedoras de líquidos, el ACI sugiere los recubrimientos mostrados:

Losas:

Concreto en contacto con el terreno, agua, intemperie, aguas servidas, concreto en elementos apoyados sobre losas de cimentación o que soportan terreno, vaciado contra encofrado:

Varillas 5/8" y menores4.00 cm.

Muros:

Superficies expuestas al terreno, agua, intemperie, aguas servidas, vaciado contra encofrado:

Tanques circulares 5.00 cm.

Otros 5.00 cm.

2.- Método de diseño a la rotura

Las combinaciones de carga a considerar en el diseño son:

$$U=1.4D+1.7L+1.7F \quad \dots (6)$$

$$U=0.9D+1.4F \quad \dots (7)$$

Carga muerta (D), carga viva (L) y presión del agua a nivel controlable (F).

La segunda combinación se usa cuando la carga muerta y viva reducen los efectos causados por el fluido.

Adicionalmente, las cargas amplificadas evaluadas a través de expresiones planteadas líneas arriba, serán incrementadas por los coeficientes de durabilidad presentadas en el Cuadro siguiente:

Cuadro 2.1: Coeficientes de Durabilidad	
Solicitud	Coeficiente de durabilidad
Refuerzo provisto por flexión	1.30
Refuerzo provisto para resistir flexión pura	1.65
Refuerzo provisto por corte	$1.3(V_u - \phi V_c)$
Concreto sometido a compresión	1.00

Los Elementos Estructurales de concreto son diseñados de acuerdo al método LRFD (Load and Resistance Factor Design) utilizando los factores de carga de la norma E-060, vigente en el Perú.

3.- Control de rajaduras

El control de rajaduras se efectúa siguiendo el procedimiento efectuado mas adelante con los anchos mínimos de rajaduras allí indicados. Con ello se determina el espaciamiento máximo entre armaduras.

4.- Juntas y detallado de las uniones

El concreto por su naturaleza es un material que esta sometido a continuos

cambios de volumen los cuales son respuesta a cambios de humedad y temperatura. Para evitar el agrietamiento que esto ocasiona es necesario proveer juntas de contracción. El ancho de estas juntas depende de la magnitud del desplazamiento que se espera en la estructura.

El detallado de la unión y las paredes del tanque también es muy importante para garantizar el almacenamiento del líquido.

5.- Análisis

Las dimensiones del tanque son definidas, en principio, por la capacidad de almacenamiento requerido. Sin embargo, durante el proceso de diseño, es preciso verificar que la carga que trasmite al terreno no sobrepase su capacidad portante. Del mismo modo, si el nivel freático es elevado, debe verificarse su estabilidad bajo la situación crítica de tanque vacío.

En caso que el peso de la estructura sea insuficiente para evitar la flotación, este puede ser incrementado aumentando el grosor de las paredes, fondo y techo del tanque o disponiendo aletas a los lados. Estos dispositivos no solo incrementan el peso de la estructura sino el área de contacto entre la estructura y el terreno, reduciendo la presión que ejerce sobre el último.

Dado que la estructura analizada presenta sus paredes laterales inclinadas en un ángulo similar al ángulo de reposo del suelo circundante, entonces las paredes de concreto no necesitan refuerzo por flexión ni por corte. La condición más crítica para el diseño esta dada por el control del fisuramiento.

El ancho de las grietas es limitado de acuerdo al tipo de exposición que tendrá el elemento diseñado. Si no esta expuesto a la intemperie el ancho de fisura deberá estar por debajo de 0.04 cm., y si lo está, el ancho de fisura deberá ser menor que 0.03 cm.

Experimentalmente, se ha demostrado que el ancho de las fisuras en elementos de concreto armado es función de la distribución del refuerzo. Las varillas de

diámetros pequeños y poco espaciamiento se comportan mas eficientemente que las varillas mas gruesas y mas alejadas entre si. También se ha demostrado que el ancho de las grietas es función del esfuerzo en el acero y de la distancia del borde de concreto en tensión a la primera fila de refuerzo.

Para controlar el ancho de las fisuras el ACI-318-99 limita la distancia máxima entre fierros:

$$s \leq \frac{96636}{f_s} - 2.5C_c.cm \quad \dots (8)$$

Donde C_c : el recubrimiento de los fierros (en losas de fondo de tanques es 4 cm.)

s : distancia entre fierros.

Formula empírica basada en experiencias y que vale para estructuras interiores y exteriores.

Además indica que:

$$s \leq 30 \frac{2520}{f_s} cm \quad \dots (9)$$

Esta reglamentación es adicional a la que manda el ACI para losas en un sentido $s \leq 3h$ y para losas en dos sentidos $s \leq 2h$.

Se puede asumir que el acero trabaja al 60% de su esfuerzo de fluencia, es decir, $f_s=0.6f_y$.

Para nuestro caso de diseño:

De la Ecuación (8): $s \leq 28.35 cm.$

De la Ecuación (9): $s \leq 30.00 cm.$

Y también: $s \leq 20.00 \text{ cm.}$ (porque $h=12 \text{ cm.}$)

NOTA: El refuerzo para la losa y paredes está armado en dos sentidos, pero en una sola malla. El espesor de las paredes y el piso es de 0.12 m.

Por lo tanto, el refuerzo deberá estar espaciado cada 20 cm. en ambos sentidos. La cuantía mínima es la misma que la cuantía por temperatura que es: $0.0018bh$

$$A_s = 0.0018*(100 \text{ cm})*(12\text{cm})=2.16 \text{ cm}^2.$$

Como el área de acero de una varilla de 3/8" es $A_s=0.56 \text{ cm}^2$. se necesitan 4 varillas para completar la cuantía mínima, pero estarían espaciadas 25 cm. que supera al espaciamiento por control de temperatura. Por lo tanto se colocará $\varnothing=3/8"$ cada 20 cm, (lo que da cinco varillas en un metro de largo. Cumple). Tal como se muestra en el plano CA-02 del Anexo E.

2.3 PRESUPUESTO OBTENIDO CON EL USO DE GEOMEMBRANA

Luego de haberse obtenido como resultado de diseño, los planos G-01 y G-02, tal como se muestran en el Anexo E, se obtuvo el presupuesto que se muestra a continuación:

CUADRO 2.2: Presupuesto de obras con Geomembrana

10

Página

1

Presupuesto

resupuesto
ubpresupuesto
iente
ugar

0501001 POZA CON GEOMEMBRANA
002 POZA CON GEOMEMBRANA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al **21/04/2007**

m	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	OBRAS PRELIMINARES				684.09
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	est	1.00	200.00	200.00
1.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	44.99	10.76	484.09
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,890.52
2.01	EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA	m3	23.93	30.28	724.60
2.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	46.65	3.92	182.87
2.03	COMPACTACION DEL TERRENO	m2	46.65	3.24	151.15
2.04	ZARANDEO Y SUMINISTRO DE ARENA P/CAMA DE APOYO	m3	1.15	36.37	41.83
2.05	COLOCACION DE CAMA DE APOYO	m3	1.15	14.80	17.02
2.06	EXCAVACION DE ZANJA P/ANCLAJE DE GEOMEMBRANAS	m	31.07	10.55	327.79
2.07	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO EN ZANJAS	m	31.07	33.95	1,054.83
2.08	ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	31.11	12.55	390.43
3	SUMINISTRO INSTALACION DE MATERIALES DE RECUBRIMIENTO				1,494.10
3.01	SUMINISTRO DE GEOTEXTIL	m2	90.06	3.50	315.21
02	INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2	90.06	0.43	38.73
03	SUMINISTRO DE GEOMEMBRANA	m2	90.06	9.00	810.54
04	INSTALACION DE GEOMEMBRANA	m2	90.06	3.66	329.62
4	VARIOS				200.00
4.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gb	1.00	200.00	200.00
	COSTO DIRECTO				5,268.71
	GASTOS GENERALES 34.3855%				1,811.67
					=====
	TOTAL				7,080.38

SON : SIETE MIL OCHENTA Y 38/100 NUEVOS SOLES

2.4 PRESUPUESTO OBTENIDO CON CONCRETO ARMADO

Luego de haberse obtenido como resultado de diseño, el plano CA-02, tal como se muestran en el Anexo E, se obtuvo el presupuesto que se muestra a continuación:

CUADRO 2.3: Presupuesto de obras con Concreto Armado

10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 POZA DE CONCRETO ARMADO**
 Cliente **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA** Costo al **25/09/2007**
 Lugar **LIMA - LIMA - RIMAC**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				629.11
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	est	1.00	200.00	200.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	39.88	10.76	429.11
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,114.71
02.01	EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA	m3	38.23	30.28	1,157.60
02.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	46.56	3.92	182.52
02.03	COMPACTACION DEL TERRENO	m2	46.56	3.24	150.85
02.04	ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	49.70	12.55	623.74
03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				5,138.58
03.01	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² PARA POZA	m3	8.94	263.57	2,356.32
03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO INTERIOR EN POZA DE AGUA	m2	35.05	32.61	1,142.98
03.03	ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	406.77	4.03	1,639.28
04	VARIOS				200.00
04.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gb	1.00	200.00	200.00
	COSTO DIRECTO				8,082.40
	GASTOS GENERALES 22.2706%				1,800.00
					=====
	TOTAL				9,882.40

SON : NUEVE MIL OCHOCIENTOS OCHENTIDOS Y 40/100 NUEVOS SOLES

CAPITULO III: PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCION

3.1 CON EL USO DE GEOMEMBRANAS

3.1.1 PROCESO CONSTRUCTIVO

Excavación del vaso de la poza

La excavación de la poza es manual con ayudantes equipados con picos y lampas.

Terminada la excavación se procederá a retirar las rocas punzo cortantes en toda el área de la poza que pueda romper la geomembrana.

En la foto 2 del Anexo D, se muestra la excavación total de la poza.

Colocación del Geotextil

Durante la instalación del geotextil, el Técnico de control de calidad deberá efectuar en forma permanente una Inspección visual a todos los elementos involucrados. En especial a la superficie de apoyo, ya que de esta depende la calidad del trabajo final.

El geotextil llevará un traslape, el cual dependerá de la forma de colocación, las cuales se detallan a continuación:

- Por costura, se traslapara 5 cm; y
- Por superposición, se traslapara de 15 a 20 cm

Luego de desplegado el geotextil, el control de calidad inspeccionará visualmente cada uno de los paneles. El cual consistirá en:

- Verificar que los paneles de geotextil no presenten arrugas, marcas

profundas, salidas de rodillo, material fundido, quemaduras ni perforaciones y que el traslape sea el adecuado.

- Inspeccionar cada unión dentro del metro inicial, debajo del traslape en busca de pliegues, malos acomodamientos y/o áreas sin cobertura.
- No deberá de existir piedras rodantes con ángulos prominentes bajo el geotextil con el fin de evitar transmitir daños a la geomembrana. En caso de observar estas irregularidades durante la inspección visual del área se procederá a realizar y/o reponer dicho material.
- Toda unión entre paneles debe ser inspeccionada visualmente, observando cuidadosamente cumplir con los requerimientos especificados en cuanto al traslape.

La colocación final del geotextil se muestra en la foto 5 del Anexo D.

Corte de Geomembrana

Se ubicará adecuadamente una cancha de corte, donde se realizarán los cortes de la geomembrana para lo cual todo el personal involucrado usará guantes y herramientas adecuados para esta labor, estas áreas deberán estar libres de piedras medianas y grandes para evitar daños a la geomembrana.

En esta cancha de corte también se realizarán los controles de calidad, los cuales se detallan más adelante.

Control Topográfico

Se proporcionará la medida de los paños a cortar de la geomembrana según la zona a cubrir.

Construcción de Zanja de anclaje de la Geomembrana

Luego de empezado tanto los trabajos retiro de rocas en el área a colocar la geomembrana, se excavarán zanjas de anclaje para la geomembrana, está se efectuará en forma manual, posteriormente a la colocación de la geomembrana en el anclaje se procederá a rellenar la zanja tal y como se indica en los planos de construcción.

Esta zanja se construirá alrededor de todo el vaso de la poza teniendo como sección típica la mostrada a continuación.

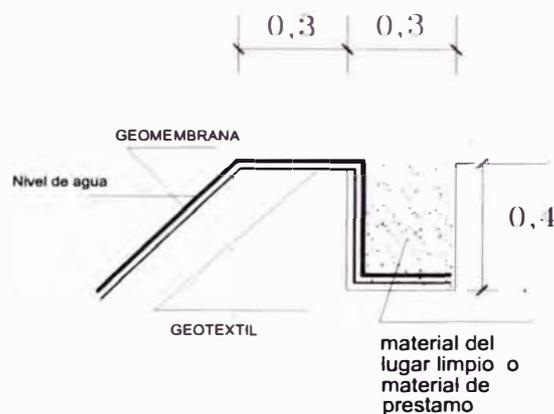


Figura 3.1: Anclaje de Geomembrana

Tendido de geomembrana

Se empezarán a tender los paneles de geomembrana desde la cota más alta de la poza hacia el fondo de esta (a favor de la pendiente).

Los paneles serán cortados en las canchas de corte y serán aproximadas a la zona de colocación con personal.

Se tenderán los paneles ya cortados, desde la zona de anclaje hacia el centro de la poza para lo cual se colocarán sacos de arena ciertos sectores de la zanja.

En el almacenamiento de la geomembrana se tendrá cuidado de no dañarla o dejarla expuesta al medio ambiente.

En la foto 6 del Anexo D, se aprecia la geomembrana colocada sobre la

superficie de la poza.

Controles de Calidad de la Geomembrana

Los controles de calidad se llevarán a cabo de acuerdo con los protocolos que forman parte del presente procedimiento. Es preciso resaltar además que el funcionamiento de los equipos de soldadura (Cuña y Extrusora) serán probados previos a su utilización en los trabajos de instalación.

Se hará una tira de prueba al comenzar cada día de trabajo con cada maquina de soldar. La tira de prueba se deberá hacer al pie de la obra y bajo las mismas condiciones en que se hacen las costuras de los revestimientos. La tira de prueba debe tener 1.2 m de largo por 0.30 m de ancho, con la costura centrada longitudinalmente. La prueba de muestra debe tener tres muestras para ensayo de 0.40 m. Cortadas de ésta (una para ensayo del contratista, la segunda para el asegurador de control de calidad y la tercera para el cliente).

En la foto se muestra como se prueban los equipos antes de la soldadura de la geomembrana in situ.



Figura 3.2: “Prueba de equipos”

La descripción de la prueba es la siguiente:

Prueba de adherencia

La parte sobrepuesta de la muestra para ensayo se deberá tirar 180° desde la parte superior de la misma. La muestra para ensayo se deberá realizar usando un tensiómetro. Un paso se define como una unión de rompimiento de la película (es decir, el material de la lámina se rompe sin dañar la soldadura); una falla se define como de adherencia de la costura.

Muestreo de las pruebas destructivas

A medida que los trabajos de soldadura del revestimiento avanzan, se deberán cortar muestras de prueba del revestimiento acabado. El cliente deberá determinar la ubicación de las muestras destructivas, con no menos de una muestra cada 150 m de costura. Estas muestras, denominadas muestras destructivas, deberán tener 0.90 m de largo por 0.45 m de ancho con la costura centrada longitudinalmente.

En la siguiente figura se aprecia la muestra destructiva a ser ensayada.



Figura 3.3: “Muestra destructiva”

Personal Técnico y Equipos de trabajo para la colocación de la Geomembrana y Geotextil

El trabajo estará dividido en dos cuadrillas de trabajo, una cuadrilla de colocación de Geotextil y otra cuadrilla para la colocación de la geomembrana. Cada una de las cuadrillas hará uso de los siguientes equipos:

Cuadrilla de Geotextil

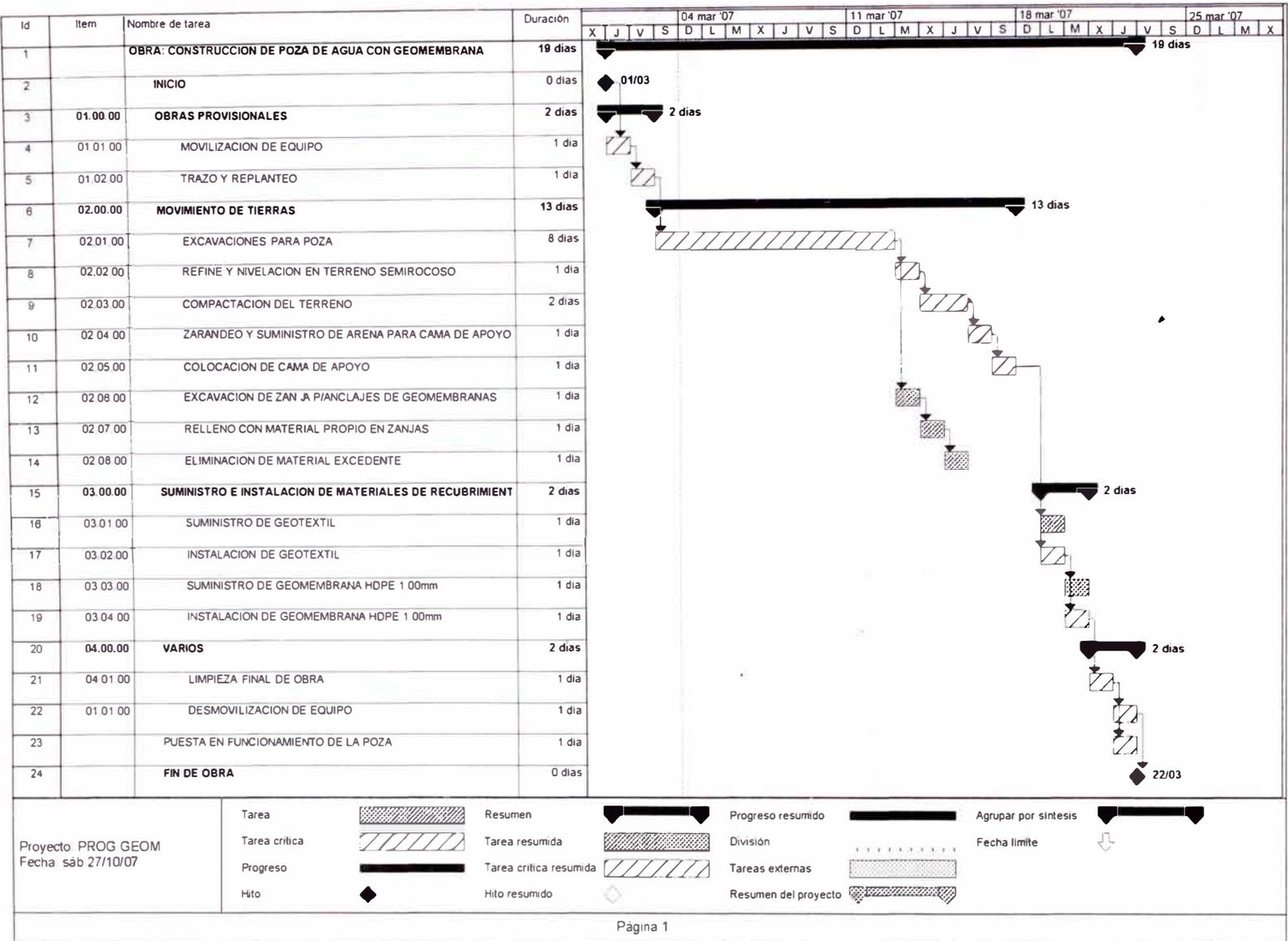
- 1 Técnico soldador.
- 1 Leister.
- 1 Juego de Cables.

Cuadrilla de Geomembrana

- 2 Técnicos (1 cuñero y 1 extrusor)
- 1 Cuña Columbine
- 1 Extrusoras Columbine
- 1 Tensiómetro Columbine
- 1 Leister
- 1 Lijadora eléctrica
- 1 Equipo de control de calidad (compresora+caja de vacío)

3.1.2 PROGRAMACION DE TRABAJO

Para la programación de la obra, se utilizó el MS Project 2003.



3.2 CON EL USO DE CONCRETO ARMADO

3.2.1 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El procedimiento a seguir para la construcción con este sistema es el siguiente:

Excavación de la poza

La excavación de la poza es manual con ayudantes equipados con picos y lampas.

Luego de la excavación, se procederá al refine, nivelación y compactación del terreno, para poder uniformizar la superficie, y dejar listo para la posterior colocación del concreto armado.

Concreto armado para la poza

➤ Colocación del acero:

Luego de estar listo el terreno, se procederá a la colocación del acero, tal como lo indican los planos.

➤ Encofrado:

Colocado el acero, se procede al encofrado de la estructura, manteniendo las dimensiones indicadas en los planos.

➤ Concreto

Luego del encofrado respectivo, se procederá al vaciado de concreto, para lo cual se utilizará Concreto Premezclado, o concreto fabricado in situ

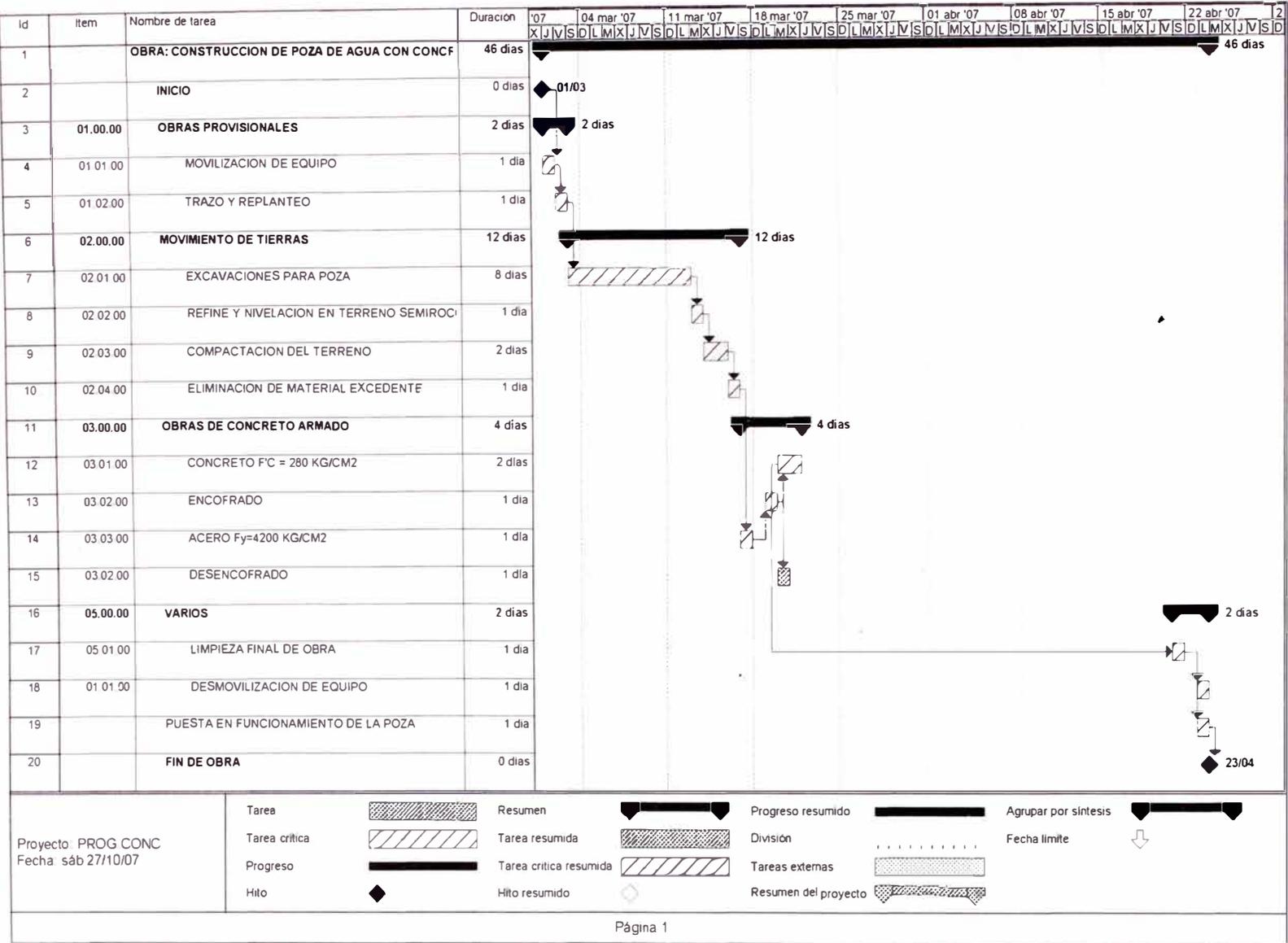
A continuación se muestra una poza de almacenamiento de agua con este sistema, en donde se aprecia la excavación al 100%, además se puede observar la ejecución de la partida colocación de acero, para el posterior encofrado, vaciado de concreto y finalmente el desencofrado.



Figura 3.4 “Proceso Constructivo de Poza de Concreto Armado”

3.2.2 PROGRAMACION DE TRABAJO

Para la programación de la obra, se utilizó el MS Project 2003.



CAP IV. COMPARACION ENTRE EL USO DE GEOMEMBRANAS Y EL USO DE CONCRETO ARMADO

4.1 COMPARATIVO DE COSTOS

Con la finalidad de hacer una comparación económica, se presenta la tabla comparativa de costos:

CUADRO 4.1: COMPARATIVO DE COSTOS

DESCRIPCION		COSTO
Con Geomembrana	████████████████████	S/. 7,080.38
Con Concreto Armado	████████████████████	S/. 9,882.40
Diferencia	██████	S/. 2,802.02
Porcentaje		39.57%

Los valores se obtienen del Capítulo II del presente informe.

Esta comparación se hace asumiendo que los materiales para los dos casos se encuentran disponibles, y que se cuenta con personal calificado para poder realizar cualquiera de las dos alternativas.

Como se puede apreciar, la diferencia entre estas dos alternativas es de S/. 2,802.02 a favor de la alternativa que usa la geomembrana. Siendo el costo del concreto armado el 39.57 % mayor al costo de la poza con geomembrana, demostrándose de esta manera la diferencia de costos entre ambas alternativas para este caso en particular.

Se concluye, por tanto, que desde el punto de vista económico, la geomembrana resulta más económica.

4.2 COMPARATIVO DE PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCION

4.2.1 COMPARACION TECNICA DE PARTIDAS

CUADRO 4.2: COMPARATIVO DE METRADOS

Item	Partida	Metrados		Difer	%	Comentario
		Geom	Concreto Armado			
1	Trazo y replanteo	44.99	39.88	5.11	11.36%	La diferencia se debe a la mayor area a replantar en el caso de la poza con geomebrana debido a la zanja de anclaje.
2	Excavación para poza de agua	23.93	38.23	14.30	59.76%	En el caso del concreto armado, la excavación es mayor representando el 59.76%, esto debido a la excavación adicional para la colocación del concreto armado en si.
3	Refine y nivelación en terreno semirocoso	46.65	46.56	0.09	0.19%	Representa practicamente la misma area.
4	Compactación del terreno	46.65	46.56	0.09	0.19%	Representa practicamente la misma area.
5	Zarandeo y suministro de arena p/cama de apoyo	1.15				Esta partida solo se desarrolla en el caso de la geomembrana y no es muy representativa.
6	Colocación de cama de apoyo	1.15				Esta partida solo se desarrolla en el caso de la geomembrana y no es muy representativa.
7	Excavación y relleno de zanja p/anclaje de geomembranas	31.07				Esta partida solo se desarrolla en el caso de la geomembrana y no es muy representativa.
8	Eliminación de material	31.11	49.70	18.59	59.76%	Por ser mayor la excavación en el caso del concreto armado, la eliminación también es mayor en un 59.76%
9	Suministro e instalación del geotextil	90.06				Esta partida solo se desarrolla en el caso de la geomembrana.

CUADRO 4.2: COMPARATIVO DE METRADOS (Continuación)						
10	Suministro e instalación de la geomembrana	90.06				Esta partida solo se desarrolla en el caso de la geomembrana.
11	Concreto $f_c=280$ kg/cm ²		8.94			Estas 3 partidas son las que representan la mayor diferencia entre ambas propuestas, ya que son las que conllevan a un mayor tiempo de ejecución, mayor cantidad de mano de obra y por tanto mayores costos.
12	Encofrado y desencofrado		35.05			
13	Acero $f_y=4200$ kg/cm ²		406.77			

Partidas comunes
Partidas realizadas solo con la Geomembrana
Partidas realizadas solo con el Concreto Armado

4.2.2 COMPARACION DE TIEMPO DE EJECUCION

CUADRO 4.3: COMPARATIVO DE TIEMPOS

Descripción	Tiempo
Geomembrana	19.00
Concreto Armado	46.00
Diferencia	27.00
Porcentaje	142.11%

Como se puede apreciar, la diferencia entre estas dos alternativas es de 27 días a favor de la alternativa que usa la geomembrana. Siendo el tiempo a utilizar del concreto armado el 142.11 % mayor al tiempo que se realizara si se usa la geomembrana. Esto debido al tiempo que demora el concreto armado en llegar a la resistencia final de diseño.

CONCLUSIONES

1. El diseño de pozas de almacenamiento de agua de concreto armado, debe garantizar un total hermetismo, esto se logra controlando el fisuramiento del concreto ubicando, diseñando y detallando juntas, distribuyendo convenientemente el refuerzo etc.
2. El menor costo en la ejecución de la poza utilizando geomembranas, se debe principalmente, al costo de los materiales y equipos que se emplean, en el Concreto Armado es muy alto en relación a los empleados en el uso de la geomembrana.
3. Los tiempos de ejecución también se ven disminuidos notoriamente, debido a la simplicidad del proceso constructivo de la poza con geomembrana en relación al del concreto armado.
4. Entre estos dos criterios de evaluación, costo de materiales y tiempo de ejecución (mano de obra), el de mayor incidencia es el costo de los materiales para una y otra alternativa que son los que definen la elección final.
5. Finalmente, se concluye que para el caso analizado resulta sumamente ventajosa tanto económica como técnicamente la alternativa que usa la geomembrana, por lo que se opta sin lugar a dudas por esta opción.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener un resultado más preciso de la comparación técnico - económica, se debe tener en cuenta los siguientes factores: la realidad de la zona, mano de obra con la que se cuenta, y la disponibilidad de los materiales para una de las dos alternativas, las cuales son: el uso de la Geomembrana o el uso del Concreto Armado, teniendo cada una diferentes materiales e insumos.
2. Se debe tener en cuenta que existen aparte del concreto armado, otras posibles soluciones para el almacenamiento de agua, tales como son los tanques de fibrocemento, por lo que se recomienda una evaluación de todas estas posibles soluciones y su viabilidad, para lo cual se seguirá el mismo procedimiento anteriormente descrito.

BIBLIOGRAFIA

1. Gonzáles Paniura, Miguel, Asesoramiento Personal, AMANCO PERU, Perú, 2007.
2. KOERNER R.M., Design with Geosynthetics, 5 edición, Editorial Hardcover, U.S.A., 2005
3. Manual de diseño PAVCO AMANCO, Sétima edición; Editorial Norte Gráfico, Colombia 2006.
4. Morales Morales, Roberto; Diseño en concreto armado, primera edición, editorial ICG, Perú, 2000
5. Ortega García, Juan; Concreto Armado I, 4ta edición, Editorial W.H. Editores, Perú 1993

ANEXO A. PRESUPUESTO CON GEOMEMBRANA

ANEXO A1. PRESUPUESTO

Presupuesto

0501001 POZA CON GEOMEMBRANA
002 POZA CON GEOMEMBRANA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
LIMA - LIMA - RIMAC

Costo al 21/04/2007

m	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	OBRAS PRELIMINARES				684.09
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	est	1 00	200 00	200 00
02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	44 99	10 76	484 09
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2.890.52
01	EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA	m3	23 93	30 28	724 60
02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	46 65	3 92	182 87
03	COMPACTACION DEL TERRENO	m2	46 65	3 24	151 15
04	ZARANDEO Y SUMINISTRO DE ARENA P/CAMA DE APOYO	m3	1 15	36 37	41 83
05	COLOCACION DE CAMA DE APOYO	m3	1 15	14 80	17 02
06	EXCAVACION DE ZANJA P/ANCLAJE DE GEOMEMBRANAS	m	31 07	10 55	327 79
07	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO EN ZANJAS	m	31 07	33 95	1 054 83
08	ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	31 11	12 55	390 43
	SUMINISTRO INSTALACION DE MATERIALES DE RECUBRIMIENTO				1.494.10
01	SUMINISTRO DE GEOTEXTIL	m2	90 06	3 50	315 21
02	INSTALACION DE GEOTEXTIL	m2	90 06	0 43	38 73
03	SUMINISTRO DE GEOMEMBRANA	m2	90 06	9 00	810 54
04	INSTALACION DE GEOMEMBRANA	m2	90 06	3 66	329 62
	VARIOS				200.00
01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gb	1 00	200 00	200 00
	COSTO DIRECTO				5,268.71
	GASTOS GENERALES 34.3855%				1,811.67
					=====
	TOTAL				7,080.38
	SON : SIETE MIL OCHENTA Y 38/100 NUEVOS SOLES				

ANEXO A.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501001 POZA CON GEOMEMBRANA**
Subpresupuesto **002 POZA CON GEOMEMBRANA** Fecha presupuesto **21/04/2007**

Partida **01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

Rendimiento **est/DIA** MO **1.0000** EQ **1.0000** Costo unitario directo por est **200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
0337010104	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1 0000	200 00	200 00
						200.00

Partida **01.02 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA** MO **125.0000** EQ **125.0000** Costo unitario directo por m2 **10.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 0640	9 60	0 61
0147030093	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1 0000	0 0640	11 28	0 72
						1.33
	Materiales					
0229150009	OCRE	kg		1 0000	1 00	1 00
0254010001	PINTURA ESMALTE	gal		0 2500	30 00	7 50
						8.50
	Equipos					
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1 0000	0 0640	6 50	0 42
0349880003	TEODOLITO	hm	1 0000	0 0640	8 00	0 51
						0.93

Partida **02.01 EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA**

Rendimiento **m3/DIA** MO **30.0000** EQ **30.0000** Costo unitario directo por m3 **30.28**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	1 0000	0 2667	14 26	3 80
0147010004	PEON	hh	10 0000	2 6667	9 60	25 60
						29.40
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	29 40	0 88
						0.88

Partida **02.02 REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO**

Rendimiento **m2/DIA** MO **20.0000** EQ **20.0000** Costo unitario directo por m2 **3.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 4000	9 60	3 84
						3.84
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2 0000	3 84	0 08
						0.08

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501001 POZA CON GEOMEMBRANA**
Subpresupuesto **002 POZA CON GEOMEMBRANA** Fecha presupuesto **21/04/2007**

Partida **02.03 COMPACTACION DEL TERRENO**
Rendimiento **m2/DIA** MO **120.0000** EQ **120.0000** Costo unitario directo por m2 **3.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0 0667	11 28	0 75
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 0667	9 60	0 64
1.39						
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0 0500	10 00	0 50
0.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	1 39	0 04
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1 0000	0 0667	19 66	1 31
1.35						

Partida **02.04 ZARANDEO Y SUMINISTRO DE ARENA P/CAMA DE APOYO**
Rendimiento **m3/DIA** MO **12.0000** EQ **12.0000** Costo unitario directo por m3 **36.37**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4 0000	2 6667	9 60	25 60
25.60						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	25 60	0 77
0349080012	ZARANDA MECANICA	hm	1 0000	0 6667	15 00	10 00
10.77						

Partida **02.05 COLOCACION DE CAMA DE APOYO**
Rendimiento **m3/DIA** MO **15.0000** EQ **15.0000** Costo unitario directo por m3 **14.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0 5333	11 28	6 02
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 5333	9 60	5 12
11.14						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	11 14	0 33
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1 0000	0 5333	6 25	3 33
3.66						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501001 POZA CON GEOMEMBRANA**
Subpresupuesto **002 POZA CON GEOMEMBRANA** Fecha presupuesto **21/04/2007**

Partida **02.06 EXCAVACION DE ZANJA P/ANCLAJE DE GEOMEMBRANAS**

Rendimiento **m/DIA** MO **7.5000** EQ **7.5000** Costo unitario directo por m **10.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1 0000	1 0667	9 60	10 24
10.24						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	10 24	0 31
0.31						

Partida **02.07 RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO EN ZANJAS**

Rendimiento **m/DIA** MO **7.5000** EQ **7.5000** Costo unitario directo por m **33.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	1 0667	11 28	12 03
0147010004	PEON	hh	1 0000	1 0667	9 60	10 24
22.27						
Materiales						
0205010036	MATERIAL SELECCIONADO	m3		0 1560	25 00	3 90
3.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	22 27	1 11
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1 0000	1 0667	6 25	6 67
7.78						

Partida **02.08 ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO EN TERRENO SEMIROCOSO**

Rendimiento **m3/DIA** MO **250.0000** EQ **250.0000** Costo unitario directo por m3 **12.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	5 4000	0 1728	11 88	2 05
0147010004	PEON	hh	1 8000	0 0576	9 60	0 55
2.60						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1 0000	2 60	0 03
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	5 0000	0 1600	50 00	8 00
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1.5-1 75 yd3	hm	1 0000	0 0320	60 00	1 92
9.95						

Partida **03.01 SUMINISTRO DE GEOTEXTIL**

Rendimiento **m2/DIA** MO EQ Costo unitario directo por m2 **3.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0275010005	GEOTEXTIL NO TEJIDO	m2		1 0000	3 50	3 50
3.50						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501001 POZA CON GEOMEMBRANA**
Subpresupuesto **002 POZA CON GEOMEMBRANA** Fecha presupuesto **21/04/2007**

Partida **03.02 INSTALACION DE GEOTEXTIL**

Rendimiento **m2/DIA** MO **750.0000** EQ **750.0000** Costo unitario directo por m2 **0.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0011	14 26	0 02
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0 0107	11 28	0 12
0147010004	PEON	hh	2 0000	0 0213	9 60	0 20
0.34						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	0 34	0 01
0349500001	EQUIPO LEISTER	hm	1 0000	0 0107	7 50	0 08
0.09						

Partida **03.03 SUMINISTRO DE GEOMEMBRANA**

Rendimiento **m2/DIA** MO EQ Costo unitario directo por m2 **9.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0275010006	GEOMEMBRANA HDPE 1 00 mm	m2		1 0000	9 00	9 00
9.00						

Partida **03.04 INSTALACION DE GEOMEMBRANA**

Rendimiento **m2/DIA** MO **150.0000** EQ **150.0000** Costo unitario directo por m2 **3.66**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0 5000	0 0267	14 26	0 38
0147010002	OPERARIO	hh	2 0000	0 1067	11 28	1 20
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 0533	9 60	0 51
2.09						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5 0000	2 09	0 10
0349500001	EQUIPO LEISTER	hm	1 0000	0 0533	7 50	0 40
0349500002	CUÑA COLUMBINE	hm	1 0000	0 0533	12 50	0 67
0349500003	TENSIOMETRO COLUMBINE	hm	1 0000	0 0533	7 50	0 40
1.57						

Partida **04.01 LIMPIEZA FINAL DE OBRA**

Rendimiento **glb/DIA** MO **80.0000** EQ **80.0000** Costo unitario directo por glb **200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0337010104	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1 0000	200 00	200 00
200.00						

ANEXO B. PRESUPUESTO CON CONCRETO ARMADO

ANEXO B.1 PRESUPUESTO

Página

Presupuesto

puesto supuesto número particular	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO, 001 POZA DE CONCRETO ARMADO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LIMA - LIMA - RIMAC			Costo al	25/09/2007
	OBRAS PROVISIONALES				629.11
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	est	1 00	200 00	200 00
2	TRAZO Y REPLANTEO	m2	39 88	10 76	429 11
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,114.71
01	EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA	m3	38 23	30 28	1,157 60
02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	46 56	3 92	182 52
03	COMPACTACION DEL TERRENO	m2	46 56	3 24	150 85
04	ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN TERRENO SEMIROCOSO	m3	49 70	12 55	623 74
	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				5,138.58
01	CONCRETO f _c =280 kg/cm ² PARA POZA	m ³	8 94	263 57	2,356 32
02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO INTERIOR EN POZA DE AGUA	m ²	35 05	32 61	1,142 98
03	ACERO f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	406 77	4 03	1,639 28
	VARIOS				200 00
01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gb	1 00	200 00	200 00
	COSTO DIRECTO				8,082.40
	GASTOS GENERALES 22.2706%				1,800.00
					=====
	TOTAL				9,882.40
	SON : NUEVE MIL OCHOCIENTOS OCHENTIDOS Y 40/100 NUEVOS SOLES				

ANEXO B.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO**
 Subpresupuesto **001 POZA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **25/09/2007**

Partida **01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

Rendimiento **est/DIA MO 1.0000 EQ 1.0000** Costo unitario directo por est **200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0337010104	Equipos MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1 0000	200 00	200 00 200.00

Partida **01.02 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA MO 125.0000 EQ 125.0000** Costo unitario directo por m2 **10.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 0640	9 60	0 61
0147030093	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1 0000	0 0640	11 28	0 72
						1.33
Materiales						
0229150009	OCRE	kg		1 0000	1 00	1 00
0254010001	PINTURA ESMALTE	gal		0 2500	30 00	7 50
						8.50
Equipos						
0349190003	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	he	1 0000	0 0640	6 50	0 42
0349880003	TEODOLITO	hm	1 0000	0 0640	8 00	0 51
						0.93

Partida **02.01 EXCAVACION DE PARA POZA DE AGUA**

Rendimiento **m3/DIA MO 30.0000 EQ 30.0000** Costo unitario directo por m3 **30.28**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1 0000	0 2667	14 26	3 80
0147010004	PEON	hh	10 0000	2 6667	9 60	25 60
						29.40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	29 40	0 88
						0.88

Partida **02.02 REFINE Y NIVELACION EN TERRENO SEMIROCOSO**

Rendimiento **m2/DIA MO 20.0000 EQ 20.0000** Costo unitario directo por m2 **3.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 4000	9 60	3 84
						3.84
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2 0000	3 84	0 08
						0.08

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **25/09/2007**
 Subpresupuesto **001 POZA DE CONCRETO ARMADO**

Partida **02.03 COMPACTACION DEL TERRENO**

Rendimiento **m2/DIA** MO **120.0000** EQ **120.0000** Costo unitario directo por m2 **3.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0 0667	11 28	0 75
0147010004	PEON	hh	1 0000	0 0667	9 60	0 64
1.39						
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0 0500	10 00	0 50
0.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	1 39	0 04
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1 0000	0 0667	19 66	1 31
1.35						

Partida **02.04 ELIMINACION DE DESMONTE PROVENIENTE DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN TERRENO SEMIROCOSO**

Rendimiento **m3/DIA** MO **250.0000** EQ **250.0000** Costo unitario directo por m3 **12.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	5 4000	0 1728	11 88	2 05
0147010004	PEON	hh	1 8000	0 0576	9 60	0 55
2.60						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1 0000	2 60	0 03
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	5 0000	0 1600	50 00	8 00
0349040007	CARGADOR SOBRE LLANTAS 80-95 HP 1 5-1 75 yd3	hm	1 0000	0 0320	60 00	1 92
9.95						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO**
Subpresupuesto **001 POZA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **25/09/2007**

Partida **03.01 CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA POZA**

Rendimiento **m3/DIA** MO **24.0000** EQ **24.0000** Costo unitario directo por m3 **263.57**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0333	14 26	0 47
0147010002	OPERARIO	hh	3 0000	1 0000	11 28	11 28
0147010003	OFICIAL	hh	3 0000	1 0000	10 63	10 63
0147010004	PEON	hh	9 0000	3 0000	9 60	28 80
						51.18
Materiales						
0205000004	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0 5500	30 00	16 50
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0 5000	25 00	12 50
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42 5 kg)	bls		11 5000	15 00	172 50
0239050000	AGUA	m3		0 1850	10 00	1 85
						203.35
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	51 18	1 54
0349070006	VIBRADOR DE CONCRETO 3/4" - 2"	hm	1 0000	0 3333	2 50	0 83
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1 0000	0 3333	20 00	6 67
						9.04

Partida **03.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO INTERIOR EN POZA DE AGUA**

Rendimiento **m2/DIA** MO **9.0000** EQ **9.0000** Costo unitario directo por m2 **32.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0889	14 26	1 27
0147010002	OPERARIO	hh	1 0000	0 8889	11 28	10 03
0147010003	OFICIAL	hh	1 0000	0 8889	10 63	9 45
						20.75
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0 2000	3 00	0 60
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0 0700	3 00	0 21
0245010001	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3 7500	2 78	10 43
						11.24
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	20 75	0 62
						0.62

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0501002 POZA DE CONCRETO ARMADO**
Subpresupuesto **001 POZA DE CONCRETO ARMADO** Fecha presupuesto **25/09/2007**

Partida **03.03 ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO **300.0000** EQ **300.0000** Costo unitario directo por kg **4.03**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0 1000	0 0027	14 26	0 04
0147010002	OPEPARIO	hh	1 0000	0 0267	11 28	0 30
0147010003	OFICIAL	hh	1 0000	0 0267	10 63	0 28
0.62						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0 0600	3 00	0 18
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1 0700	3 00	3 21
3.39						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3 0000	0 62	0 02
0.02						

Partida **04.01 LIMPIEZA FINAL DE OBRA**

Rendimiento **glb/DIA** MO **80.0000** EQ **80.0000** Costo unitario directo por glb **200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0337010105	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	glb		1 0000	200 00	200 00
200.00						

ANEXO C. TABLAS

TABLA N° 1

**VALORES MINIMOS RECOMENDADOS PARA SUPERVIVENCIA DE
 LA GEOMEMBRANA EN EL PROCESO DE INSTALACION**

PROPIEDAD FISICA Y METODO DE LABORATORIO	BAJO (1)	MEDIO (2)	ALTO (3)	MUY ALTO (4)
ESPESOR (D 5199), mils (mm)	25 (0.63)	30 (0.75)	35 (0.88)	40 (1.00)
TENSION (D 6693), Lb/pulg (KN/m)	40 (7.0)	51 (9.0)	63 (11.0)	74 (13.0)
RASGADO (D 1004), Lb (N)	7.5 (33)	10 (45.0)	15 (67.0)	20 (90.0)
PUNZONAMIENTO (D 4833), Lb (N)	25 (110)	30 (140)	39 (170)	46 (200)
IMPACTO (D 3998 mod), J	10	12	15	20

Fuente: Designing With Geosynthetics 5ta edición. Robert Koerner

BAJO (1): Se refiere a una cuidadosa instalación a mano sobre un terreno bien gradado y uniforme con cargas leves de naturaleza estática. Típicos usados como barreras de vapor bajo trozos de piso.

MEDIO (2): Se refiere a una instalación manual o con maquinaria sobre un terreno gradado con maquinaria de una pobre textura con cargas medianas. Generalmente usados para canales.

ALTO (3): Se refiere a una instalación manual o con maquinaria sobre un terreno gradado con maquinaria de una pobre textura con cargas altas. Generalmente usados para suelos de relleno y coberturas.

MUY ALTO (4): Se refiere a una instalación manual o con maquinaria sobre un terreno gradado con maquinaria de una textura muy pobre con cargas altas. Típicamente usados para reservorios y rellenos sanitarios.

ANEXO D. PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 1: En esta vista se aprecia la colocación de los niveles para el nivel de fondo de la poza.

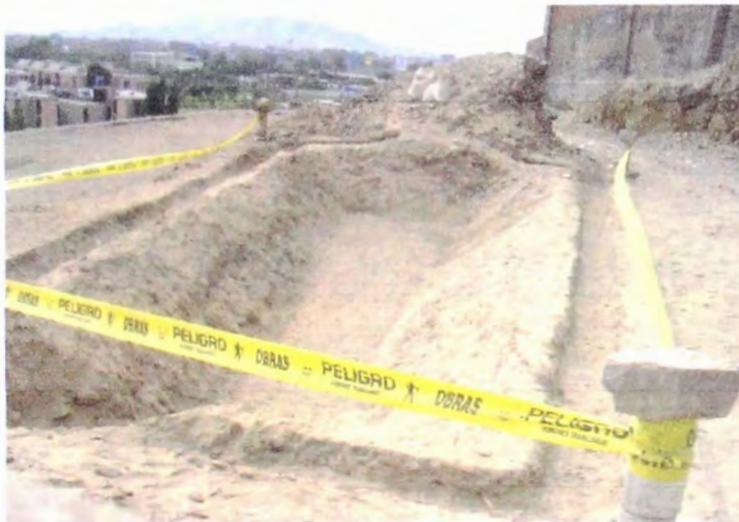


FOTO 2: En esta vista se aprecia la excavación de la poza al 100%.



FOTO 3: En esta vista se aprecia el control de compactación con el “Cono de arena”, previa compactación.



FOTO 4: En esta vista se aprecia la eliminación de partículas punzo cortantes que puedan dañar la geomembrana.



FOTO 5: En esta vista se aprecia el geotextil colocado en la superficie de la poza, para la posterior colocación de la geomembrana.



FOTO 6: En esta vista se aprecia la geomembrana colocada en la superficie de la poza



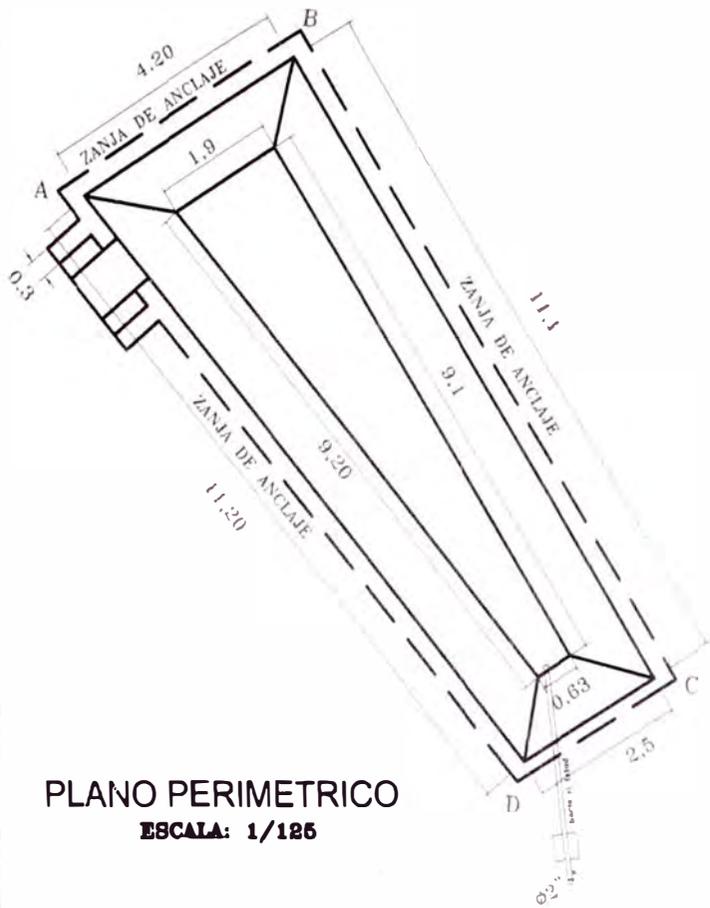
FOTO 7: En esta vista se aprecia el llenado de la poza, para lo cual se bombea agua de la poza inferior.



FOTO 8: En esta vista se aprecia la poza llena de agua.

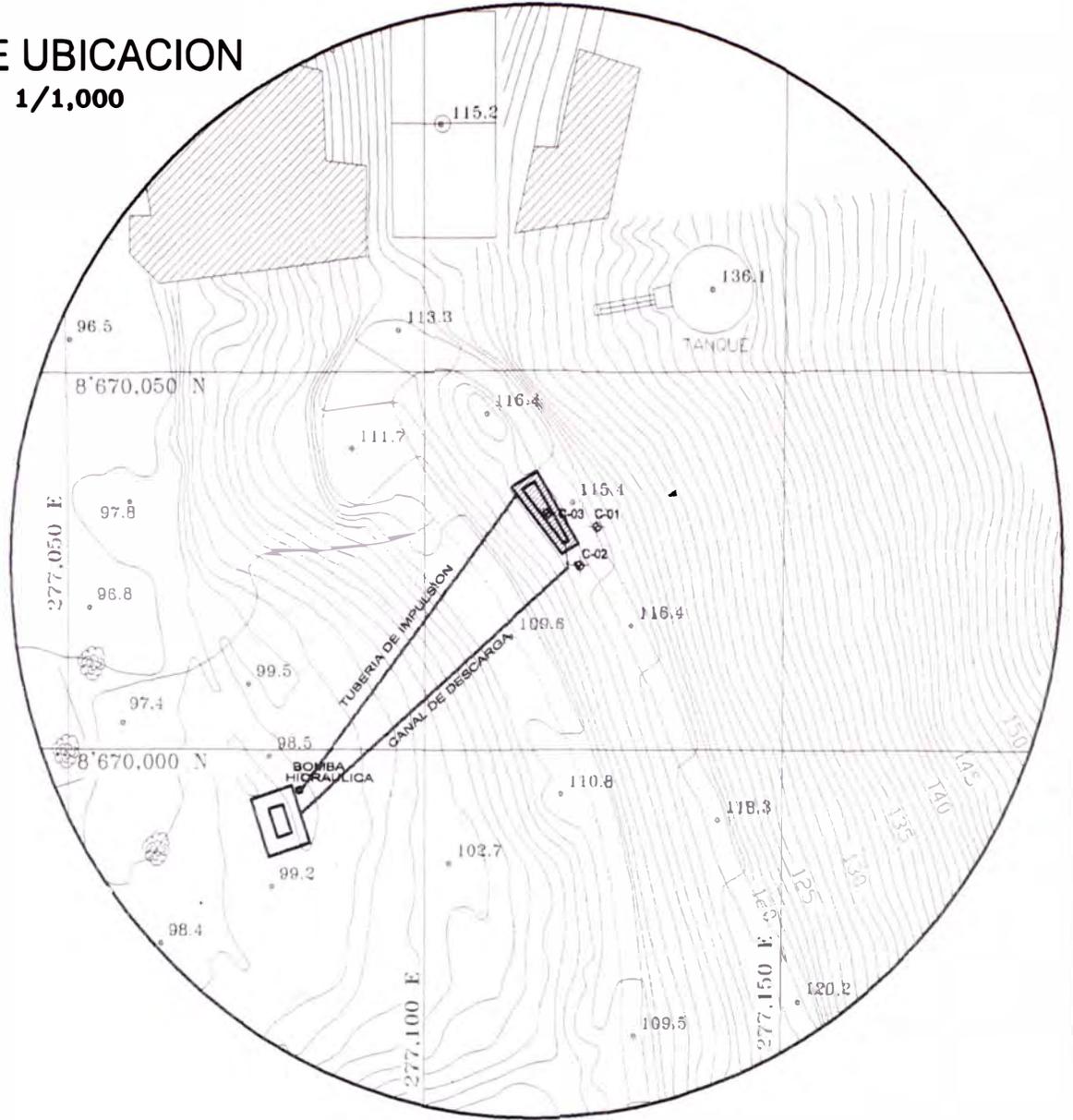
ANEXO E. PLANOS

ANEXO E.1 PLANO DE UBICACION



PLANO PERIMETRICO
ESCALA: 1/125

PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1/1,000

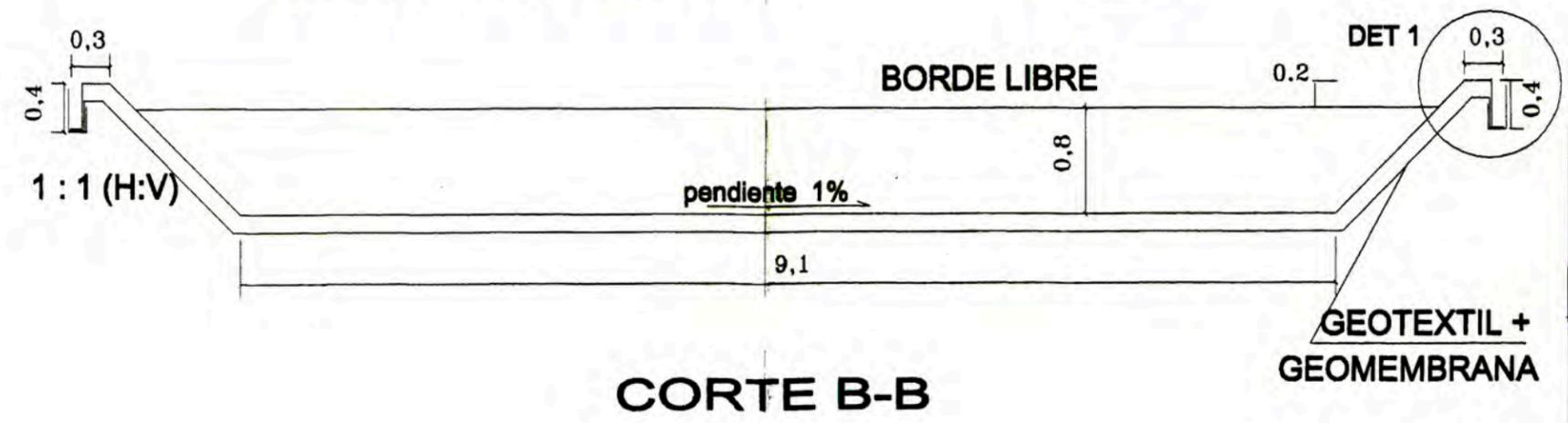
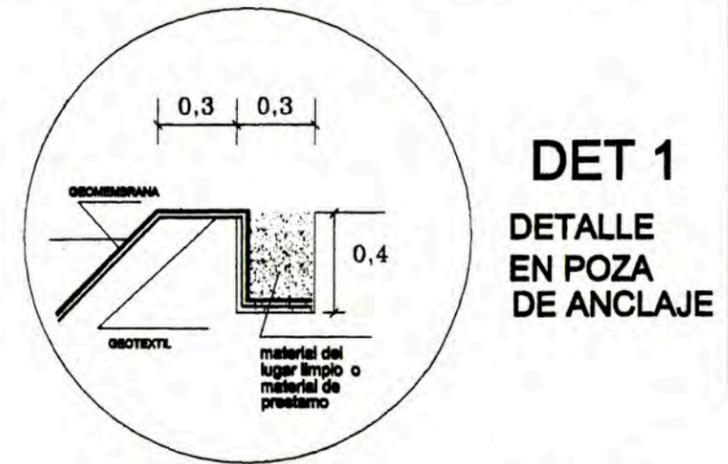
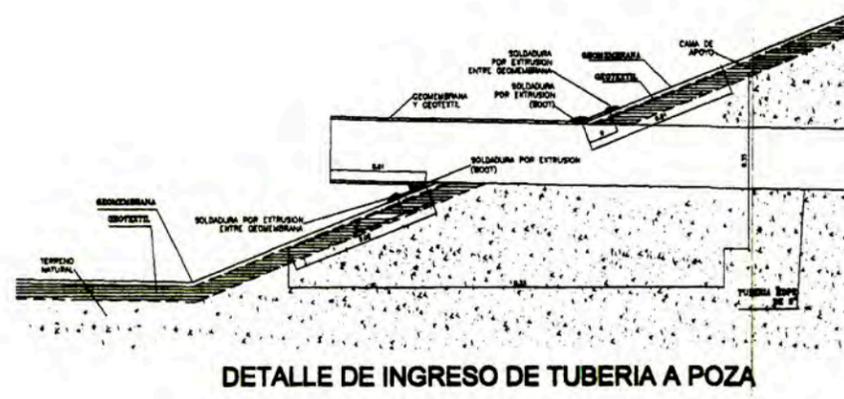
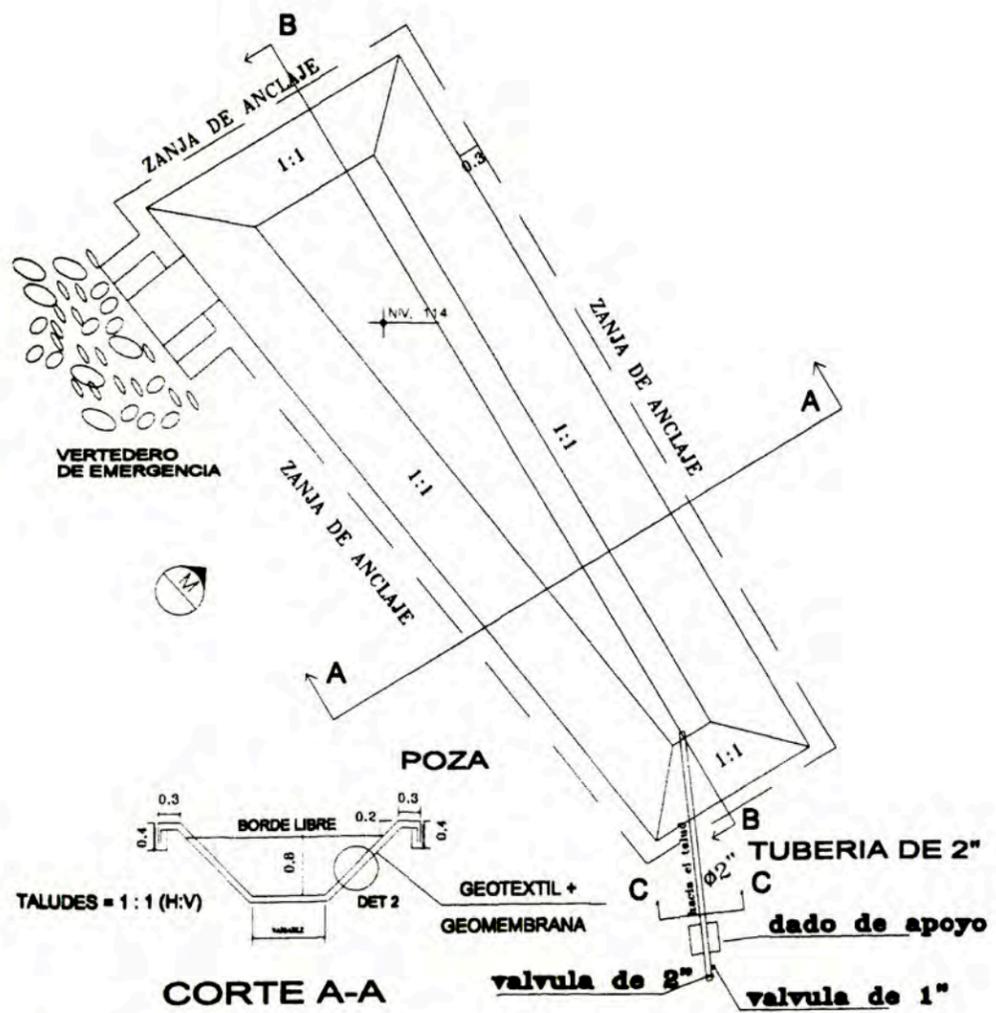


POZA

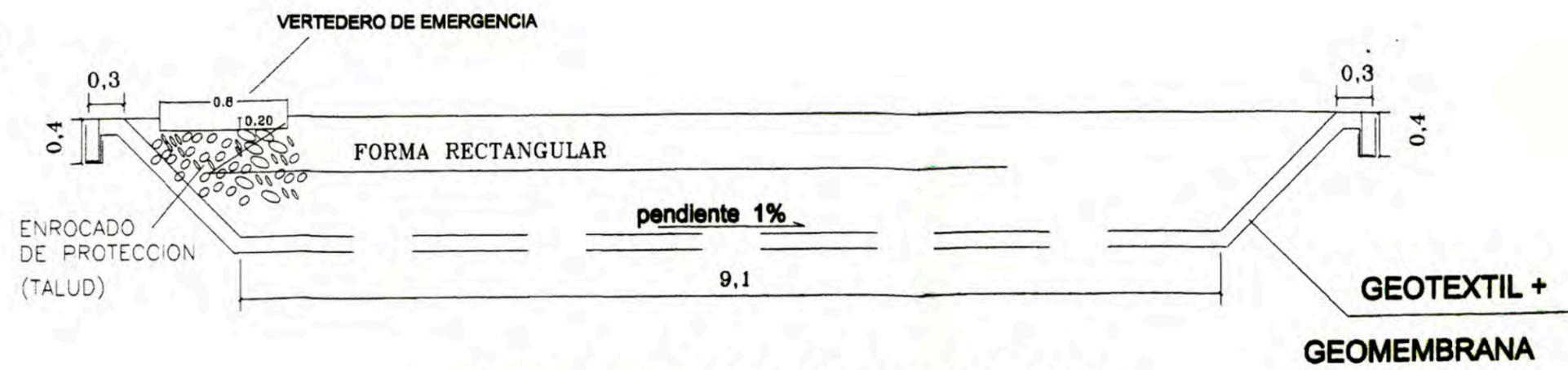
CUADRO DE DATOS TECNICOS

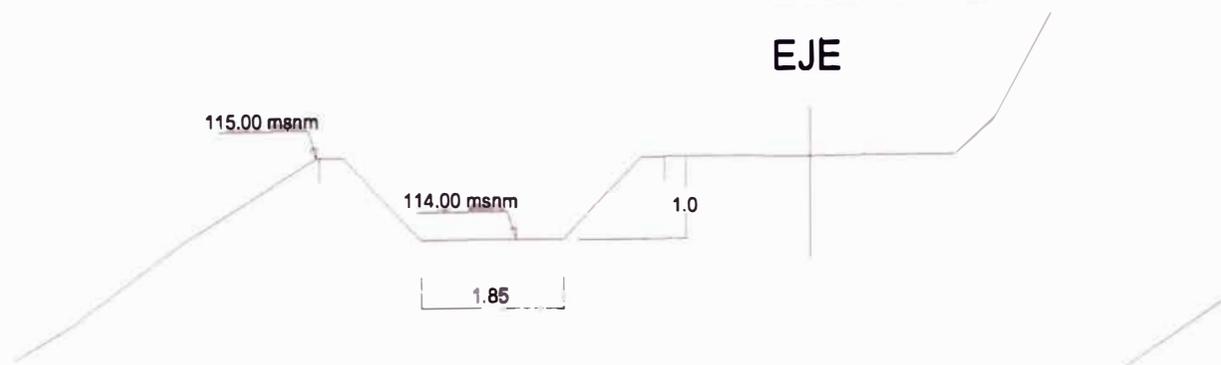
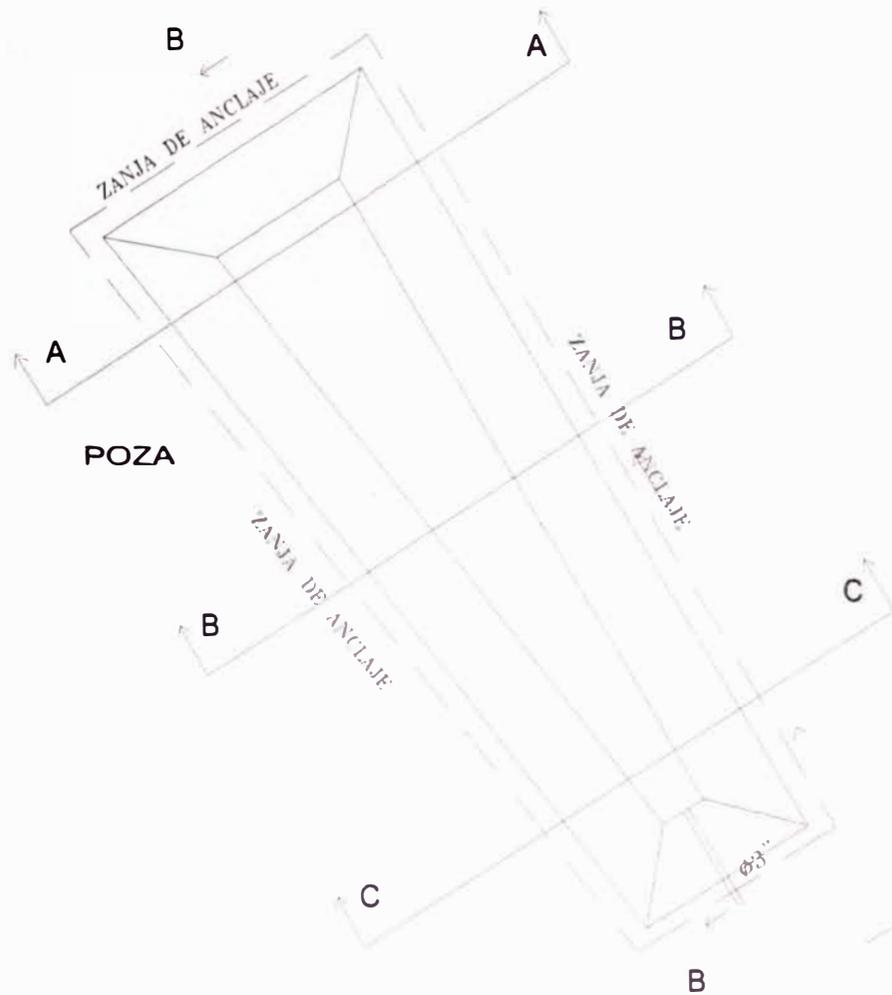
VERTICE	LADO	DISTANCIA	COORDENADAS U.T.M.	
			ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	4.00	277119.0976	8670025.9817
B	B-C	11.10	277122.6536	8670628.1242
C	C-D	2.50	277128.3799	8670618.6154
D	D-A	11.20	277126.1566	8670617.2764

ANEXO E.2 PLANOS DE DISEÑO CON GEOMEMBRANA

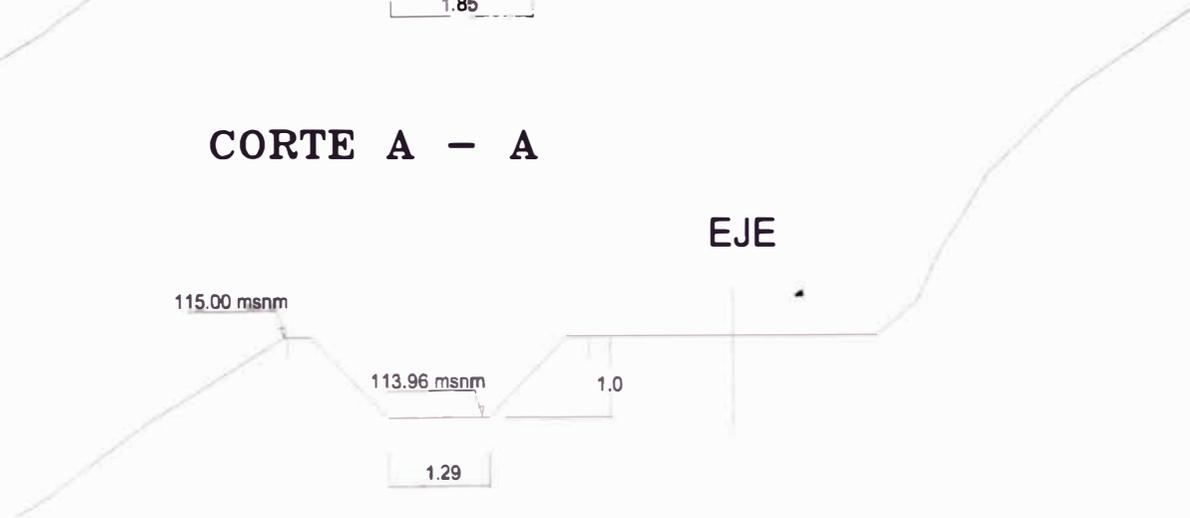


POZA IMPERMEABILIZADA
CON GEOMEMBRANA HDPE e = 0.75 mm

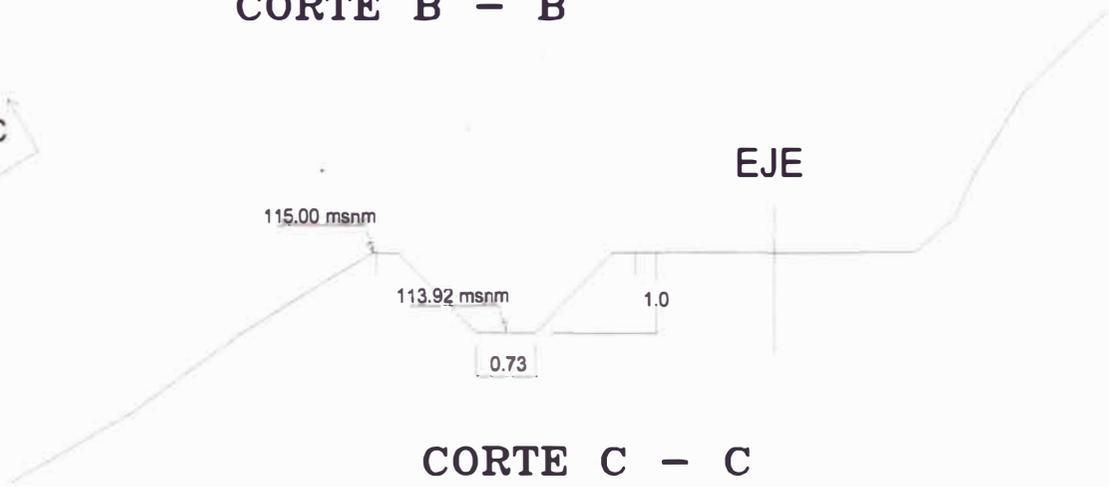




CORTE A - A

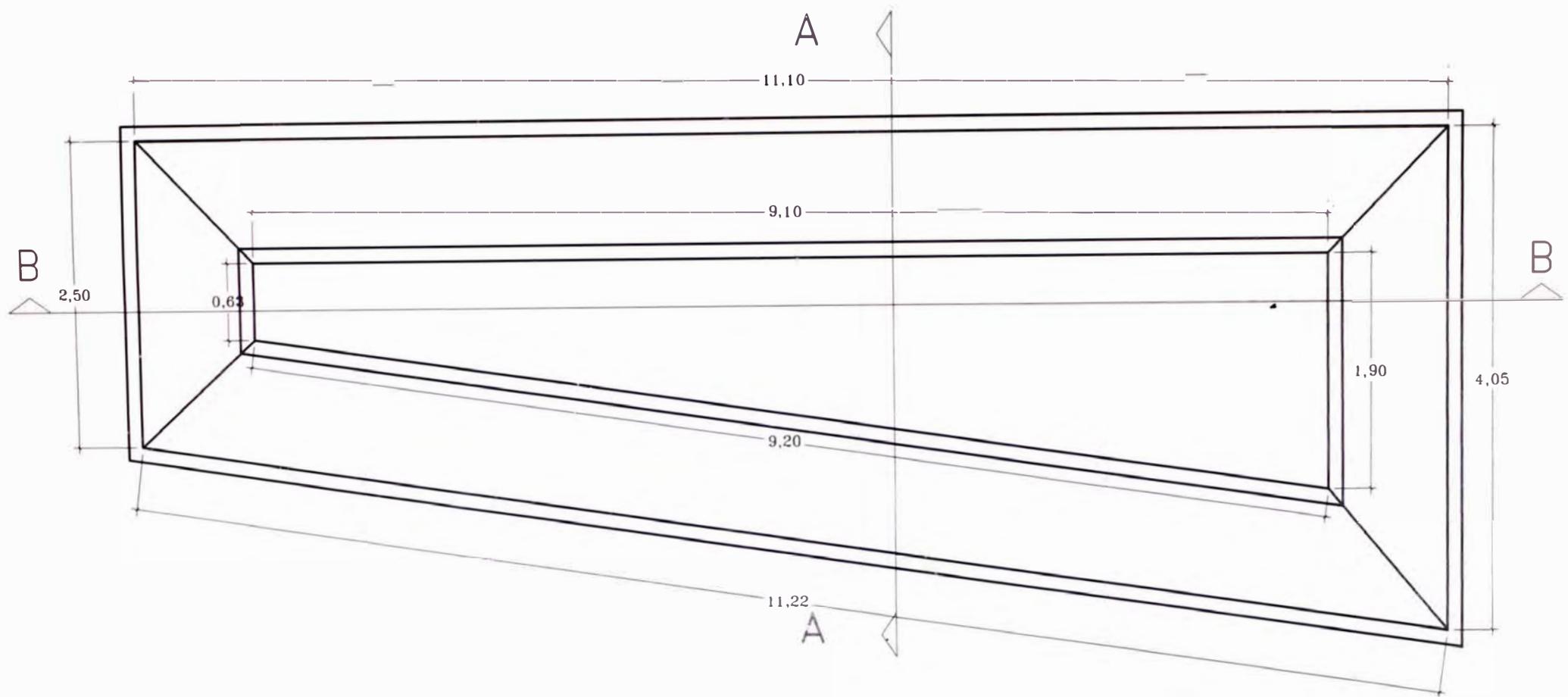


CORTE B - B

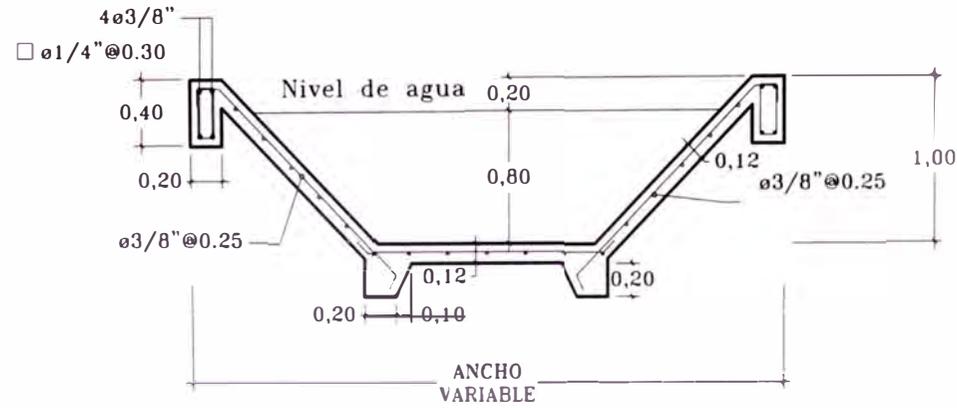


CORTE C - C

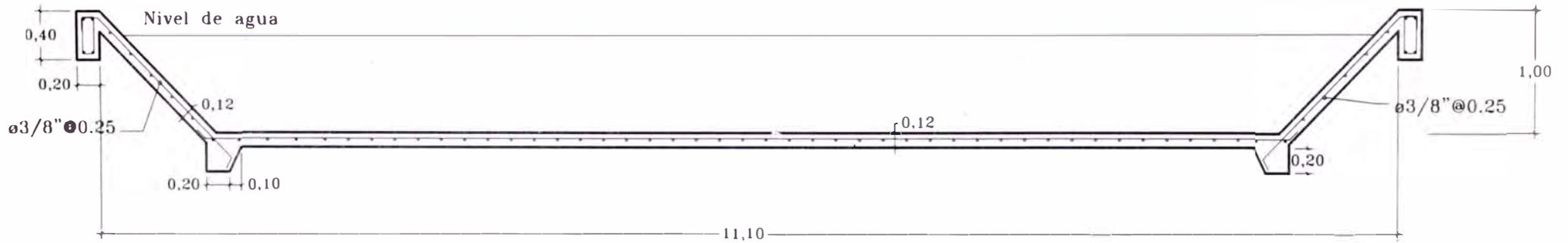
ANEXO E.3 PLANOS DE DISEÑO CON CONCRETO ARMADO



PLANTA



CORTE A-A



CORTE B-B