



ESTUDIOS DE INGENIERÍA DEFINITIVOS DEL PROYECTO
RUTA SUR – VÍA AEROPUERTO

**MURO DE SOSTENIMIENTO
ABSCISA 0+320**

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROPOSITO Y ALCANCE:	1
1.2 DESCRIPCION DEL SITIO:.....	1
2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y EMPUJES DEL TERRENO	1
2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS:	1
2.2 HIPÒTESIS BÁSICAS DEL DISEÑO:.....	2
2.3 PRESIONES DE DISEÑO:.....	2
3. EMPUJES Y DISEÑO DE ANCLAJES	2
3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	2
3.2 PRESIONES DE DISEÑO.....	2
3.3 DISEÑO DE ANCLAJES	2

ANEXOS:

Anexo No. 1 Calculo estructural de la viga soportada por anclajes

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROPOSITO Y ALCANCE:

El presente Informe corresponde al diseño de un muro de sostenimiento que permita reducir el movimiento de tierras previsto para la construcción de la Ruta Sur, en las inmediaciones de la abscisa 0+320, costado derecho, pues en este lugar existe una infraestructura escolar ya desarrollada y se desea minimizar el impacto de la expropiación. Su objetivo es el de establecer las características del sitio y las propiedades generales de los materiales que actúan sobre los elementos de retención de la excavación proyectada, y las soportan, así como el proporcionar los parámetros geotécnicos que permitan el cálculo estructural de los elementos que forman los muros y las recomendaciones pertinentes.

El trabajo se basa en las investigación del subsuelo realizada para el Intercambiador Auquitas y los cortes previstos en este sector, muy cerca de la obra prevista, por lo que los cálculos deberán verificarse luego de realizar los movimientos de tierra preliminares en función de los materiales encontrados en el lugar.

1.2 DESCRIPCION DEL SITIO:

El sitio seleccionado para la implantación de la obra está ubicado en la vertiente oriental de la ladera que forman los cerros de Catequilla, que separan la ciudad de los valles de Cumbayá y Tumbaco, La zona está formada por capas de ceniza volcánica de diferente origen, de tal manera que se han generado suelos areno limosos a areno arcillosos, compactos y cementados en profundidad. El estrato de base lo forma la cangahua propia de la zona.

Varias investigaciones realizadas en el sector señalan la presencia de agua subterránea a cotas más profundas de las que pudieran influenciar en el proyecto.

El clima dominante es el ecuatorial mesotérmico semi húmedo, con temperaturas medias anuales de alrededor de 15 grados centígrados. La cantidad de lluvia medida varía entre 1.250 a 2.500 mm para años normales y muy lluviosos, respectivamente. Las lluvias se presentan entre octubre a junio, con dos máximos en los meses de octubre y abril y un período seco entre junio a septiembre.

2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y EMPUJES DEL TERRENO

2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS:

Para el diseño del muro de sostenimiento se parte de las siguientes consideraciones básicas. Toda variación o desviación de ellas merecerá obligatoriamente la revisión de los parámetros de diseño y de la magnitud de las presiones recomendadas.

1. Los muros se apoyarán en elementos anclados permanentes.
2. Los muros deben tener drenajes adecuados que permitan la salida de las aguas lluvias que pudieran infiltrarse en el respaldo, por lo que no se considera este empuje en los cálculos.
3. El suelo existente por detrás del muro tiene comportamiento mixto, es decir tiene una cohesión media a alta y valores de fricción altos. Los cálculos de empuje se realizan para las dos condiciones, adoptando el mayor de los dos resultados.

2.2 HIPÓTESIS BÁSICAS DEL DISEÑO:

Para el diseño de los soportes se considera lo siguiente:

1. **Estructuración de los Muros:** Como ya se mencionó, los muros se sostienen mediante anclajes que se construyen a diferente altura. Los muros propiamente dichos serán pantallas de hormigón armado, cuya armadura se calculará para las ubicaciones de los apoyos.
2. **Presiones Actuantes:** Se ha revisado la bibliografía existente y dichas presiones se han calculado utilizando las recomendaciones de la teoría clásica de empujes de tierra, con las últimas modificaciones recomendadas (AASHTO LRFD Manual, 2010; Budhu, 2008; Bowles, 1996; Das, 2005 y Day, 2002).
3. **Estabilidad de Taludes:** Se calculó la estabilidad del talud de corte a fin de definir la posición de la superficie de falla crítica, la misma que determina la longitud del anclaje, pues es necesario que éste se extienda por detrás de la zona de posible falla. El análisis se presenta en la memoria de cálculo adjunta.
4. **Tipo de suelo y Teorías de Cálculo:** Los materiales existentes son depósitos piroclásticos compactos, cementados (cenizas y tobas), de comportamiento mixto (cohesivo y granular). Las teorías de cálculo empleadas son concordantes. Se han adoptado factores de seguridad recomendados en los Códigos, considerando que el anclaje será permanente.

Cualquier variación substancial de las hipótesis asumidas merecerá una revisión del cálculo.

2.3 PRESIONES DE DISEÑO:

Para definir los diagramas de presiones a recomendar se consideraron los valores más altos de los determinados por la teoría, como ya se mencionó. El empuje unitario multiplicado por la separación entre anclajes (vertical) es el empuje por metro de ancho de la pantalla que se indica en los cuadros adjuntos y dicho valor permite calcular la separación entre anclajes.

3. EMPUJES Y DISEÑO DE ANCLAJES

3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Los anclajes se han diseñado como elementos permanentes. Con esta hipótesis en mente, se aceptan factores de seguridad razonables y redundantes, a fin de que la obra pueda resistir solicitaciones extraordinarias en el tiempo de la construcción de la obra.

3.2 PRESIONES DE DISEÑO

Con los datos calculados de presión de tierras (AAHSTO, 2010) se calcularon las fuerzas que deben soportar cada una de las pantallas, las mismas que se incluyen en la respectiva memoria.

3.3 DISEÑO DE ANCLAJES

Habiendo definido la presión de tierras que deben soportar los anclajes, se procedió a definir sus dimensiones. Se definieron los siguientes parámetros fundamentales.

ASOCIACIÓN

ASTEC - F. ROMO CONSULTORES - LEÓN&GODOY CONSULTORES

- Las perforaciones serán de 4 pulgadas de diámetro (10 cm) a fin de obtener un buen soporte del anclaje en el terreno circundante.
- Para refuerzo se emplearán cables de acero de alta resistencia (2 torones de cable de 5/8" de diámetro) y de la longitud indicada en la Memoria. Se usará acero con resistencia a la tensión de 18 900 Kg/cm² embebido en mortero cuya resistencia sea de por lo menos 240 Kg/cm².
- La longitud de los anclajes es variable de acuerdo a la profundidad a fin de ubicar el fondo de los mismos por atrás de la superficie de falla definida como crítica en el análisis de estabilidad.
- Todos los anclajes deben construirse con una pendiente de 4 (H) a 1 (V) para facilitar la fundición del mortero.
- Los muros serán verticales, con la geometría señalada más adelante y tendrán drenaje y ventilación adecuados durante la construcción, que eviten acumulación de agua en el respaldo del muro, caso contrario se incrementará la presión hidrostática correspondiente.

El cálculo correspondiente se presenta en los anexos al Informe. Para obtener la solución recomendada se estableció la cota de cada nivel de apoyos y se variaron el espaciamiento entre anclajes, que modifica la presión ejercida, y la longitud del elemento, que define la profundidad de enterramiento y el estrato del suelo en el que se apoya el anclaje, con cuyos parámetros se calculan las reacciones respectivas. Se procuró obtener factores de seguridad adecuados, manteniendo las restricciones usuales de equipo y materiales que ofrece el mercado.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

La pantalla se construye en tramos verticales de 6 metros de altura apoyados en dos filas de anclajes. Al pie se deja una berma de 0.60 metros para permitir futuros accesos para mantenimiento y control. De esta manera se tiene una pendiente promedio de 1 (h) a 10 (v), que reduce a un mínimo la afectación al terreno de la corona del corte. Se deben dejar cunetas de coronación adecuadas, con bajantes mediante tuberías. La separación de los bajantes será tal que no haya escurrimiento de agua por las paredes de la pantalla. De igual forma debe haber cunetas (más pequeñas) en cada berma.

Pantalla	Fila	Desde	Hasta	Longitud m	Tramo de Soporte	Espaciamiento
1	1	0.00	3.00	20.00	11.30	3.00
	2	3.00	6.00	18.00	9.80	3.00
2	3	6.00	9.00	15.00	7.50	3.00
	4	9.00	12.00	13.00	6.00	3.00
3	5	12.00	15.00	11.60	6.00	3.00
	6	15.00	18.00	10.00	6.00	3.00
4	7	18.00	22.00	8.00	6.00	2.50

La longitud es la distancia desde la boca del anclaje hasta el fondo de la perforación. El cable debe ser algo más largo para embeberlo en la pantalla, la cabeza del anclaje y poder colocar el equipo de tensado y el dispositivo de sujeción. Una vez colocado y sujeto, se corta el exceso y se funde la carcasa de protección.

El tramo de soporte es la distancia entre el fondo del anclaje y la ubicación del obturador para la inyección del anclaje. La porción de cable fuera de este tramo de soporte será engrasado y

ASOCIACIÓN
ASTEC - F. ROMO CONSULTORES - LEÓN&GODOY CONSULTORES

protegido con una funda de tubería plástica (vaina) de la lechada colocada posteriormente para el sellado final del anclaje.

La inyección se hará con una presión de por lo menos el 75% del peso de tierras por encima del anclaje.

Terminada la instalación se tensarán los anclajes usando una presión de 45 toneladas. Todo anclaje que no soporte esta carga será desechado y vuelto a construir. Para la instalación se usará una carga de 25 toneladas.



ANEXO 1

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA
VIGA SOPORTADA POR ANCLAJE**

Empresa Pública Metropolitana
de Movilidad y Obras Públicas

ASTEC - FERNANDO ROMO - LEON & GODOY CONSULTORES

PROYECTO : RUTA SUR VIA AEROPUERTO
CONTRATO : MURO KM 0+260 AL KM 0+370

FECHA : ABRIL / 2011

ESCALA : R: 1:100
H: 1:100

DESENHO : ASTEC

ARCHIVO DIGITAL : RUTA SUR-V-001_006

REVISOR : ING. CARLOS LEON DIRECTOR DE PROYECTO

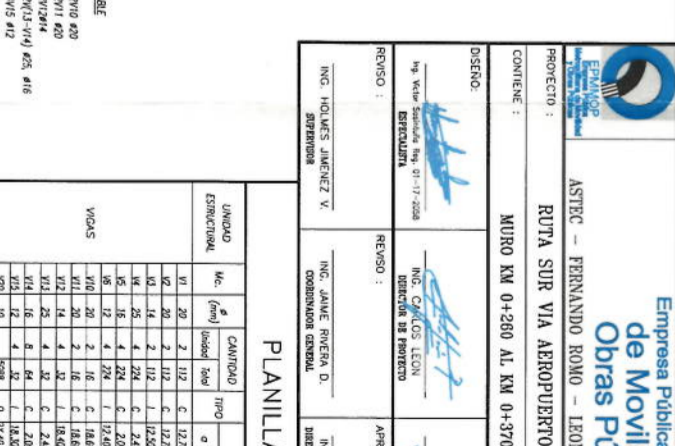
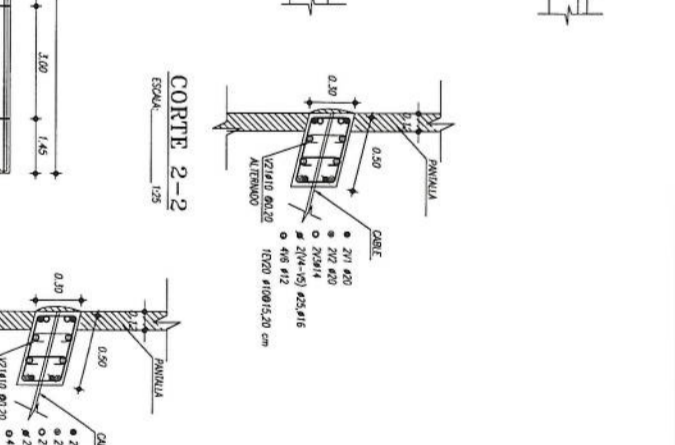
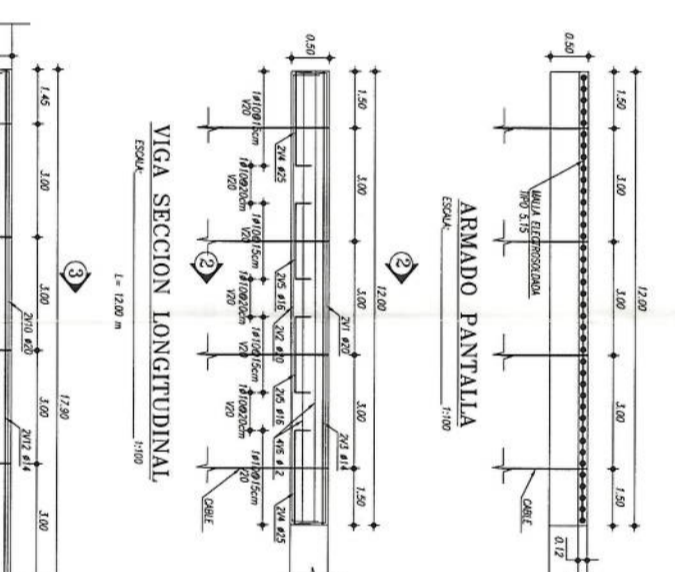
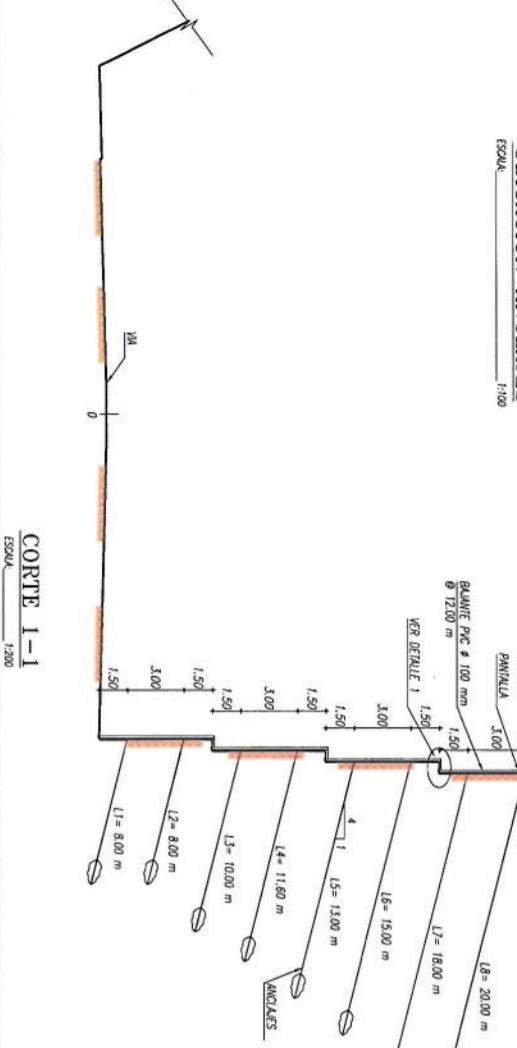
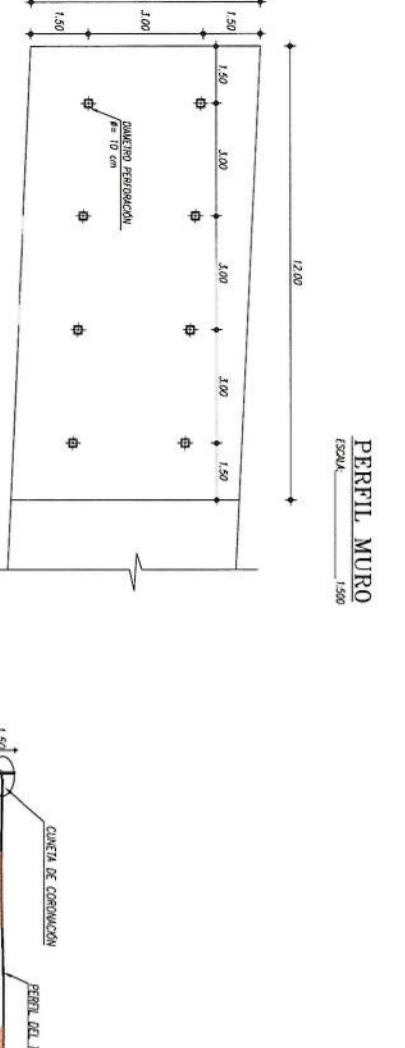
REVISOR : ING. JAVIER PARRERA O. COMISIONADO GENERAL

REVISOR : ING. HOLMES JIMENEZ V. SUPERVISOR

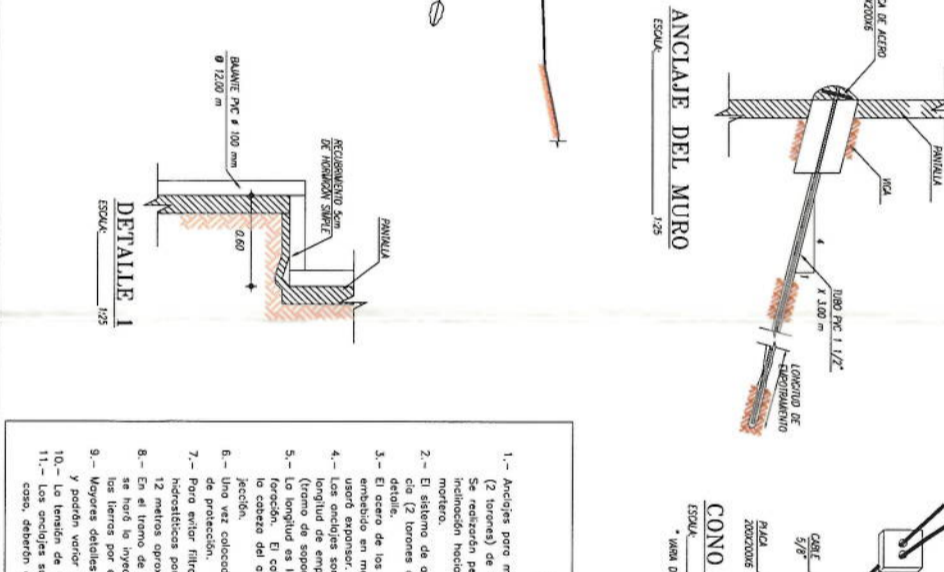
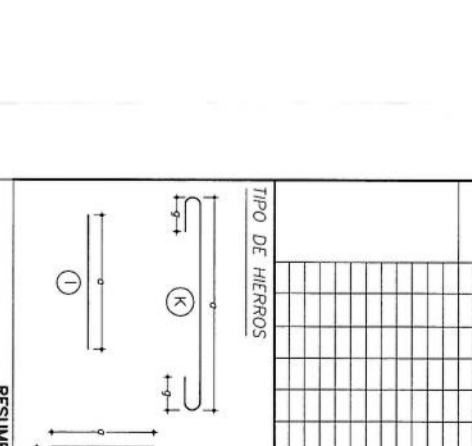
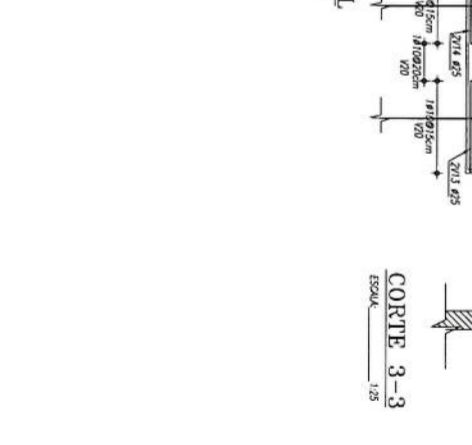
APROBADO : ING. FREDDY LARENAS L. INGENIERO EN LA UNIDAD DE EJECUCION



TERRENO	PROYECTO	ABSCISAS	0+260.00	0+270.00	0+280.00	0+290.00	0+300.00	0+310.00	0+320.00	0+330.00	0+340.00	0+350.00	0+360.00	0+370.00	0+374.72
2650	2650	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00	2650.00
2645	2645	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00	2645.00
2640	2640	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00	2640.00
2635	2635	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00	2635.00
2630	2630	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00	2630.00
2625	2625	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00	2625.00



SUBCADA	MURO	LONGITUD (m)	NÚMERO DE ARMAZONES
1	L1= 8.00	34	34
2	L2= 8.00	34	34
3	L3= 10.00	34	34
4	L4= 11.80	34	34
5	L5= 15.00	34	34
6	L6= 15.00	34	34
7	L7= 18.00	4	4
8	L8= 18.00	4	4
9	L9= 20.00	9	9



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- Anclajes para muros de sostenimiento con cables de acero de alto resistencia (2 torones) de cable de 5/8" de diametro. Se realizarán perforaciones con un diámetro de 4 pulgadas (10cm) con una inclinación hacia el interior del talud de 4:1(H:V) para facilitar la fundación del mortero.
- 2.- El sistema de ondulera estará constituido por cables de acero de alto resistencia (2 torones) de cable de 5/8" de diametro) y de longitud indicada en el plano.
- 3.- El acero de los cables tendrá una resistencia e la tensión de 18900 kg/cm², embebido en mortero cuyo resistencia sea de por lo menos 240 kg/cm², sea unido expusor.
- 4.- Las onduleras son de longitud variable de los cuales se deberá considerar una longitud de empotramiento efectivo mínimo (en el fondo) de 6.00 m de largo (tomo de soporte), y la longitud de elongación variable.
- 5.- La longitud de las onduleras desde la boca del ondulero hasta el fondo de la perforación debe ser la suficiente para que el equipo de empuje y el dispositivo de anclaje, pueda ser retirado sin dañar las onduleras.
- 6.- Una vez colocado y sujeta el cable se curará el exceso y se funde la concreción de protección.
- 7.- Para evitar filtraciones de agua por las juntas y por la junta presiones hidráulicas por detrás del muro, se colocará una curata con juntas cada 12 metros aproximadamente y se recubrirá la curata con 5 cm de hormigón.
- 8.- El timón de soporte (entire al fondo del ondulero y la ubicación del alfiler) se hará la inyección con una presión de por lo menos el 75% del peso de las tierras por encima del ondulero.
- 9.- Mayores detalles del ondulero móvil, deberán ser suministrados por el proveedor; y podrán variar unas de otras, según del tipo de ondulero que sea escogido.
- 10.- La tensión de trabajo de cada ondulero será de 45.00 T.
- 11.- Las onduleras su instalación, pruebas de ondulera y demás consideraciones del caso, deberán cumplir las especificaciones DIN 4125.

RESUMEN DE MATERIALES

# (tonel)	28	25	22	20	18	16	14	12	10
FE50(M)	-	5000.36	-	8964.51	-	12313.31	2402.47	2986.53	5400.97
TOTAL									

VOLUMEN DE HORMIGON Fc=2780 kg/cm² = 4293.00 m³
 PLACAS 200X200X6 = 272.00 U
 PNC # 100 mm = 222.00 m
 MALLA ELECTROSOLDADA = 2110.00 m²

ESPECIFICACIONES Y NOTAS GENERALES

- 1.- EL HORMIGON estructural tendrá una resistencia a la compresión a las 28 días de f'c=280 Kg/cm².
- 2.- MALLA ELECTROSOLDADA (Y=5000 kg/cm²).
- 3.- EL ACERO DE REFUERZO será de Y=4200 kg/cm² de límite de fluencia.
- 4.- ECUACIONES DE ACERO DE REFUERZO: Serán de acuerdo al capítulo 12 del código ACI-318-96.
- 5.- DIMENSIONES: En metros a menos que se indique otro unidad.
- 6.- RELLENO: con material importado, en capas de 30cm y compactado al 95% del ensayo proctor a energía estándar.

