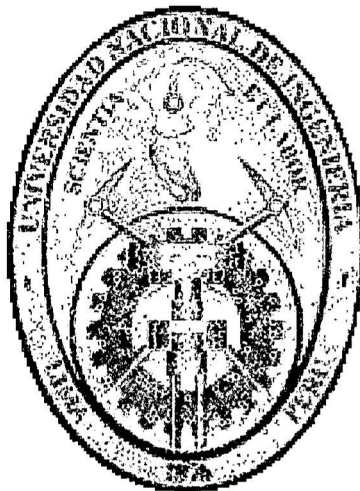


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE
ESTABILIZACIÓN, Dist. DE PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Dpto. DE
LORETO**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HILARIO CHUQUIANO AGREDA

LIMA – PERÚ

2001

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Con mucho cariño para mis padres,
Margarita y Jesús, quien con gran
trabajo, esfuerzo y amor han
logrado que sus hijos alcancen
metas importantes en sus vidas.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincero agradecimiento al Ing. José Wilfredo Gutiérrez, por el asesoramiento constante y desinteresado para el desarrollo de la tesis, así como su valiosa enseñanza impartida durante el desarrollo del mismo.

Asimismo expreso mi mas sincero agradecimiento a todas aquellas personas que en forma directa o indirecta han invertido en el desarrollo de esta investigación y que gracias al apoyo incondicional ha sido posible llevarla a cabo.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I .- GENERALIDADES

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 UBICACIÓN Y VIAS DE COMUNICACIÓN
- 1.3 CLIMA
- 1.4 POBLACION
 - 1.4.1 DENSIDAD POBLACIONAL
 - 1.4.2 PROYECCION DE LA POBLACION
- 1.5 ENFOQUE TEMÁTICO DEL PROBLEMA
 - 1.5.1 ZONIFICACION POR CRECIMIENTO URBANO
 - 1.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO
 - 1.5.3 IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO II .- INFORMACIÓN BASICA

- 2.1 CARACTERISTICA TOPOGRÁFICA DEL TERRENO
- 2.2 GEOLOGIA
 - 2.2.1 SECUENCIA CRONOLÓGICA DE LOS SEDIMENTOS
- 2.3 GEOMORFOLOGIA
- 2.4 IDENTIFICACION DE FUENTES DE AGUA
 - 2.4.1 OBSERVACIONES HIDROGRAFICAS
 - 2.4.2 EVALUACION DE LOS DATOS
 - 2.4.3 ESTIMACION DE LOS NIVELES DE DISEÑO
 - 2.4.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
 - 2.4.4.1 OBSERVACIONES METEREOLÓGICOS
 - 2.4.4.2 PRECIPITACION MENSUAL
 - 2.4.4.3 PRECIPITACION MÁXIMA MENSUAL DE 24 HORAS
 - 2.4.4.4 EVALUACION DE DATOS
 - 2.4.4.5 ESTIMACION DE LAS LLUVIAS DE DISEÑO

CAPITULO III .- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- 3.1 INTRODUCCION**
- 3.2 OBJETIVO**
- 3.3. EFECTOS DE POLUCIÓN**
- 3.4 TOMA DE MUESTRAS**
 - 3.4.1 MUESTRAS REPRESENTATIVAS**
 - 3.4.2 MUESTRAS INSTANTÁNEAS O SIMPLES**
 - 3.4.3 MUESTRAS COMPUESTAS**
- 3.5 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**
 - 3.5.1 TRATAMIENTO ANAEROBICO**
 - 3.5.2 TRATAMIENTO AEROBICO**
 - 3.5.3 CONSIDERACIONES AMBIENTALES**
- 3.6 METODOS DE DISEÑO**
 - 3.6.1 METODO DE DISEÑO LAGUNAS AEROBICAS**
 - 3.6.2 METODO DE DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS**
 - 3.6.2.1 MODELO DE CARGA SUPERFICIAL**
 - 3.6.3 METODO DE DISEÑO LAGUNAS DE MADURACION**
 - 3.6.4 MÉTODO DE DISEÑO LAGUNAS ANAERÓBICAS**
 - 3.6.4.1 MODELO DE VINCENT**

CAPITULO IV.- EVALUACIÓN GEOTECNICA

- 4.1 INTRODUCCION**
- 4.2 TECNICAS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO**
 - 4.2.1 NUMERO Y PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN**
 - 4.2.2 METODOS DE EXPLORACION**
 - 4.2.2.1 BARRENOS**
 - 4.2.2.2 POZOS A CIELO ABIERTO**
 - 4.2.3 MUESTREO**
- 4.3 PROGRAMA DE ENSAYOS DE LABORATORIO**
 - 4.3.1 ENSAYOS ESTANDAR**
 - 4.3.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO**
 - 4.3.1.2 LIMITES DE CONSISTENCIA**
 - 4.3.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD(%)**
 - 4.3.1.4 CLASIFICACION DE SUELOS**

- 4.3.2 ENSAYOS ESPECIALES
 - 4.3.2.1 ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN
 - 4.3.2.2 ENSAYO COMPRESIÓN INCONFINADA
 - 4.3.2.3 ENSAYO TRIAXIAL
 - 4.3.2.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO
- 4.4 CALCULO DE ASENTAMIENTOS
 - 4.4.1 ASENTAMIENTO INICIAL
 - 4.4.2 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA
 - 4.4.3 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA
 - 4.4.4 PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN
- 4.5 ESTABILIDAD
 - 4.5.1 ESFUERZOS CORTANTES BAJO CARGA DE TERRAPLEN
 - 4.5.2 MECANISMO DE LA FALLA EN LA BASE
 - 4.5.3 METODO DE CALCULO
 - 4.5.3.1 METODO DE BISHOP(SIMPLIFICAD)
 - 4.5.3.2 FACTOR DE SEGURIDAD
- 4.6 MEJORAMIENTO DEL TERRENO
 - 4.6.1 ESTABILIZACION SUELO – CEMENTO
 - 4.6.1.1 CRITERIOS PARA LA ESTABILIZACIÓN SUELO - CEMENTO
 - 4.6.1.1.1 ANALISIS DE LA CURVA GRANULOMETRICA
 - 4.6.1.1.2 ANALISIS DE LOS LIMITES DE ATTERBERG
 - 4.6.1.1.3 ANALISIS QUIMICO
 - 4.6.1.2 DETERMINACION DE LA RELACION SUELO - CEMENTO
- 4.7 PROTECCION DE DIQUES
 - 4.7.1 SISTEMAS DE CONFINAMIENTO TRIDIMENSIONAL
 - 4.7.2 DISEÑO

CAPITULO V.- DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN

- 5.1 CARACTERISTICAS DE LA ZONA DONDE SE PROYECTA LA LAGUNA
- 5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA LAGUNA
- 5.3 EVALUACION GEOTECNICA DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 - 5.3.1 EVALUACION DEL SUELO DE SUSTENTACION
 - 5.3.1.1 INVESTIGACION DE LABORATORIO
 - 5.3.1.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO
 - 5.3.1.3 SECTORIZADO
 - 5.3.1.4 PARAMETROS DE DISEÑO

- 5.3.2 DETERMINACION DEL MATERIAL QUE CONFORMARA LOS DIQUES
 - 5.3.2.1 ESTABILIZACION SUELO – CEMENTO
 - 5.3.2.2 PARAMETROS DE DISEÑO
- 5.4 EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DE LA LAGUNA
 - 5.4.1 CALCULO DE ASENTAMIENTOS
- 5.5 PROTECCION DE DIQUES

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

- ANEXO I REGISTRO DE EXCAVACIONES
- ANEXO II ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEXO III RESULTADOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD
- ANEXO IV ALBUM FOTOGRAFICO

PLANOS

- PLANO 1 UBICACIÓN DEL PROYECTO
- PLANO 2 UBICACIÓN DE CALICATAS
- PLANO 3 PERFIL ESTRATIGRAFICO
- PLANO 4 SECCIONES TIPICAS DEL DIQUE

INTRODUCCION

En los últimos años la ciudad de Iquitos ha experimentado un alto crecimiento poblacional, generando problemas del tipo social, económico y de salud. Formando grandes asentamientos humanos alrededor de la ciudad, que tiene carencia de viviendas salubres, insuficiencia de servicios de agua, desagüe, recojo de basura, entre otros.

Uno de los mayores problemas que aqueja a la ciudad es la contaminación de las quebradas, lagos y ríos, por la descarga directa de las aguas servidas.

En el presente trabajo se propone un procedimiento para la evaluación geotécnica de la zona donde se encontrará ubicada la laguna de estabilización así como su respectivo diseño. El análisis geotécnico comprendió la evaluación de los suelos de cimentación, la determinación del material de préstamo para la conformación de los diques de la laguna, el análisis de estabilidad de los taludes de los diques debido al efecto de inundación del río Amazonas y el diseño del sistema de protección de los diques.

CAPITULO I

GENERALIDADES

El departamento de Loreto es el más extenso del Perú, pero también uno de los más despoblados. Su inmenso territorio esta cubierto de densa vegetación. Creado por decreto ley expedido el 10 de marzo de 1853 (Gobierno Constitucional de José Rufino Echenique) y oficializado por el Presidente Mariano Ignacio Prado, como departamento el 7 de febrero de 1866. En los últimos decenios del siglo pasado, la capital se erigió como el puerto fluvial más importante de embarque de materia prima de exportación como caucho, madera, frutas, animales y otros.

Debido al crecimiento poblacional la ciudad de Iquitos y al fenómeno migratorio (campo-ciudad) originado por mejores condiciones de vida en salud, vivienda, educación, trabajo etc., ha producido en los últimos años problemas del tipo social, económico y de salud. Formando grandes asentamientos humanos alrededor del la ciudad.

1.1 ANTECEDENTES

Debido a los deficientes sistemas de saneamiento se ha generado la contaminación de los ríos, quebradas y lagos. Reflejándose en el nivel de salud de la población de la ciudad de Iquitos.

Un plan integral de tratamiento de los desagües permitirá descontaminar los ríos, quebradas y lagos de la ciudad de Iquitos, así como recuperar las zonas contaminadas, las cuales se pueden utilizar como zonas de esparcimiento y recreación. Los desagües se recolectarán y conducirán a una planta de tratamiento de aguas servidas, y después de ser tratadas, se evacuarán al río Amazonas. La planta de tratamiento se encontrará ubicada en la zona conocida como Moronillo en el distrito de Punchana. El Plano N°1 "Ubicación del Proyecto", presenta la ubicación de la laguna de estabilización.

1.2 UBICACIÓN Y VIAS DE COMUNICACIÓN

La ciudad de Iquitos comprende dos distritos, el de Iquitos y el de Punchana. Ambas se encuentran en la margen izquierda del río Amazonas entre los ríos Itaya y Nanay y cuenta con una superficie aproximadamente de 20 km².

La zona de Moronillos pertenece al distrito de Punchana y se ubica en la parte norte de la ciudad, limita con los ríos Amazonas y Nanay, a la zona se puede acceder por las avenidas 28 de Julio y Navarro Cauper, es una zona inundable durante las épocas de crecidas del río Amazonas.

El acceso desde Lima se realiza mediante vía aérea o vía terrestre-fluvial. La vía aérea tiene una longitud aproximada de 1000 km y el transporte es cubierto por las actuales compañías aéreas nacionales en servicio diario. Cabe destacar que al ser el Aeropuerto de Iquitos de servicio internacional, también otras líneas aéreas cubren en su recorrido la ciudad de Iquitos.

La vía terrestre-fluvial involucra la carretera Lima-Pucallpa desde donde mediante la vía fluvial se llega a la ciudad de Iquitos. Así mismo, Iquitos se comunica con ciudades como Yurimaguas, Moyobamba mediante vía fluvial directa y vía aérea; y con ciudades como Tarapoto, Chiclayo y Trujillo, sólo mediante vía aérea.

1.3 CLIMA

La ciudad de Iquitos se encuentra en la zona ecológica definida como bosque húmedo tropical, correspondiéndole un clima húmedo y cálido con temperatura promedio entre los 25 y 27 grados centígrados. La humedad relativa alcanza valores comprendidos entre los 80% y 88%.

La evaporación potencial al año, varía entre 0.5 y 1.0 de precipitación, lo que lo ubica en zona húmeda que varía entre 60% al 90% de humedad, dependiendo de la época del año. Las precipitaciones pluviales presentaron un promedio mínimo de 67.1 mm en febrero y 321 mm máximo en diciembre para el año de 1974; la precipitación promedio anual es de 3000 mm.

1.4 POBLACION

La población de Iquitos según el último censo realizado por la Dirección Técnica de Demografía y Estadísticas Sociales INEI al 30/06/95 es de 322,483 habitantes. El Cuadro N° 1.1 "Población urbana – Iquitos, 1961-1995", presenta la población Urbana de la ciudad de Iquitos, debido a los censos de los años comprendidos entre 1961 a 1995.

1.4.1 DENSIDAD POBLACIONAL

De acuerdo a la información histórica de los censos se observa el incremento en la densidad poblacional de la ciudad, en el año 1993 que alcanza la cifra de 135 hab/ha.

en 1995 se incrementó a 168 hab/ha. El Cuadro N°1.2 “ Densidad Distrital” presenta la densidad distrital que incluye a los distritos de Iquitos y Punchana y que justifican los datos indicados.

1.4.2 PROYECCION DE LA POBLACION

La Dirección Técnica de Demografía y Estadística Sociales (INEI), realizó una proyección de la población para la ciudad de Iquitos, el cual se presenta en el Cuadro N°1.3 “Proyección de la población ciudad de Iquitos”, el cual comprende la variación de la población entre los años 1995 y 2025 y para las categorías de urbana y rural. El Cuadro N°1.4 “ Proyección de la población por zonas”, presenta la proyección de la población por zonas de consolidación y expansión Urbana. La Fig. 1.1 “ Zonas de consolidación y Proyección Urbana”, presenta la zonificación y proyección urbana en base a la densidad poblacional así como las nuevas áreas urbanas que serán integradas.

1.5 ENFOQUE TEMÁTICO DEL PROBLEMA

La ciudad de Iquitos ha experimentado en los últimos años un proceso de crecimiento urbano no consolidado y en condiciones de extrema pobreza.

El patrón de crecimiento en los últimos años se ha caracterizado por el desarrollo lineal en dirección norte – sur a lo largo del eje de divisoria de aguas entre los ríos Nanay e Itaya. Esta tendencia ocurre por las limitaciones que ofrece el borde norte del distrito de Punchana y por la atracción que ofrece el aeropuerto internacional situado al sur. Las condiciones geomorfológicas y las condiciones ambientales constituyen restricciones para la densificación de las áreas de reciente expansión en el sur.

Por otro lado en la ciudad de Iquitos los servicios de agua potable y el sistema de alcantarillado no cubren la demanda de la población. El abastecimiento de agua potable cubre sólo el 53.8% así mismo el 54.8% utiliza el servicio de alcantarillado. El Cuadro N°1.5 “Tipo de abastecimiento de agua”, detalla el tipo de abastecimiento de agua y el Cuadro N°1.6 “Disponibilidad de servicios Higiénicos”, presenta la disponibilidad de los servicios de saneamiento.

Los pobladores que se proveen de agua superficial se encuentran en el barrio de Belén, en las áreas inundables de las riberas de los ríos Itaya, Amazonas y Nanay así como el lago Moronacocha. El problema de contaminación es grave debido a que existen descargas de desagües crudos, principalmente en el barrio de Belén y en el lago Moronacocha. Todas las

riberas, a consecuencia de la concentración de la población allí establecida, la que no cuenta con un sistema de evacuación de Desagües ni de disposición de basura, contaminan las aguas que la rodean, las que a su vez son usadas como fuentes de abastecimiento.

1.5.1 ZONIFICACION POR CRECIMIENTO URBANO

Existen tres grandes zonas, en las cuales se divide la ciudad de Iquitos:

- La zona del centro tradicional que sufre un proceso de concentración urbana, tugurización, deterioro de redes de servicio y altas densidades habitacionales.
- Las zonas intermedias de la ciudad se encuentran ocupando áreas de riesgo de inundaciones y de malas condiciones de salubridad en donde las instalaciones sanitarias es incompleta resultando inevitablemente costosas por el tipo de obras complementarias y de adecuación que demandan.
- Las zonas periféricas pobladas en los últimos años, en donde prácticamente no existe, infraestructura, servicios de saneamiento y la estructura urbana requiere proyectos de ordenamiento vial, de usos de suelos. Las zonas más afectadas son los pueblos jóvenes que se encuentran asentados cerca de las zonas de descarga de los desagües, que son verdaderos focos infecciosos.

1.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Iquitos cuenta con una red de colectores del tipo mixto, que evacuan aguas servidas del tipo doméstico y pluvial. Las aguas del tipo Industrial no tienen mayor influencia en aportes, debido a que en el área urbana actual, a excepción de los aserraderos, no existen industrias destacables. La mayor parte de la población se dedica a la actividad comercial.

El sistema de eliminación de los desagües es íntegramente por gravedad, aprovechando para la evacuación pequeñas quebradas naturales que convergen a los lagos Moronacocha y Moronillo y los ríos Amazonas e Itaya. El Cuadro N°1.7 "Principales zonas de descarga de desagües crudos", del cual se aprecia que la zona más afectada es el lago Moronacocha.

1.5.3 IMPACTO AMBIENTAL

El aumento demográfico incrementa la explotación de los recursos naturales en la Amazonia lo que ocasiona una serie de impactos ambientales negativos sobre la calidad del agua, la flora, la fauna, el suelo y el hombre amazónico. Los ecosistemas acuáticos son los mas afectados por las actividades urbanas, industriales a través de la contaminación de los ríos, originan grandes problemas de carácter ecológico, social y económico. En zonas de hábitat humano, el clima cálido del trópico húmedo favorece el crecimiento y la multiplicación de patógenos en el aire, suelo y el agua, a velocidades mayores que en otros climas.

El río Amazonas al ser el río más caudaloso del mundo, tiene una capacidad de disolución muy grande. La influencia negativa perceptible, es la erosión de las orillas y la contaminación localizada, que ocurren por la salida directa de los colectores. El diagnóstico de la contaminación de la Amazonía peruana reporta:

- Niveles altos de nitratos y coliformes en la zona de Belén.
- Los números de coliformes totales y fecales se encuentran por encima de los límites máximos permisibles para todos los usos del agua, según la ley general de aguas.
- A la altura de la planta eléctrica y del muelle fiscal (ENAPU) se encontró presencia de hidrocarburos cuyas concentraciones estaban por encima de los límites permisibles según la ley general de aguas.

El río Itaya presenta agua negra libre de materia en suspensión. La influencia negativa constatada, es la precaria situación sanitaria de los poblados en la desembocadura del río Itaya, donde los colectores y desagües de la ciudad son vertidos directamente al río, convirtiéndolo en un verdadero foco infeccioso. Los niveles de nitratos y de coliformes se encuentran por encima de los límites permisibles para todo uso de acuerdo con la ley general de aguas.

La llanura inundable del río Nanay muestra una actividad meándrica intensa, con cambios de cursos frecuentes. En las zonas de Bellavista y la captación se reportó altos niveles de coliformes y nitratos.

Por otro lado las aguas de los lagos Moronacocha y Moronillo, se encuentran contaminados por nitratos, coliformes fecales el cual ocasiona el cólera y presencia de hidrocarburos por lo que sus aguas no son aptas para ningún tipo de uso de acuerdo a los parámetros permisibles de la ley general de aguas.

CUADRO N°1.1.- POBLACIÓN URBANA - IQUITOS, 1961 – 1995

Año censo	Población
1961	57,777
1972	110,242
1981	173,629
1993	274,759
1995*	322,483

Fuente : INEI –Censos Nacionales de Población

*INEI – Dirección técnica y Estadística sociales (Enero 1996 al 30/08/95)

CUADRO N°1.2.- DENSIDAD DISTRITAL hab/ha

Año censo	Densidad hab/ha
1961	29.20
1972	55.72
1981	87.76
1993	135.00
1995*	168.00

Fuente : INEI – Censos Nacionales de Población

*INEI – Dirección técnica y Estadística sociales (Enero 1996 al 30/08/95)

CUADRO N°1.3.- PROYECCION DE LA POBLACIÓN CIUDAD DE IQUITOS

Año	Población		
	Urbana	Rural	Total
1995	322483	46485	368,968
2000	364,223	49,525	413,748
2005	417,040	54,277	471,317
2010	472,698	58,898	531,596
2015	522,492	62,341	584,833
2020	552,092	62,518	614,610
2025	573,768	61,611	635,379

Fuente : INEI – Dirección técnica y Estadística sociales (Enero 1996)

CUADRO N°1.4.- PROYECCION DE LA POBLACION, POR ZONAS Y DENSIDADES

Zonas	Area (ha)	Dens. Exist. (hab/ha)	1,995		2,000		2,010		2,025	
			Dens. Prog. (hab/ha)	población hab	Dens. Prog. (hab/ha)	población hab	Dens. Prog. (hab/ha)	población hab	Dens. Prog. (hab/ha)	población hab
A1	420	190	200	84,000	200	84,000	200	84,000	200	84,000
A2	300	114	120	36,000	120	36,000	150	45,000	150	45,000
A3	210	173	200	42,000	200	42,000	200	42,000	200	42,000
A4	150	97	100	15,000	120	18,000	150	22,500	150	22,500
A5	240	118	120	28,800	150	36,000	150	36,000	200	48,000
A6	120	85	100	12,000	100	12,000	100	12,000	150	18,000
A7	68	450	300	20,400	300	20,400	300	20,400	300	20,400
Total A	1508	150	150	238,200	170	248,400	200	261,900	200	279,900
B1	150	88	100	15,000	120	18,000	150	22,500	150	22,500
B2	300	94	100	30,000	100	30,000	100	30,000	150	45,000
B3	150	50	80	12,000	80	12,000	100	15,000	100	15,000
B4	230	61	80	18,400	80	18,400	100	23,000	100	23,000
B5	220	29	50	17,600	50	11,000	80	17,600	80	17,600
Total B	1050	70	80	93,000	80	89,400	100	108,100	120	123,100
C1	250				80	20,000	100	25,000	100	25,000
C2	150				80	12,000	80	12,000	80	12,000
C3	300						50	15,000	80	24,000
Total C	700				50	32,000	50	52,000	80	61,000
D1	250						80	20,000	80	20,000
D2	270						50	13,500	80	21,600
D3	380						50	19,000	80	30,400
total D	900						50	52,500	80	72,000
E1	250								80	20,000
E2	140								50	7,000
E3	538								30	16,140
E4	240									
Total E	1168								40	43,140
Total General	5326									
Pob. Proyectada				331,200		364,233		472,698		573,768
Pob. Diseño				322,783		369,800		474,500		579,140

Fuente : Aqua Plan Ingenieros SRL

CUADRO Nº 1.5.- TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Tipo de Abastecimiento de Agua	Nº. De Viviendas	(%)
Distritos de Iquitos y Punchana	52,250	100.0
Red pública dentro de la vivienda	27,392	52.42
Red pública fuera de la vivienda y dentro del edificio	716	1.37
Pilón de uso público	6,047	11.57
Pozo	9,631	18.45
Camión cisterna	512	0.98
Río, acequia, manantial	6,291	12.04
Otros.	1,661	3.17

Fuente : INEI – Censo 11/07/93

CUADRO Nº 1.6.- DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS HIGIENICOS

Tipo de Abastecimiento de Agua	Nº. De Viviendas	(%)
Distritos de Iquitos y Punchana	52,250	100.0
Red pública dentro de la vivienda	26,599	50.90
Red pública fuera de la vivienda y dentro del edificio	2,039	3.90
Pozo negro o ciego	10,348	19.80
Sobre acequia o canal	4,396	8.42
Sin servicio higiénico	8,868	16.98

Fuente : INEI – Censo 11/07/93

CUADRO Nº 1.7.- PRINCIPALES ZONAS DE DESCARGA DE DESAGÜES CRUDOS

No	Descarga en quebrada	Curso Receptor
1	Caño Pinedo Najar	Lago Moronillo
2	Caño Versalles	Lago Moronillo
3	Caño Ricardo Palma	Lago Moronacocha
4	Canal Mariscal Cáceres y Parado de Bellido	Lago Moronacocha
5	Caño Bartens	Lago Moronacocha
6	Emisor Angel Brusco	Lago Moronacocha
7	Emisor Coronel Portillo	Río Amazonas
8	Caño Sachachorro y zona de Belén	Río Itaya
9	Caño Asna	Lago Moronacocha
10	Caño Vargas Guerra	Río Itaya

Fuente : Aqua Plan Ingenieros SRL-Estudios de Factibilidad Agua Potable y Alcantarillado

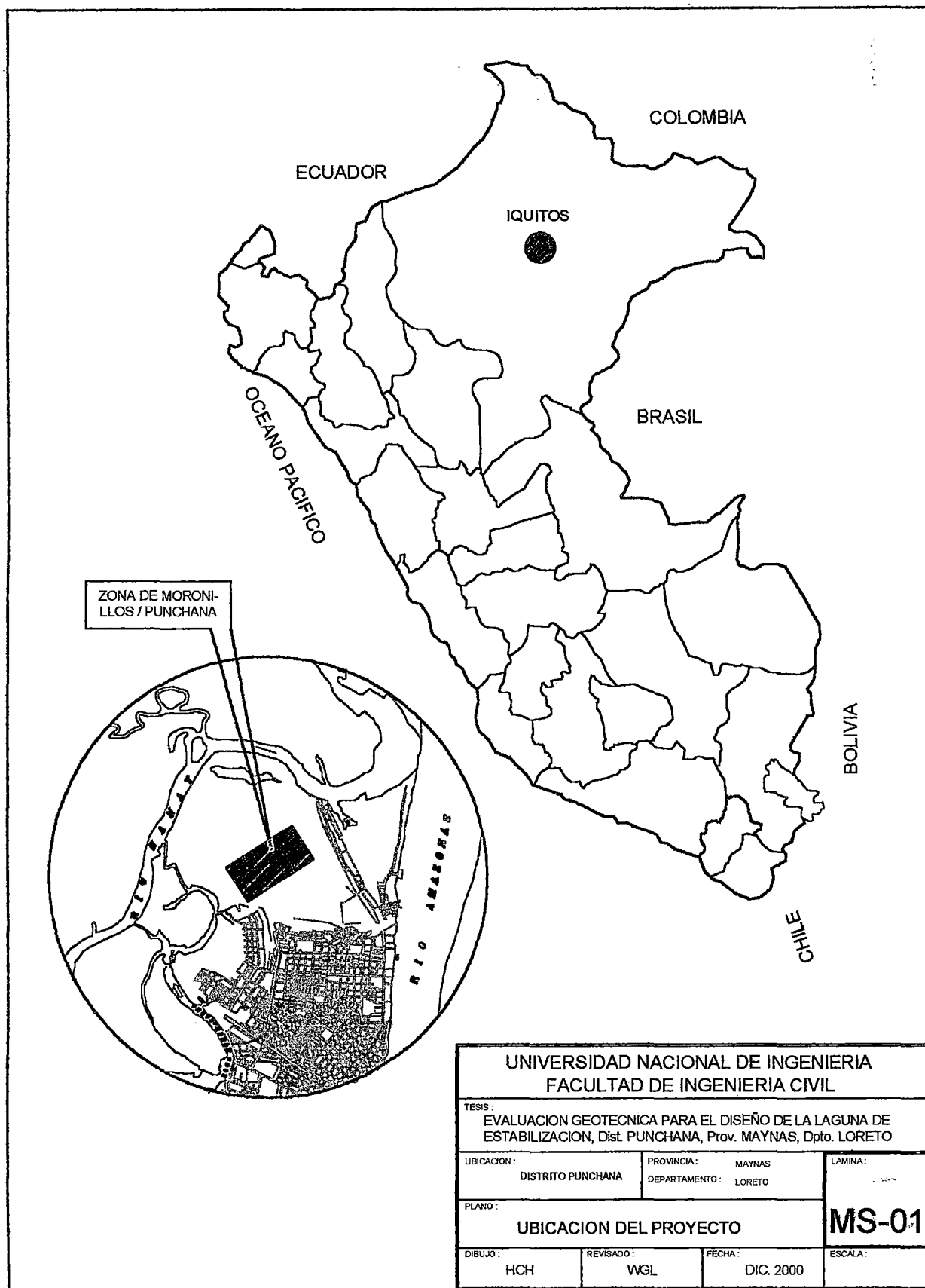


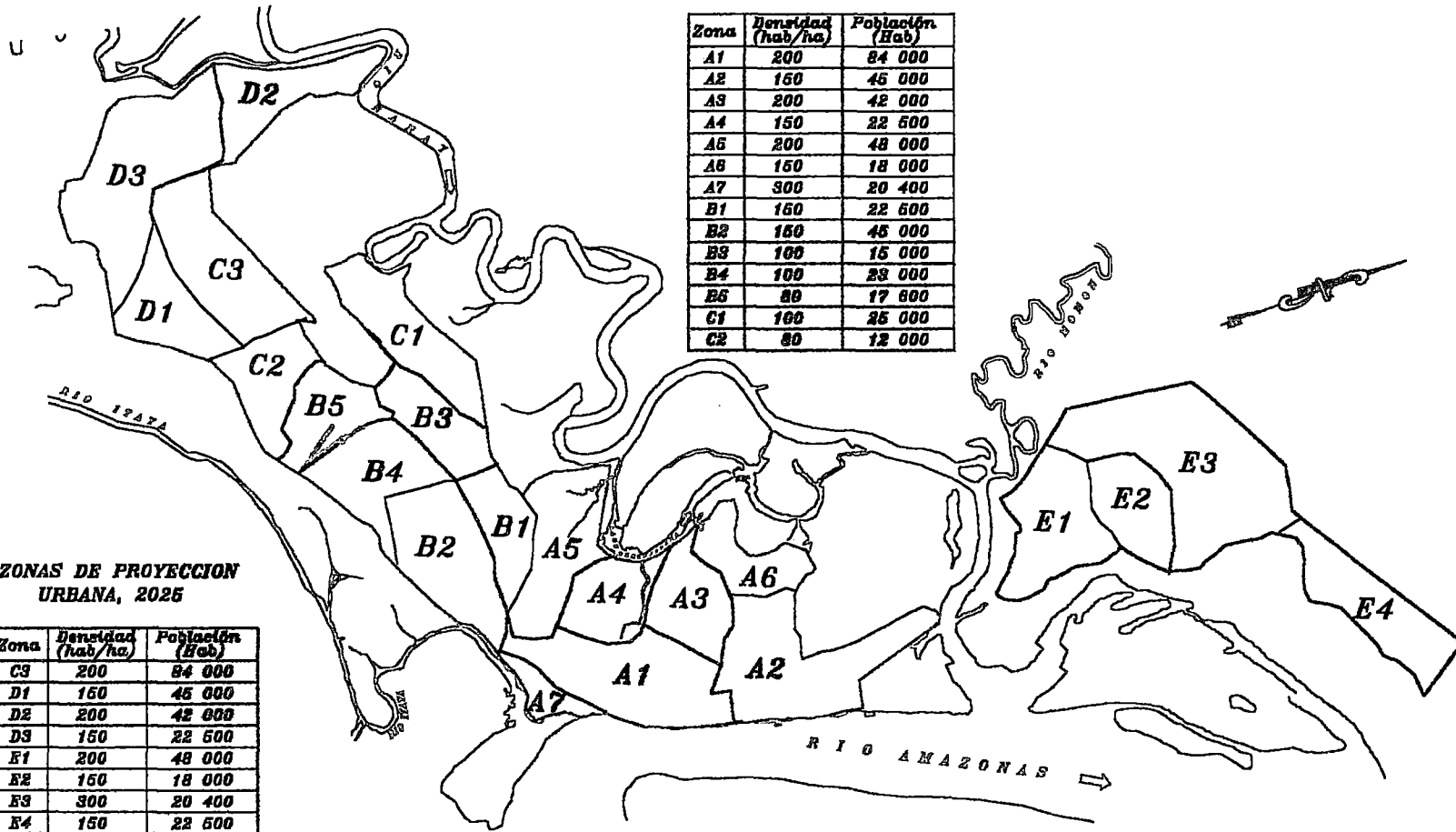
Fig. N°1.1.- ZONAS DE CONSOLIDACION Y PROYECCION URBANA

ZONAS DE CONSOLIDACION URBANA, 2026

Zona	Densidad (hab/ha)	Población (Hab)
A1	200	84 000
A2	150	45 000
A3	200	42 000
A4	150	22 500
A5	200	48 000
A6	150	18 000
A7	300	20 400
B1	150	22 500
B2	150	45 000
B3	100	15 000
B4	100	23 000
B5	80	17 600
C1	100	25 000
C2	80	12 000

ZONAS DE PROYECCION URBANA, 2026

Zona	Densidad (hab/ha)	Población (Hab)
C3	200	84 000
D1	150	45 000
D2	200	42 000
D3	150	22 500
E1	200	48 000
E2	150	18 000
E3	300	20 400
E4	150	22 500



Fuente : Estudio de factibilidad de planes de expansión de mínimo costo de los sistemas de agua potable y alcantarillado- Iquitos, HCEOM-DIST, 1988

CAPITULO II

INFORMACIÓN BASICA

2.1 CARACTERISTICA TOPOGRÁFICA DEL TERRENO

La parte de la ciudad, zona antigua de Iquitos, se encuentra situada sobre una superficie ligeramente ondulada a 104 msnm en promedio. Localmente presenta alturas medias de 10 a 12 metros sobre el nivel medio de crecidas del río Amazonas.

El terreno sobre el cual se asienta la ciudad se define como una "terrazza", que presenta algunas variaciones de pendiente, como la formación de colinas de poca altura y quebradas que la atraviesan por trechos, facilitando el drenaje de las aguas pluviales.

Esta terraza se caracteriza principalmente por la formación de tierras más o menos estables, donde se ubica la mayor parte de la ciudad y las tierras inundables con las crecientes de los ríos como en las zonas de Belén, Bellavista, Morona, Moronillo entre otras. Se presentan también aguajales o terrenos pantanosos, como factores limitantes a la expansión urbana.

En la zona dónde se construirá la laguna de estabilización, presenta característica topográfica plana a 92 msnm en promedio, es una boscosa e inundable durante las crecidas de los ríos Amazonas y Nanay.

2.2 GEOLOGIA

En la ciudad de Iquitos los sedimentos predominantes son del tipo de arena fina y arcilla. No se observa afloramientos rocosos, ni sedimentos del tipo agregados gruesos.

En la secuencia estratigráfica de la región, se reconoce que los estratos se adelgazan y aumentan de potencia y los entrecruzamientos son frecuentes. Estas manifestaciones en los estratos nos muestran oscilaciones de un ambiente continental inestable, donde las oscilaciones han sido variables y el relieve deposicional algo irregular.

La estratigrafía de la zona de Iquitos ha sido estudiada en detalle por Ruegg y Rosenzweig entre 1946 y 1948, siendo publicadas entre 1946 y 1949. Dichos trabajos contienen una copiosa bibliografía. Ruegg y Rosenzweig complementaron sus observaciones con los datos de cuatro perforaciones realizadas al nor-orienté de Iquitos por la Dirección de Caminos y Ferrocarriles de esa época. Estos pozos están situados en lo que hoy se conoce como Punchana.

En el año 1967, el Ingeniero Alberto Martínez Vargas realizó investigaciones de los sedimentos de Iquitos, en donde se tomaron muestras que pertenecían al deslizamiento frente a la prefectura. Estas muestras fueron sometidas a diferentes pruebas de análisis en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, para de esta forma presentar una secuencia estratigráfica que analizó geotécnicamente.

En 1973, los consultores Ibérico y Plenge, realizaron una investigación geológica basándose en observaciones en la ribera y a las perforaciones efectuadas por LAGESA para la firma GRUCI. Ibérico y Plenge dedujeron un perfil estratigráfico típico de la zona.

2.2.1 SECUENCIA CRONOLÓGICA DE LOS SEDIMENTOS

De todos los estudios, se pueden resumir las características geológicas del área de estudio, de la manera siguiente:

- Sedimentos del Holoceno o Cuaternario reciente, constituidos por los últimos sedimentos del tipo arcilloso o arcilloso arenoso, de colores rojizos o pardos debido al fenómeno de laterización, con una potencia de 6 metros.
- Sedimentos del Pleistoceno o Cuaternario antiguo; constituidos por las arenas cremas y blancas de granulometría fina con algunas intercalaciones de arena media. Estas arenas proceden de la desintegración de las "Areniscas Azúcar" de edad Senónica (picos elevados del Cretáceo Superior), y son areniscas que abundan en la Amazonía. Estos sedimentos, con una potencia de 7 metros, constituyen la napa freática de la región.
- Sedimentos del Terciario, constituidos por arcillas compactas a duras, de colores azul grisáceo hasta negro, con presencia de carbonatos, fósiles y delgadas capas de material carbonoso en transición a lignito, que se presentan intercalados en el banco de arcilla. Estos sedimentos son esencialmente marinos y presentan una transición a marino continental.

Se aprecia también que en partes las capas de arena y arenas algo arcillosas del Cuaternario sobreyacen en discordancia erosional a las capas de arcillas fundamentalmente marinas, coincidentes con la regresión marina que se produce al finalizar el Terciario.

Para los sedimentos del Terciario en Iquitos, se ha determinado una potencia de 2 km. Por medio de estudios geofísicos (método sísmico) de las exploraciones de

petróleo, profundidad a la cual se ha encontrado evidencias del Cratón Brasileiro de edad probablemente Precámbrica.

2.3 GEOMORFOLOGIA

Es necesario realizar una interpretación de la evolución del río Amazonas y del meandro de Iquitos desde el punto de vista geomorfológico.

Las informaciones más antiguas y confiables datan de 1948, estudios realizados por Ruegg y Rosenzweig, y los estudios geomorfológicos más importantes se deben a Ing. Alberto Martínez Vargas en 1967 y al Ing. Francisco Coronado del Aguila en 1975.

En Iquitos y alrededores, las geoformas más notables las constituyen: terrazas fluviales, playas hundidas, acantilados abruptos, terrenos ondulados, el estuario de Itaya y las islas.

Durante el desarrollo de estas geoformas han intervenido fenómenos geológicos como la sedimentación y el tectonismo; también los agentes climatológicos y biológicos. La sedimentación regional en Iquitos y vecindades es muy variada, debiéndose destacar dos series de estratos en relación a sus edades de sedimentación.

La Cuaternaria de ambiente continental constituida por arcillas, limos, arenas y las asociaciones entre éstos. El Terciario que coincide con la formación de la superficie de discordancia sobre la serie de sedimentos de ambiente marino epicontinental y con su transición continental; esta última serie está constituida fundamentalmente por arcillas.

El tectonismo ha participado fundamentalmente, en cuanto al origen de las geoformas, conformando el relieve diferencial en esta región. Como consecuencia del tectonismo y de los efectos de la denudación fluvial y pluvial, se encuentran notablemente modificadas las unidades geomorfológicas de la región. El término llanura en la selva es válido en grandes extensiones no así en pequeñas áreas, ya que localmente nada es llano en la selva.

Terminada la sedimentación de las capas de arena y de los suelos que posteriormente soportaron el fenómeno de laterización en Iquitos y vecindades, se produce el levantamiento comprendida entre los ríos Itaya y Nanay, y de otra parte un ligero hundimiento de la ribera derecha del río Amazonas.

Los ríos Nanay e Itaya tuvieron mayores longitudes, y la Isla Padre no tuvo las dimensiones actuales, puesto que se originó como producto del alejamiento del cauce madre del río Amazonas, más especialmente por los aportes sedimentarios de las descargas del río Itaya. El

río Itaya descargó en el innumerables barras y bancos de sedimentación. Sedimentos constituidos esencialmente de limos y barras de naturaleza muy típica de los sedimentos en que el río ha llegado a su nivel de base.

Los depósitos limosos y fangosos cubrieron toda la desembocadura del río Itaya, cuyos sedimentos se solidificaron constituyendo la Isla Padre. En una etapa posterior, casi reciente, se produjo un ligero movimiento bascular en toda la comarca del río Amazonas, en el sector de Iquitos y vecindades, el río por factores endógenos emigró hacia el Oeste, invadió la desembocadura del río Itaya, cuyos restos sedimentarios deltaicos se aprecian especialmente en la margen derecha de este río en la ribera y playas del barrio de Belén.

La invasión del caudal del río Amazonas a las tierras occidentales de la llanura en Iquitos y sus alrededores, se debe al movimiento bascular que se produce en la zona que hunde las desembocaduras de los ríos Itaya y Nanay, así mismo hundió extraordinariamente toda la ribera oriental del río Amazonas. Durante el proceso de solidificación de la ribera en que se halla la ciudad de Iquitos, se produjeron una serie de episodios erosivos lo mismo que de sedimentación.

La comarca comprendida entre los ríos Amazonas, Itaya y Nanay experimentaron los cambios siguientes: el sector ribereño del Amazonas presentó un fuerte alzamiento cuya altura llegó a 108 metros sobre el nivel del mar. En el interior se hundió la tierra firme de la terraza, por esto en Moronacocha se formó una laguna cuya cota está debajo de 94 metros sobre el nivel del mar, también se hundieron parcialmente las riberas de los ríos Itaya y Nanay; en consecuencia, se produjo una intensa erosión en los sedimentos arenosos del cuaternario.

Posteriormente invasiones de lodos arcillosos caolínicos y algo calcáreos, inundaron los sectores de Iquitos y sus vecindades. Moronacocha conformó un enorme lago y en su fondo se acumuló una gruesa capa de dos metros de arcillas límnicas impermeables.

2.4 IDENTIFICACION DE FUENTES DE AGUA

Los estudios en el área de recursos hídricos e hidrología, se enfocan en una actualización de los datos hidrometeorológicos a ser considerados, con fines de determinar los criterios de diseño para las instalaciones de captación de agua cruda y la laguna de estabilización en cuanto a los niveles máximos y mínimos, para el drenaje pluvial y alcantarillado en cuanto a las lluvias y los niveles de los ríos, que deben ser considerados en el diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

La ciudad de Iquitos se encuentra prácticamente rodeada por los ríos Amazonas, Itaya, Nanay y el lago Moronacocha; es de importancia conocer sus variaciones los niveles de agua que alcanzan. El río de mayor importancia a tomar en cuenta es el río Amazonas por el caudal que transporta y el que prácticamente es el responsable del cambio en la morfología de la zona.

2.4.1 OBSERVACIONES HIDROGRAFICAS

Las observaciones hidrográficas abarcan los niveles promedios mensuales del período de 1970 hasta 1994 en la mira fluviométrica ubicada en el muelle terminal de Punchana en el río Amazonas, en el Cuadro N° 2.1 "Nivel medio mensual N(msnm), río Amazonas estación muelle, periodo 1970-1994", presenta los niveles medios mensuales del río Amazonas, según informe de Senamhi, se puede observar que el nivel medio mensual máximo registrado es de 96.52 msnm para mayo 1981

2.4.2 EVALUACION DE LOS DATOS

La evaluación de los registros de niveles de agua considerados incluye un análisis estadístico y de frecuencias. En el análisis de frecuencias se han aplicado diferentes leyes de distribución con el objetivo de definir aquella con el mejor ajuste para estimar los niveles con sus respectivas frecuencias y periodos de retorno. Los Cuadros N°2.2 "Nivel máximo y mínimo medio mensual, anual registro 1970 a 1994, estación muelle, río Amazonas" y N°2.3 "Nivel máximo y mínimo medio mensual, anual registro 1970 a 1982, estación de Bombeo, río Nanay", presentan el nivel mínimo y máximo medio mensual de los ríos Amazonas y Nanay respectivamente, según Senamhi.

2.4.3 ESTIMACION DE LOS NIVELES DE DISEÑO

Debido a que la laguna de estabilización se encuentra ubicada en una zona inundable a consecuencia de las crecidas del río Amazonas, para el diseño se tomará en cuenta el nivel máximo medio mensual del río Amazonas, teniendo en cuenta un periodo de retorno de 50 años. Los cuadros N°2.4 "Evaluacion del periodo de retorno niveles mínimos mensuales, río Amazonas" y N°2.5 "Evaluacion del periodo de retorno niveles máximos mensuales, río Amazonas", evalúan los eventos de crecidas mínimos y máximos del río Amazonas en función del periodo de retorno (Tr). Objetivamente se observa en los Gráficos N°2.1 "Nivel mínimo mensual, río Amazonas periodo 1970-1994" y N°2.2 "Nivel máximo mensual, río Amazonas periodo 1970-1994", las curvas de correlación encontrado para el nivel mínimo y máximo del

río Amazonas en función del periodo de retorno, considerado a los 50 años. Para el caso del nivel mínimo 90.05 msnm y para el nivel máximo 96.95 msnm.

2.4.4 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

Los estudios hidrológicos tienen por objetivo evaluar las precipitaciones y apreciar las lluvias de diseño en la zona de Iquitos que se debe tomar en cuenta en el diseño del sistema de drenaje pluvial y alcantarillado. Los análisis consideran datos de las lluvias mensuales y de las lluvias máximas anuales de 24 horas.

2.4.4.1 OBSERVACIONES METEREOLÓGICAS

SENAMHI emplea únicamente pluviómetros para el registro de la precipitación debido a que el clima húmedo tropical predominante en la región ocasiona muchas fallas y desperfectos en la operación de pluviógrafos.

El cuadro N°2.6 "Precipitación máximo mensual de 24 horas P₂₄mm, estación Iquitos, periodo 1964-1990", presenta las precipitaciones máximas mensuales de 24 horas según Senamhi, de los datos se puede apreciar que la precipitación máxima registrada 200mm, se presentó en octubre 1972. El cuadro N°2.7 "Precipitación anual y precipitación máxima anual de 24 horas, registro Iquitos 1964-1995, estación Iquitos", presenta la precipitación acumulada anual y la precipitación máxima anual de 24 horas, la máxima precipitación anual registrada fue de 4230.7 mm en 1982 y la precipitación máxima anual de 24 horas registrada fue de 200.0 mm en 1972.

2.4.4.2 PRECIPITACION MENSUAL

La precipitación promedio anual alcanza un valor de 2770 mm con precipitaciones promedios mensuales mayores que unos 300 mm en el mes de abril y menores con unos 180 mm en el mes de julio. El Cuadro N°2.8 "Precipitación mensual P(mm), estación Iquitos, periodo 1964-1995", presentan las precipitaciones mensuales, para la estación Iquitos, periodo 1964-1995, según informe de Senamhi.

2.4.4.3 PRECIPITACION MÁXIMA MENSUAL DE 24 HORAS

Los registros de la precipitación máxima mensual de 24 horas tienen valores máximos hasta unos 200 mm que pueden producirse durante cualquier mes ya que no existe una época marcada de lluvias elevadas en el año. El valor de la precipitación máxima de 24 horas observados esta conforme a los resultados de análisis regional, realizados basándose en el periodo 1965 hasta 1990 para el departamento de Loreto.

2.4.4.4 EVALUACION DE DATOS

La evaluación de los registros de las precipitaciones consideradas incluye un análisis de estadística y frecuencias. En el análisis de frecuencias se han aplicado diferentes leyes de distribución con el objetivo de definir aquella con el mejor ajuste para estimar las precipitaciones con sus respectivas frecuencias o períodos de retorno.

Por falta de los datos de intensidad de lluvia se ha considerado las precipitaciones máximas anuales de 24 horas que luego han sido convertidos en precipitaciones de duración más cortas. Para Iquitos se ha determinado basándose en las frecuencias de las precipitaciones máximas anuales de 24 horas para el período de 1964 hasta 1990. El Cuadro N°2.9 "Precipitación duración frecuencia, registro 1964-1995, estación Iquitos", presenta la relación precipitación – duración - frecuencia y el Gráfico N°2.3 "Relación precipitación – duración – tiempo de retorno", presenta las curvas de ajuste precipitación-duración-periodo de retorno.

2.4.4.5 ESTIMACION DE LAS LLUVIAS DE DISEÑO

Para las lluvias de diseño, se consideró un periodo de retorno de 50 años en la zona urbana y en la planta de tratamiento. Para el diseño del sistema de drenaje puede ser estimado basándose en la fórmula racional que usa los parámetros del área conectado al sistema de drenaje, el escurrimiento y la lluvia de diseño cuya duración corresponde al tiempo de concentración estimada en el área considerada.

**CUADRO Nº2.1.- NIVEL MEDIO MENSUAL N(msnm), RIO AMAZONAS
ESTACION MUELLE, PERIODO 1970 - 1994
FUENTE SENAMHI**

Año	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Promedio
1970	87.32	87.85	88.73	90.47	93.11	93.64	93.35	95.01	95.40	93.78	90.73	88.22	91.47
1971	88.13	87.95	89.44	90.96	92.73	93.51	94.98	95.77	95.24	93.88	87.72	90.37	91.72
1972	89.69	91.54	91.91	92.23	94.20	94.24	93.75	94.93	94.97	92.88	92.19	91.60	92.85
1973	90.17	90.55	90.79	92.76	92.48	93.61	94.33	95.38	95.32	93.05	91.52	90.82	92.57
1974	88.70	89.23	90.99	91.98	92.83	92.82	94.73	95.39	95.47	93.35	92.72	90.36	92.38
1975	88.54	90.59	90.99	91.40	92.76	92.30	93.75	95.11	95.22	94.83	93.52	89.22	92.35
1976	88.60	88.49	89.47	90.03	91.42	92.58	92.84	94.83	95.09	93.52	91.56	88.05	91.37
1977	88.20	88.12	90.08	91.16	90.35	91.10	94.26	95.55	95.35	92.25	91.00	88.77	91.35
1978	87.88	89.93	91.53	92.68	90.00	92.25	91.68	94.29	94.48	92.37	90.64	89.14	91.41
1979	87.61	90.80	90.29	92.08	90.61	89.62	91.89	93.88	94.44	91.79	88.75	87.66	90.79
1980	87.55	87.99	88.03	91.94	91.26	91.90	91.49	94.41	93.52	92.25	90.74	88.25	90.78
1981	87.64	89.12	92.62	92.67	89.98	92.94	94.27	95.80	96.52	94.76	93.57	89.02	92.41
1982	88.24	89.08	90.32	91.37	92.60	92.36	93.38	95.04	95.57	93.08	89.77	88.80	91.64
1983	87.46	89.04	91.44	93.48	94.38	93.51	92.86	93.44	93.92	91.60	87.07	85.96	91.18
1984	86.75	87.41	89.60	91.41	90.90	92.76	94.16	95.02	95.00	93.15	91.40	88.47	91.34
1985	88.06	88.83	89.04	91.96	91.20	89.76	90.76	91.92	91.99	90.93	89.29	87.88	90.14
1986	87.51	89.70	89.20	89.19	89.02	90.86	92.84	94.98	95.49	92.58	89.39	87.33	90.68
1987	88.27	90.39	91.66	91.36	93.08	94.28	95.09	94.39	93.98	90.91	88.89	87.40	91.64
1988					92.80	93.01	93.01	94.97	93.38	90.63	87.61	85.24	
1989	84.50	87.25	88.50	88.80	91.23	93.00	93.44	94.34	94.45	93.72	92.22	88.49	90.83
1990	86.56	89.06	89.46	87.08	88.66	92.61	92.65	93.23	91.96	90.99	91.72	87.52	90.13
1991	87.51	87.20	90.32	92.17	92.03	90.94		93.34	93.89	91.74	89.46	86.38	
1992	85.25	87.01	89.36	89.24	89.82	88.19	91.45	92.60	91.71	90.03	89.39	86.36	89.20
1993	89.36	89.33	88.99	91.52	91.99	92.62	93.80	94.85	95.14	93.35	89.95	88.99	91.66
1994	88.76	89.14	91.99	92.50	92.11	92.10	93.19	94.46	95.34	94.60	92.48	88.49	92.10

N	24	24	24	24	25	25	24	25	25	25	25	25	23
XM	87.85	88.98	90.20	91.27	91.66	92.26	93.25	94.52	94.51	92.64	90.53	88.35	91.39
Xmin	84.50	87.01	88.03	87.08	88.66	88.19	90.76	91.92	91.71	90.03	87.07	85.24	89.20
Xmax	90.17	91.54	92.62	93.48	94.38	94.28	95.09	95.80	96.52	94.83	93.57	91.60	92.85
Med	87.97	89.07	90.19	91.47	91.99	92.61	93.37	94.85	95.00	92.88	90.73	88.47	91.41
Sx	1.25	1.24	1.24	1.49	1.50	1.48	1.17	0.98	1.23	1.32	1.80	1.50	0.87
Cv	0.0142	0.0139	0.0137	0.0163	0.0164	0.0160	0.0125	0.0103	0.0130	0.0143	0.0198	0.0170	0.0096

**CUADRO Nº2.2.- NIVEL MAXIMO Y MINIMO MEDIO MENSUAL, ANUAL
REGISTRO 1970 HASTA 1994, ESTACION MUELLE, RIO AMAZONAS**

Nº	Año	Nivel Máximo (msnm)	Nivel Mínimo (msnm)
1	1970	95.401	87.321
2	1971	95.771	87.721
3	1972	94.971	89.691
4	1973	95.381	90.171
5	1974	95.471	88.701
6	1975	95.221	88.541
7	1976	95.091	88.051
8	1977	95.551	88.121
9	1978	94.481	87.881
10	1979	94.441	87.611
11	1980	94.411	87.551
12	1981	96.521	87.641
13	1982	95.571	88.241
14	1983	94.381	85.961
15	1984	95.021	86.751
16	1985	91.991	87.881
17	1986	95.491	87.331
18	1987	95.091	87.401
19	1988	94.971	85.241
20	1989	94.451	84.501
21	1990	93.231	86.561
22	1991	93.891	86.381
23	1992	92.601	85.251
24	1993	95.141	88.987
25	1994	95.341	88.491

**CUADRO N° 2.3.- NIVEL MAXIMO Y MINIMO MEDIO MENSUAL, ANUAL
REGISTRO 1970 HASTA 1982, ESTACION DE BOMBEO, RIO NANAY**

N°	Año	Nivel Máximo (msnm)	Nivel Mínimo (msnm)
1	1970	94.661	86.511
2	1971	95.011	87.411
3	1972	94.511	88.911
4	1973	94.811	87.611
5	1974	94.555	88.261
6	1975	94.731	87.511
7	1976	94.711	85.911
8	1977	95.131	87.511
9	1978	93.961	86.711
10	1979	93.821	86.461
11	1980	93.691	86.911
12	1981	94.621	87.121
13	1982	96.011	SD

SD: sin datos

**CUADRO Nº2.4.- EVALUACION DEL PERIODO DE RETORNO
NIVELES MINIMOS MENSUALES, RIO AMAZONAS**

Método de Evaluación : Distribución Normal

Nº	x	ln(x)	H(z)	f(x)	Tr(años)
1	90.171	4.50	0.983	0.017	60.102
2	89.691	4.50	0.958	0.042	23.878
3	88.987	4.49	0.873	0.127	7.856
4	88.491	4.48	0.764	0.236	4.245
5	88.701	4.49	0.815	0.185	5.419
6	88.541	4.48	0.777	0.223	4.489
7	88.241	4.48	0.695	0.305	3.274
8	87.881	4.48	0.580	0.420	2.383
9	88.121	4.48	0.658	0.342	2.924
10	88.051	4.48	0.636	0.364	2.746
11	87.881	4.48	0.580	0.420	2.383
12	87.881	4.48	0.580	0.420	2.383
13	87.721	4.47	0.526	0.474	2.112
14	87.641	4.47	0.499	0.501	1.997
15	87.611	4.47	0.489	0.511	1.957
16	87.551	4.47	0.468	0.532	1.881
17	87.331	4.47	0.395	0.605	1.652
18	87.321	4.47	0.391	0.609	1.643
19	87.321	4.47	0.391	0.609	1.643
20	86.751	4.46	0.222	0.778	1.285
21	86.561	4.46	0.176	0.824	1.214
22	86.381	4.46	0.139	0.861	1.161
23	85.961	4.45	0.073	0.927	1.079
24	85.251	4.45	0.019	0.981	1.019
25	85.241	4.45	0.019	0.981	1.019

x : Niveles mínimos (msnm)
H(z) : Función de distribución
f(x) : Función de densidad
Tr : Periodo de retorno (años)

**CUADRO Nº2.5.- EVALUACION DEL PERIODO DE RETORNO
NIVELES MAXIMOS MENSUAL, RIO AMAZONAS**

Método de Evaluación : Distribución Normal

Nº	x	ln(x)	H(z)	f(x)	Tr(años)
1	96.521	4.57	0.958	0.042	23.846
2	95.771	4.56	0.839	0.161	6.221
3	95.571	4.56	0.786	0.214	4.680
4	95.551	4.56	0.781	0.219	4.557
5	95.491	4.56	0.763	0.237	4.212
6	95.471	4.56	0.756	0.244	4.105
7	95.401	4.56	0.734	0.266	3.762
8	95.381	4.56	0.728	0.272	3.672
9	95.341	4.56	0.714	0.286	3.500
10	95.221	4.56	0.673	0.327	3.054
11	95.141	4.56	0.643	0.357	2.804
12	95.091	4.55	0.625	0.375	2.665
13	95.091	4.55	0.625	0.375	2.665
14	95.021	4.55	0.598	0.402	2.488
15	94.971	4.55	0.579	0.421	2.374
16	94.971	4.55	0.579	0.421	2.374
17	94.481	4.55	0.386	0.614	1.628
18	94.451	4.55	0.374	0.626	1.598
19	94.441	4.55	0.371	0.629	1.589
20	94.411	4.55	0.359	0.641	1.561
21	93.921	4.54	0.197	0.803	1.245
22	93.891	4.54	0.189	0.811	1.233
23	93.231	4.54	0.061	0.939	1.065
24	92.601	4.53	0.014	0.986	1.014
25	91.991	4.52	0.002	0.998	1.002

x : Niveles mínimos (msnm)
H(z) : Función de distribución
f(x) : Función de densidad
Tr : Periodo de retorno (años)

**CUADRO N° 2.6.- PRECIPITACION MAXIMA MENSUAL DE 24 HORAS P24 (mm)
ESTACION IQUITOS, PERIODO 1964 - 1990
FUENTE SENAMHI**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1964	48.0	81.0	71.0	103.0	34.0	68.2	24.0	41.0	35.8	98.0	78.6	41.8	724.4
1965	39.0	40.0	45.0	42.1	122.0	106.0	44.0	25.0	51.3	78.0	137.0	46.0	775.4
1966	62.0	62.0	82.0	95.0	36.0	78.0	143.0	66.0	79.0	48.0	70.0	150.0	971.0
1967	96.3	37.5	47.0	54.6	50.5	80.0	63.0	18.0	66.0	52.0	38.0	48.0	650.9
1968	92.5	24.0	58.0	69.0	55.0	40.5	55.0	30.0	21.0	47.0	71.0	32.0	595.0
1969	36.7	35.9	56.0	135.0	55.5	47.0	64.0	49.5	78.0	52.0	69.0	76.0	754.6
1970	124.0	78.0	53.3	53.3	96.0	60.0	40.0	54.5	71.4	47.0	78.8	51.0	807.3
1971	62.0	78.0	92.0	49.2	93.4	54.9	67.0	22.3	121.0	46.0	60.0	58.2	804.0
1972	44.5	53.0	68.6	30.0	145.0	63.0	30.6	44.0	36.0	200.0	50.8	60.0	825.5
1973	43.8	49.0	68.0	72.0	55.0	134.0	76.0	40.0	70.6	95.4	90.0	88.0	881.8
1974	38.7	12.8	60.0	62.0	30.8	53.3	62.5	63.0	84.0	39.0	50.0	93.0	649.1
1975	70.0	55.0	57.0	30.0	46.0	135.0	50.0	163.0	90.0	90.0	139.3	105.0	1030.3
1976	105.0	140.0	145.0	82.0	140.0		60.0	180.0	33.0	56.0	55.0	10.0	
1977	16.4	9.0	132.3	180.0	32.0	40.0	53.0	22.0	80.5	120.0	90.0	60.0	835.2
1978	60.0	50.0	64.8	123.4	64.0	40.5	56.0	30.6	59.0	35.0	114.8	116.0	814.1
1979	15.2	45.0	50.0	70.0	68.0	29.2	33.0	38.0	35.0	115.0	44.0	175.6	718.0
1980	94.0	90.0	97.5	142.0	69.0	28.0	29.8	53.0	56.4	55.5	60.9	57.0	833.1
1981	45.0	64.0	60.0	163.0	125.0	122.0	24.8	120.0	83.0	180.0	60.0	90.0	1136.8
1982	60.0	40.2	80.3	136.0	95.3	34.1	109.5	32.2	122.0	82.4	83.0	50.0	925.0
1983	130.0	150.2	90.8	160.0	94.0	51.4	24.6	33.0	98.0	121.0	40.8	90.0	1083.8
1984	48.0	40.0	30.0	25.0	30.0	99.7	48.0	67.0	41.0	31.0	32.0	43.0	534.7
1985	6.0	40.0	13.4	45.7	28.3	30.0	24.0	36.0	21.4	40.3	75.0	18.0	378.1
1986	35.0	38.0	61.8	30.0	65.0	83.0	64.0	38.0	33.0	74.0	43.8	33.0	598.6
1987	92.3	29.0	41.0	76.0	58.0	30.0	68.0	50.0	22.0	46.0	91.0	40.0	643.3
1988	32.0	79.0	45.0	52.0	80.0	50.0	32.0	27.0	30.2	47.0	120.0	40.0	634.2
1989	79.0	50.0	58.0	53.0	94.0	49.0	12.0	69.0	34.0	38.0	44.3	21.0	601.3
1990	113.2	39.0	55.3	33.8	42.2	74.9	58.0	29.0	29.0	25.0	31.0	70.0	600.4

N	27	27	27	27	27	26	27	27	27	27	27	27	26
XM	62.5	55.9	66.0	80.3	70.5	64.7	52.4	53.4	58.6	72.5	71.0	65.3	761.8
Xmin	6.0	9.0	13.4	25.0	28.3	28.0	12.0	18.0	21.0	25.0	31.0	10.0	378.1
Xmax	130.0	150.2	145.0	180.0	145.0	135.0	143.0	180.0	122.0	200.0	139.3	175.6	1136.8
Med	60.0	49.0	60.0	69.0	64.0	54.1	53.0	40.0	56.4	52.0	69.0	57.0	765.0
Sx	33.6	32.7	27.9	46.3	34.4	32.1	27.7	40.0	29.8	43.8	30.1	38.8	177.3
Cv	0.5377	0.5845	0.4229	0.5764	0.4875	0.4963	0.5274	0.7496	0.5079	0.6041	0.4232	0.5944	0.2328

**CUADRO N° 2.7.- PRECIPITACION ANUAL Y PRECIPITACION MAXIMA ANUAL DE 24 HORAS
REGISTRO 1964 HASTA 1995, ESTACION IQUITOS**

N°	Año	Precipitación anual (mm)	Precipitación máxima anual de 24 horas (mm)
1	1964	2600.2	103.0
2	1965	2672.6	137.0
3	1966	3087.0	150.0
4	1967	2382.4	96.3
5	1968	2330.1	92.5
6	1969	2787.4	135.0
7	1970	3070.0	124.0
8	1971	3169.3	121.0
9	1972	3223.4	200.0
10	1973	3243.8	134.0
11	1974	2351.6	93.0
12	1975	3743.3	163.0
13	1976	SD	180.0
14	1977	3535.5	180.0
15	1978	2523.3	123.4
16	1979	2883.0	175.6
17	1980	2226.6	142.0
18	1981	3007.7	180.0
19	1982	4230.7	136.0
20	1983	3487.8	160.0
21	1984	3450.2	99.7
22	1985	1945.1	75.0
23	1986	1573.4	83.0
24	1987	2240.8	92.3
25	1988	2677.7	120.0
26	1989	2560.8	94.0
27	1990	2646.7	113.2
28	1991	2220.5	SD
29	1992	2314.5	SD
30	1993	2525.2	SD
31	1994	2584.2	SD
32	1995	2570.9	SD

SD : sin datos

**CUADRO Nº2.8.- PRECIPITACION MENSUAL P(mm)
ESTACION IQUITOS, PERIODO 1964 - 1995
FUENTE SENAMHI**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1964	137.8	119.8	314.5	404.3	226.4	202.8	114.3	161.0	153.5	410.2	269.9	85.7	2600.2
1965	108.9	158.3	282.6	240.2	351.4	289.3	150.6	64.0	171.8	207.7	321.1	326.7	2672.6
1966	294.2	209.0	233.0	477.0	201.5	175.6	344.9	204.0	141.0	263.4	172.6	370.8	3087.0
1967	348.5	163.4	308.0	230.4	153.0	194.9	225.1	85.6	198.5	184.4	75.4	215.2	2382.4
1968	332.8	63.3	201.1	239.5	167.9	169.8	256.9	178.0	104.6	190.6	257.6	168.0	2330.1
1969	224.2	254.5	246.9	358.5	290.5	105.1	199.2	179.2	290.6	157.8	242.8	238.1	2787.4
1970	294.9	309.7	374.0	316.6	298.2	236.4	178.1	120.6	265.0	99.3	348.8	228.4	3070.0
1971	355.0	326.4	405.3	117.7	342.3	277.1	229.0	90.9	321.7	244.0	195.9	264.0	3169.3
1972	213.2	151.9	274.5	187.6	444.2	254.5	237.4	197.6	119.2	523.5	332.1	287.7	3223.4
1973	269.6	208.7	374.3	207.4	276.6	300.2	251.5	174.8	250.1	346.7	287.2	296.7	3243.8
1974	143.9	67.1	196.8	274.4	120.5	164.2	192.4	239.8	278.5	244.8	107.3	321.9	2351.6
1975	379.0	188.0	383.6	120.1	444.7	306.0	184.5	355.3	252.0	353.0	387.8	389.3	3743.3
1976	557.7	273.6	495.3	303.9	753.1		131.4	469.1	110.3	124.5	342.7	452.0	
1977	39.4	475.1	530.7	391.3	192.4	192.8	235.9	123.1	344.0	394.4	374.3	242.1	3535.5
1978	44.5	42.6	351.0	291.1	212.3	169.7	148.6	95.8	272.7	289.4	260.2	345.4	2523.3
1979	115.0	121.1	174.2	345.7	297.6	102.7	252.3	174.9	288.1	103.4	451.4	456.6	2883.0
1980	79.8	202.8	190.9	311.5	209.4	96.0	111.0	140.5	87.0	243.0	154.0	400.7	2226.6
1981	537.7	171.6	438.7	441.5	217.2	107.5	147.1	167.0	152.2	322.5	167.7	137.0	3007.7
1982	155.7	405.0	240.7	826.3	379.8	368.5	70.6	371.3	278.6	365.5	238.5	530.2	4230.7
1983	387.4	183.8	228.0	532.4	215.6	144.9	461.6	110.0	228.6	230.3	392.0	373.2	3487.8
1984	453.3	434.2	323.6	432.4	204.1	204.4	63.6	83.0	208.0	405.0	166.6	472.0	3450.2
1985	218.0	195.0	131.0	221.6	159.1	262.6	146.6	105.0	111.4	94.0	182.8	118.0	1945.1
1986	8.0	123.0	31.7	288.7	111.2	105.0	139.0	132.0	121.8	170.0	150.0	193.0	1573.4
1987	91.8	116.1	177.6	96.0	320.0	218.5	218.5	179.0	121.0	262.4	120.6	319.3	2240.8
1988	488.3	201.6	147.1	360.7	126.0	118.4	213.9	162.0	94.0	205.2	237.0	323.5	2677.7
1989	163.0	372.0	244.0	253.0	273.0	179.0	105.0	100.0	79.0	297.0	343.8	152.0	2560.8
1990	564.0	276.8	308.0	144.8	318.0	246.4	86.0	217.0	110.0	159.2	154.5	62.0	2646.7
1991	475.1	224.8	133.0	134.8	130.9	293.0	209.0	146.3	74.9	57.0	122.8	218.9	2220.5
1992	221.0	255.0	59.0	253.0	297.0	186.9	39.0	218.2	118.4	236.0	287.0	144.0	2314.5
1993	164.0	177.4	252.8	325.5	171.1	173.1	175.1	380.0	214.0	100.0	150.5	241.7	2525.2
1994	308.2	94.0	363.2	293.2	133.0	69.5	164.8	210.2	127.3	274.9	382.0	163.9	2584.2
1995	219.2	169.2	257.4	260.9	160.1	327.1	102.4	202.7	234.2	131.1	245.0	261.6	2570.9

N	32	32	32	32	32	31	32	32	32	32	32	32	31
XM	262.3	210.5	271.0	302.6	256.2	201.4	180.8	182.4	185.1	240.3	247.6	275.0	2769.9
Xmin	8.0	42.6	31.7	96.0	111.2	69.5	39.0	64.0	74.9	57.0	75.4	62.0	1573.4
Xmax	564.0	475.1	530.7	826.3	753.1	368.5	461.6	469.1	344.0	523.5	451.4	530.2	4230.7
Med	222.6	191.5	255.1	289.9	216.4	192.8	176.6	170.9	162.7	239.5	243.9	262.8	2646.7
Sx	158.7	106.4	116.0	143.0	128.8	77.0	84.4	94.3	80.4	110.6	99.1	117.9	563.1
Cv	0.6050	0.5055	0.4282	0.4727	0.5026	0.3823	0.4669	0.5171	0.4347	0.4603	0.4002	0.4289	0.2033

**CUADRO N° 2.9.- PRECIPITACION DURACION FRECUENCIA
REGISTRO 1964 HASTA 1995, ESTACION IQUITOS**

Tr(a)	Duración, minutos					
	60	30	20	15	10	5
10	88	70	57	50	40	25
5	80	63	52	45	36	23
3	71	56	46	40	32	21
2	63	50	41	36	28	18
1	56	44	36	31	24	15
0.5	47	38	31	26	20	12
0.3	43	36	29	24	18	11

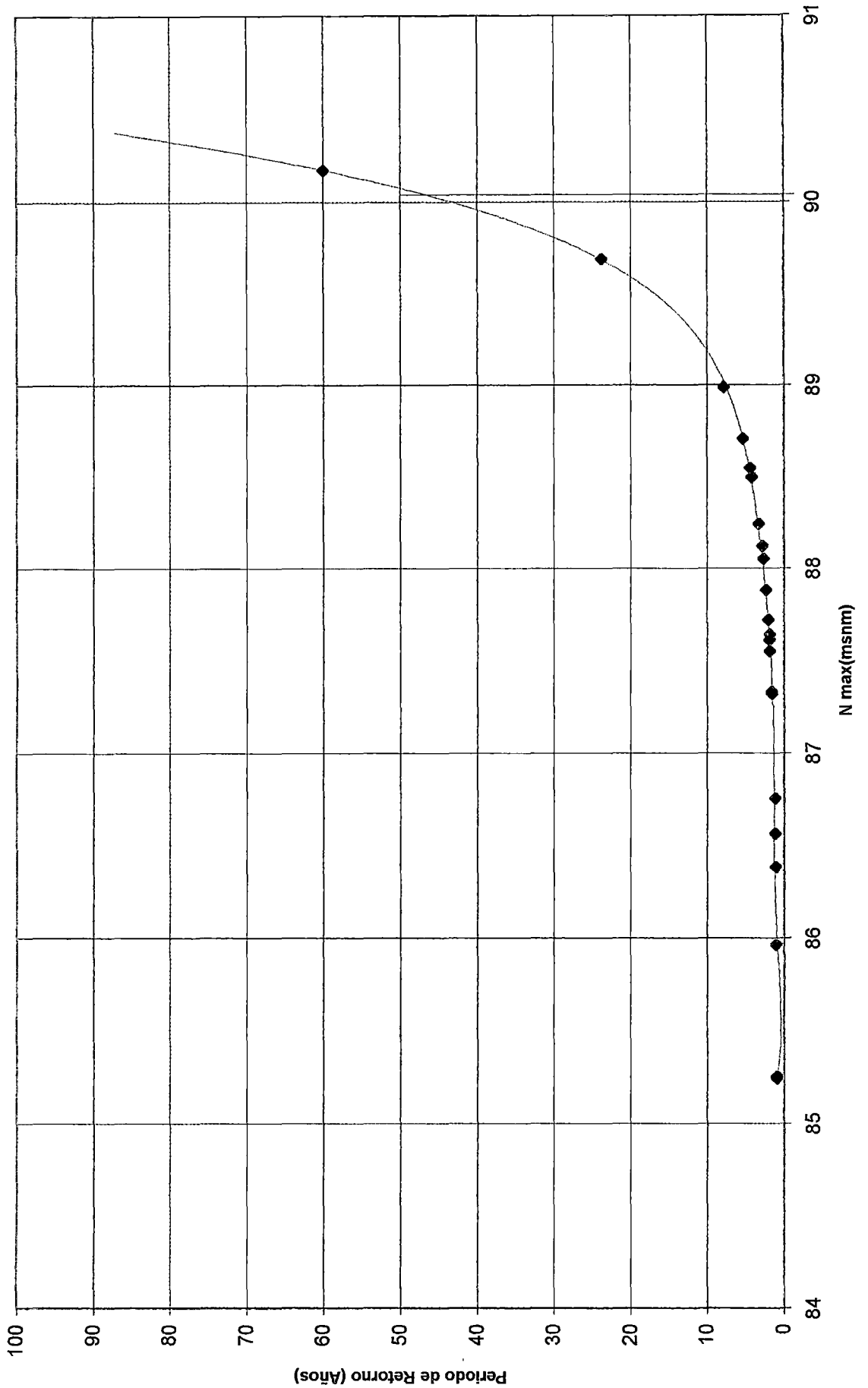
Altura de precipitación en mm

Tr(a)	Duración, minutos					
	60	30	20	15	10	5
10	1.47	2.33	2.85	3.33	4.00	5.00
5	1.33	2.10	2.60	3.00	3.60	4.60
3	1.18	1.87	2.30	2.67	3.20	4.20
2	1.05	1.67	2.05	2.40	2.80	3.60
1	0.93	1.47	1.80	2.07	2.40	3.00
0.5	0.78	1.27	1.55	1.73	2.00	2.40
0.3	0.72	1.20	1.45	1.60	1.80	2.20

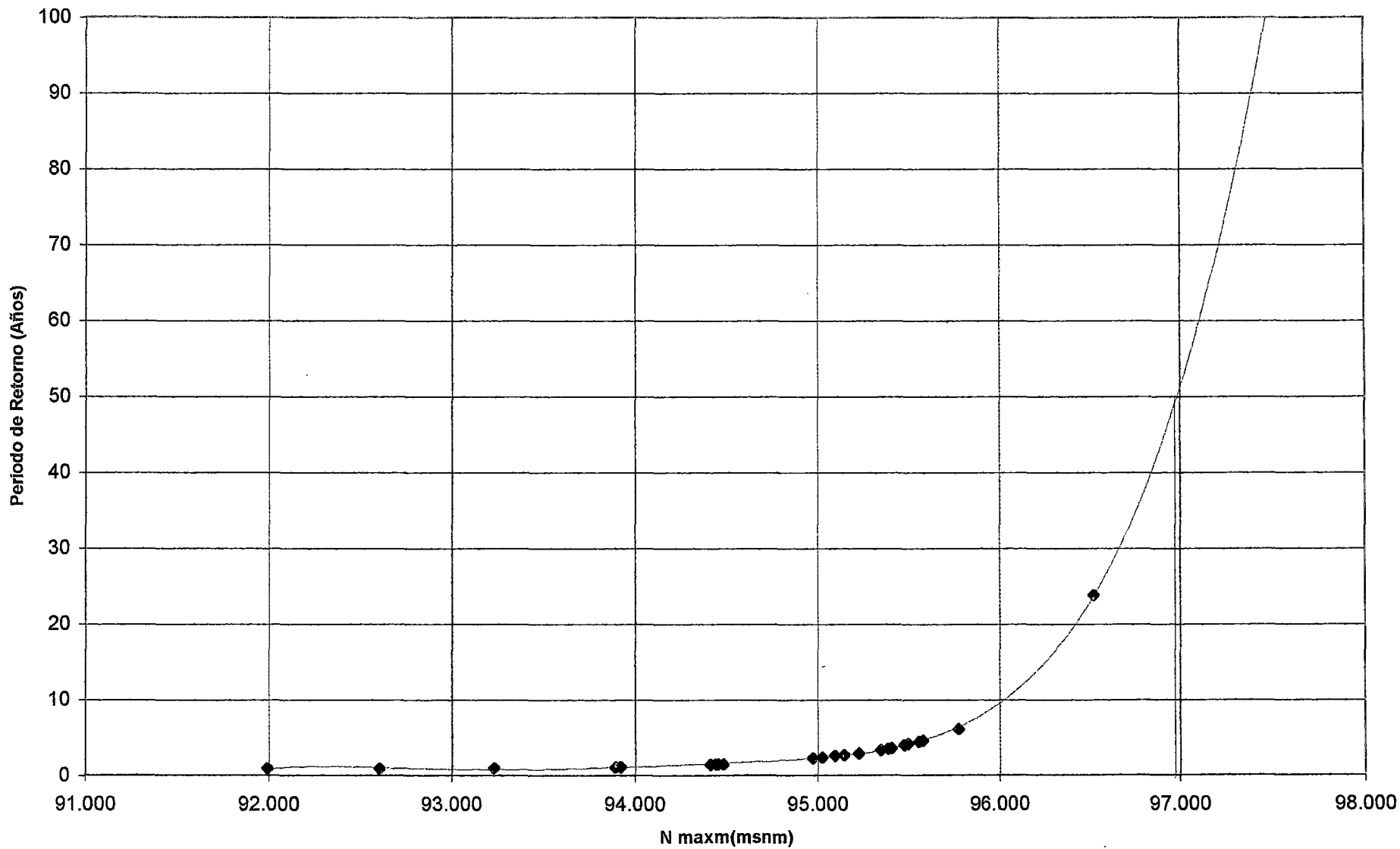
Intensidad en mm/min

Tr(a)	Duración, minutos					
	60	30	20	15	10	5
100	2.12	3.38	4.45	5.40	7.10	11.32
50	1.84	2.94	3.86	4.69	6.16	9.83
25	1.60	2.55	3.35	4.07	5.35	8.54
10	1.33	2.12	2.78	3.38	4.44	7.09
5	1.15	1.84	2.42	2.94	3.86	6.16
2	0.96	1.53	2.01	2.44	3.20	5.11
1	0.83	1.33	1.74	2.12	2.78	4.44

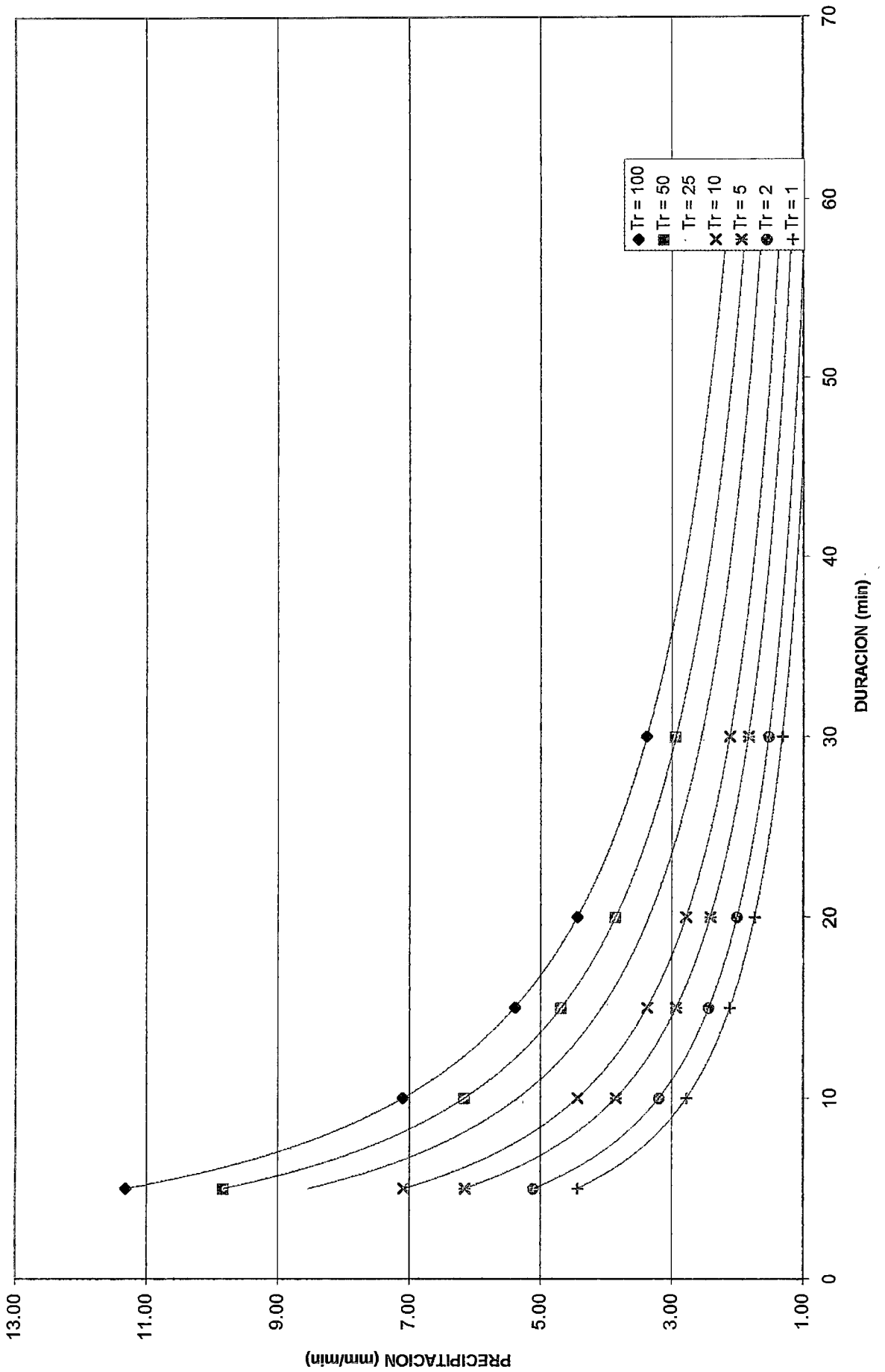
GRAFICA Nº2.1.- NIVEL MINIMO MENSUAL, RIO AMAZONAS
Período 1970 - 1994



GRAFICA N°2.2.- NIVEL MAXIMO MENSUAL, RIO AMAZONAS
Periodo 1970 - 1994



GRAFICA Nº 2.3.- RELACION PRECIPITACION-DURACION-PERIODO DE RETORNO



CAPITULO III

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.1 INTRODUCCION

La generación de aguas residuales es un producto inevitable de la actividad humana. El tratamiento y disposición apropiada de las aguas residuales supone el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de dichas aguas, de sus efectos principales sobre la fuente receptora.

Una laguna de tratamiento de aguas residuales, es una estructura para el tratamiento de los desechos líquidos domésticos e industriales, que utilizan un proceso biológico, químico y físico conocido con el nombre de auto purificación natural.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas descargadas en una planta de tratamiento y del efluente, es el parámetro que más se ha utilizado para evaluar las condiciones de trabajo de las lagunas de estabilización y su comportamiento.

3.2 OBJETIVO

El objetivo básico del tratamiento de aguas es proteger la salud y promover el bienestar de los individuos miembros de la sociedad.

La concepción, planeamiento y diseño de un sistema de tratamiento, puede considerar objetivos diferentes, dependiendo de los recursos económicos y técnicos. En un desarrollo gradual de sistema de tratamiento se puede considerar, como objetivos iniciales principales, los siguientes:

- **Protección epidemiológica.**- a través de la disminución de organismos patógenos presentes en las aguas residuales y dificultando la transmisión de los mismos.
- **Protección ecológica.**- a través de la disminución de la carga orgánica (DBO) de las aguas residuales, lográndose de esta manera que el nivel del oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos receptores se vea menos comprometido, beneficiando así a los peces y demás organismos acuáticos.

- **Rehuso de aguas.-** El agua residual tratada se puede volver a emplear en la agricultura de esta manera se aprovechan los nutrientes existentes en las aguas tratadas.
- **Pisicultura.-** La cría de peces en lagunas tiene la ventaja de disminuir la biomasa que llega al cuerpo receptor.

Luego la complejidad del sistema de tratamiento es, función de los objetivos propuestos. La Figura N° 3.1 "Procesos de tratamientos de aguas residuales", se presenta los principales procesos de tratamiento de aguas residuales.

En ciudades que poseen un sistema de alcantarillado combinado se acostumbra captar el caudal en el tiempo seco mediante un alcantarillado interceptor y conducirlo a la planta de tratamiento para su procesamiento. En las épocas de lluvias, el exceso de la capacidad de la planta y del alcantarillado interceptor se desvía directamente al curso natural de agua. En este caso se puede presentar riesgos serios de polución y violación de las normas de descarga. La Figura N° 3.2 " Principales fuentes de aguas residuales", presenta el proceso que sigue las aguas residuales hasta la evacuación a un curso natural de agua.

3.3. EFECTOS DE POLUCIÓN

Toda agua residual afecta de alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo de agua receptor, específicamente cuando ella introduce condiciones o características que hacen el agua de la fuente o cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma. Los Cuadros N°3.1 "Efectos indeseables de las aguas residuales", Cuadro N°3.2 "Contaminantes de importancia de aguas residuales" y Cuadro N°3.3 "Impacto ambiental de aguas residuales", presenta los efectos más importantes de los principales agentes de polución de las aguas residuales.

3.4 TOMA DE MUESTRAS

La caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con las normas estándar que aseguren exactitud en los resultados. Un programa de muestreo para caracterización y control de calidad de aguas supone un análisis cuidadoso del tipo de muestras, número de ellas y parámetros a analizar, especialmente en un medio como el nuestro donde no es justificable asignar más recursos de los estrictamente necesarios para satisfacer los objetivos propuestos.

3.4.1 MUESTRAS REPRESENTATIVAS

Para la evaluación de las diferentes características de aguas residuales se deben seguir los métodos normales o estándar. Una caracterización acertada de aguas residuales requiere una técnica de muestreo apropiada que asegure resultados representativos del caudal global de aguas residuales y no solamente del caudal que circula en el instante del muestreo.

Para que las muestras sean representativas, se prefieren sitios de muestreo con flujos muy turbulentos donde el agua residual está muy mezclada, el sitio de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con cada problema individual del estudio.

Los periodos de muestreo dependen del régimen de variación del caudal, de la disponibilidad del recurso económico y de los propósitos del programa de muestreo.

Es necesario analizar previamente los usos del agua y las fuentes contaminantes para la elaboración del diagrama de flujo que permite formular más apropiadamente un programa de muestreo. Todo frasco de muestreo debe identificarse con una etiqueta que indique: nombre de la fuente, sitio de muestreo, tipo de muestra, fecha de muestreo, hora de muestreo.

3.4.2 MUESTRAS INSTANTÁNEAS O SIMPLES

Representan solamente las características del agua residual para el instante del muestreo y en la mayoría de los casos, no pueden ser representativas de un periodo prolongado, puesto que las características de las aguas residuales varían con el tiempo.

Las muestras simples son particularmente deseables cuando el flujo del agua no es continuo, cuando la descarga de contaminantes es intermitente, cuando las características del residuo son relativamente constantes o cuando los parámetros a analizar pueden cambiar significativamente durante el periodo de muestreo. En general las muestras simples se emplean para análisis de OD, cloro residual, pH, alcalinidad y acidez, coliformes, grasas y aceites.

3.4.3 MUESTRAS COMPUESTAS

Las muestras compuesta son preferibles cuando se desea conocer resultados promedios. La muestra compuesta preferida es una mezcla de muestras individuales al caudal instantáneo; para el efecto se toman muestras simples a intervalos constantes de tiempo, generalmente una hora, se almacenan apropiadamente en un refrigerador, al final del periodo de muestreo, se mezclan en proporción directa al caudal aforado en cada instante de muestreo.

3.5 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales es una combinación de operaciones físicas y de procesos biológicos y químicos, que remueven el material suspendido, coloidal o disuelto de dichas aguas.

En el tratamiento convencional se utilizan rejillas para remoción de materiales gruesos, desarenadores para remoción de arena, sedimentadores para remoción de material sedimentable y tratamiento biológico para oxidación de la materia orgánica disuelta y coloidal. Existen dos grandes tipos de actividad biológica que ejecutan los organismos en la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales: oxidación aeróbica y oxidación anaeróbica.

Mediante la actividad microbial se desarrollan flocs y películas biológicas o, simplemente, cultivos de microorganismos que descomponen la materia orgánica biodegradable. A través de reacciones de catabolismo y anabolismo o síntesis celular se oxidan o mineralizan los compuestos orgánicos y se produce biomasa. La retención de la biomasa y la evaporación de los productos gaseosos formados permiten efectuar el tratamiento del agua o remoción de DBO.

3.5.1 TRATAMIENTO ANAEROBICO

La oxidación anaeróbica se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de oxígeno disuelto y se usa el oxígeno de compuestos orgánicos, nitratos y nitritos, los sulfatos y el CO_2 , como aceptador de electrones.

En el proceso conocido como desnitrificación, los nitratos y nitritos son usados por bacterias facultativas, en condiciones anóxicas, condiciones intermedias, con formación de CO_2 , agua y nitrógeno gaseoso como productos finales.

En el tratamiento anaeróbico se puede, por lo tanto, considerar que ocurren los procesos básicos de la descomposición anaeróbica, es decir: desnitrificación, reducción de sulfatos, hidrólisis y fermentación acetogénica y metanogénica. El proceso microbioal es muy complejo y esta integrado por múltiples reacciones paralelas y en serie, interdependientes entre sí.

En su forma más elemental, se puede considerar el proceso anaeróbico de descomposición de la materia orgánica compuesto de dos etapas: fermentación de ácidos y fermentación de metano, que ocurren simultáneamente.

La condición óptima para un proceso anaeróbico eficiente es:

- Nutrientes suficientes
- pH entre 6.5 y 7.6
- Temperatura en el intervalo de 30 – 38°C
- Ausencia de oxígeno
- Ausencia de sustancias tóxicas.

En el Cuadro N°3.4 "Ventajas y desventajas del proceso de tratamiento anaeróbico", presentan las ventajas y desventajas de un proceso anaeróbico, del cual se puede apreciar que se puede obtener eficiencias altas en zonas de temperatura alta.

3.5.2 TRATAMIENTO AEROBICO

Cuando se usa oxígeno molecular disuelto como aceptador final de electrones, el proceso es aeróbico y se conoce también, como respiración aeróbica.

La oxidación biológica aeróbica es la conversión bacterial de los elementos, de su forma orgánica a su forma inorgánica altamente oxidada, es un proceso conocido también como mineralización.

En la oxidación aeróbica, el oxígeno es el aceptador final de electrones y por lo tanto, es reducido, mientras los donantes orgánicos e inorgánicos de electrones son oxidados, ocurriendo lo que se conoce como oxidación o mineralización del residuo. En el Cuadro N°3.5 "Ventajas y desventajas del proceso de tratamiento aeróbico", presenta las ventajas como ausencia de olores, mineralización de todos los compuestos biodegradables y desventajas como alta producción de lodos, requiere un proceso de oxigenación.

3.5.3 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

En todo proceso biológico, los organismos se desarrollarán apropiadamente si se les provee, lo siguiente:

- Nutrientes suficientes.
- Ausencia de compuestos tóxicos.
- Condiciones ambientales apropiadas.

La tolerancia del crecimiento biológico bacterial y demás microorganismos a los compuestos tóxicos, como los metales pesados, es variable, según la biomasa, el tipo de proceso, el grado de aclimatación, el tipo de residuo y otros factores. El Cuadro N°3.6 "Concentraciones inhibitoras de crecimiento biológico", presenta los límites de algunas sustancias inhibitoras de crecimiento biológico, expresado en mg/l.

La actividad metabólica depende de muchos factores ambientales, es decir de las condiciones de vida. Dependiendo de la especie y el tipo de organismo, los factores ambientales aceleran, retardan o inhiben su crecimiento. La Figura N°3.3 "Agrupación más frecuente de lagunas", presenta la agrupación más frecuente de lagunas de tratamiento de aguas residuales.

3.6 METODOS DE DISEÑO

3.6.1 METODO DE DISEÑO LAGUNAS AEROBICAS

El proceso de estabilización de materia orgánica se realiza en condiciones completamente aeróbicas. Según las investigaciones de Oswald se plantea la siguiente ecuación a evaluarse

$$O = 0.28 \cdot F \cdot S$$

Donde :

- | | | |
|---|---|---|
| O | : | Producción de Oxígeno, Kg O ₂ /ha-d |
| F | : | Factor de Oxigenación. En el Cuadro N°. 3.7 "Factores de oxigenación", presenta las condiciones de remoción asociadas al factor de oxigenación. |
| S | : | Radiación solar, cal/cm ² d, Función de la localización |

geográfica, elevación y condiciones metereológicas

La carga orgánica superficial se puede expresar de la siguiente manera

$$COS = \frac{10 * d * DBOU}{\theta}$$

Donde :

COS	:	Carga orgánica superficial, kg DBO/ha-d
d	:	Profundidad de la laguna, m.
θ	:	Tiempo de retención, días.
DBOU	:	DBO última, mg/L
10	:	Factor de conversión de mg/L a kg/had.

De las expresiones anteriores se obtiene la ecuación de diseño de lagunas aeróbicas.

$$\frac{d}{\theta} = 0.028 * \frac{F * S}{DBOU}$$

En general existen dos tipos de lagunas de estabilización aeróbicas. El primer tipo de laguna tiene como objetivo maximizar la producción de algas, en las cuales la profundidad se limita a los intervalos de 15 a 45 cm. El segundo tipo de laguna tiene por objetivo la producción de oxígeno, a la profundidad de 1.50m. pero para mantenerlos aeróbicas se requiere mezclas periódicas con bombas y aireadores.

3.6.2 METODO DE DISEÑO DE LAGUNAS FACULTATIVAS

Este tipo de lagunas se puede diseñar considerando varios tipos de modelos que pueden ser modelo de mezcla completa y cinética de remoción de DBO de primer orden como el modelo de Marais; modelos de carga superficial como los de MC Garry y Pescod, Mara, Yánez y otros así como modelos empíricos como el de Hermann y Gloyna y otros. En este trabajo se considerará el modelo de carga orgánica superficial.

3.6.2.1 MODELO DE CARGA SUPERFICIAL

La experiencia ha demostrado que son aceptables las lagunas facultativas diseñadas basándose en las cargas orgánicas superficiales. Las cargas orgánicas son muy variables dependiendo del área geográfica, temperatura, profundidad, concentración de sólidos sedimentables y demás características de influencia sobre el proceso.

En el Cuadro N°3.8 "Carga orgánica superficial para lagunas facultativas", presenta valores de carga orgánica superficial para diferentes condiciones ambientales, de los cuales se puede apreciar que para climas tropicales el valor de COS varía entre 150kg/ha.d y 300 kg/ha.d.

De las investigaciones realizadas por Yánez plantea las siguientes consideraciones de diseño para lagunas facultativas de estabilización.

$$CSM = 357(1.085)^{T-20}$$

$$T = 8.59 + 0.82 T_a$$

$$CSR = 77.67 + 0.8063 CSA, \text{ Para lagunas primarias}$$

$$CSR = -0.8 + 0.765 CSA, \text{ Para lagunas secundarias}$$

Donde :

CSM : Carga orgánica superficial máxima aplicable, kgDBO/had

CSR : Carga orgánica superficial removida, kg DBO/had

CSA : Carga superficial aplicada, kg DBO/had

T_a : Temperatura ambiental del mes más frío.

3.6.3 METODO DE DISEÑO LAGUNAS DE MADURACION

La desinfección de las aguas residuales es uno de los objetivos de los sistemas de tratamiento e incluye la destrucción de patógenos, virus, parásitos y demás organismos perjudiciales. Las lagunas de estabilización en serie proveen un medio de remoción natural de organismos coliformes fecales(CF) para satisfacer así el propósito de desinfectar las aguas residuales.

La reducción de coliformes fecales(CF) en una laguna anaeróbica, facultativa o de maduración se puede calcular en base a la ecuación para modelos de mezcla completa y cinética de primer orden.:

$$N = \frac{N_o}{1 + K_b \theta}$$

Donde

- N : Número de CF/100mL del efluente
N_o : Número de CF/100mL del afluente
K_b : Constante de remoción de CF de primer orden, d⁻¹

El valor de K_b es función de la temperatura y de otros factores. En algunos estudios se han observado que K_b aumenta con el incremento del pH y disminuye a mayor concentración de DBO y mayor profundidad de la laguna.

El Cuadro N°3.9 "Constantes K_b de remoción de CF", presentan expresiones deducidas para K_b para diferentes modelos.

3.6.4 MÉTODO DE DISEÑO LAGUNAS ANAERÓBICAS

Las lagunas anaeróbicas son lagunas con carga orgánica tan altas que no poseen zonas aeróbicas. La profundidad de este tipo de lagunas es de 2.5 a 5 m y su diseño es prácticamente empírico. Básicamente se diseña con criterios de carga orgánica volumétrica y/o tiempo de retención. La acumulación de lodo primario se supone 0.04m³/año. Teniendo en cuenta los riesgos de olores se prefiere localizarlos lejos de núcleos habitacionales importantes, a una distancia mayor de 200m.

3.6.4.1 MODELO DE VINCENT

El modelo fue desarrollado por Vincent en 1963, para Zambia, suponiendo condiciones de mezcla completa y temperatura del agua de 20°C.

$$C_1 = \frac{C_o}{\left(\frac{C_1}{C_o}\right)^{4.8} K\theta + 1}, \text{ por lo tanto}$$

$$\theta = \left(\frac{C_o}{C_1} - 1\right) \left(\frac{1}{K\left(\frac{C_1}{C_o}\right)^{4.8}}\right)$$

Donde

- C_1 : DBO del efluente y de la laguna, mg/L
- C_o : DBO del afluente, mg/L
- θ : Tiempo de retención hidráulica, días
- K : Constante de remoción de DBO, 6.0 d^{-1}

CUADRO N° 3.1.- EFECTOS INDESEABLES DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Contaminante	Efecto
Materia orgánica biodegradable.	Desoxigenación del agua, muerte de peces y olores indeseables.
Materia suspendida	Deposición en los lechos de los ríos; si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases; cubre el fondo e interfiere en la reproducción de los peces o transforma la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles, etc.	Extinción de peces y vida acuática, destrucción de bacteria y interrupción de la autopurificación.
Microorganismos patógenos.	Las A.R.D. pueden transportar organismos patógenos, los residuos de curtiembres ántrax.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color olor, etc.	El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor y turbiedad que la hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias que transforman el equilibrio biológico.	Pueden causar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas las cuales alteran el ecosistema acuático, causan olores, etc.
Constituyentes Minerales.	Incrementa la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.

CUADRO N° 3.2.- CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN AGUAS RESIDUALES

Contaminante	Causa de su Importancia
Sólidos suspendidos	Puede conducir al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaeróbicas, cuando se descargan aguas residuales en medios acuáticos.
Materia orgánica biodegradable	Esta compuesto principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas. Se mide en términos de DBO y DQO generalmente. Si no es previamente removidas puede producir agotamiento del oxígeno disuelto de la fuente receptora y desarrollo de condiciones septicas.
Patógenos	Producen enfermedades.
Nutrientes	El C, N y P son nutrientes. Cuando se descargan en las aguas residuales pueden producir crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se descargan en cantidades excesivas sobre el suelo pueden producir polución de aguas subterráneas.
Materia orgánica Refractaria	Resiste tratamiento convencional. Ejemplos: detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales pesados	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que deban ser removidas para el rehuso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y es posible que sean removidos para el rehuso del agua.

CUADRO Nº 3.3.- IMPACTO AMBIENTAL DE AGUAS RESIDUALES

Contaminantes	Parámetro típico de medida	Impacto ambiental
Materia orgánica biodegradable	DBO, DQO	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.
Materia suspendida	SST, SSV	Causa turbiedad en el agua, deposita lodos.
Patógenos	CF	Hace el agua insegura para el consumo y recreación.
Amoniacos	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	Desoxigena el agua, es tóxico para el organismo acuático y puede estimular el crecimiento de algas.
Fósforo	Ortofosfatos	Puede estimular el crecimiento algal.
Materiales tóxicos	Como cada materia tóxica	Peligroso para la vida vegetal y animal
Sales inorgánicas	SDT	Limita los usos agrícolas e industriales del agua.
Energía térmica	Temperatura	Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos acuáticos.
Iones hidrógeno	PH	Riesgo potencial para organismos acuáticos.

CUADRO Nº3.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO TRATAMIENTO ANAEROBICO

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Tasa baja de síntesis celular y por consiguiente poca producción de lodos • El lodo producido es razonablemente estable y puede secarse y disponerse por métodos convencionales. • No requiere oxígeno, por lo tanto usa poca energía eléctrica y es especialmente adaptable a aguas residuales de alta concentración. • Produce metano, el cual puede ser útil como energético. El metano tiene un valor calorífico de aproximadamente 36500kJ/m^3 • Tiene requerimientos nutricionales bajos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para obtener grados altos de tratamiento requiere de temperaturas altas. • Exige un intervalo de operación de pH bastante restringido. • El medio es corrosivo • Puede presentarse olores desagradables por H_2S • Tiene riesgos de salud por H_2S • Es sensible a la contaminación con oxígeno • Requiere concentraciones altas de alcalinidad.

CUADRO Nº3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO AEROBICO

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de olores • Mineralización de todos los compuestos biodegradables. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa alta de síntesis celular y por consiguiente alta producción de lodos. • Requiere mucha energía eléctrica para oxigenación y mezclado • Gran proporción de células en los lodos que hace, en algunos casos, necesaria su digestión, antes de secarlos y disponerlos.

CUADRO Nº 3.6.- CONCENTRACIONES INHIBIDORAS DE CRECIMIENTO BIOLÓGICO, mg/L

Sustancia	Concentraciones Tóxicas	Proceso aeróbicos	Digestión anaeróbica
Amoniaco – N	1600		15000
Boro		1	
Calcio			2500
Cadmio			0.02
Cianuro	60		1
Cloroformo		18	0.1
Cloruros	15000		
Cobre		1	1
Cromo hexahidratado		2	5
Cromo trivalente		2	2000
Fenoles	140		
Hidrocarburos		50	50
Magnesio			1000
Niquel		1	2
Nitritos – N	36		
Plata		0.03	
Plomo		0.1	
Potasio			2500
Sodio			3500
Sólidos Disueltos	16000		
Sulfatos			500
Sulfuros	100		100
Tetracloruro de C			10
Vanadio		10	
Zinc		5	5

CUADRO N°. 3.7.- FACTOR DE OXIGENACION

Factor de Oxigenación	Remoción
0.0 a 0.4	Ineficiente
0.4 a 0.8	Pobre
0.8 a 1.2	Regular
1.2 a 1.8	Satisfactoria
1.6	Eficiencia Máxima (90%)

CUADRO N° 3.8.- CARGA ORGANICA SUPERFICIAL PARA LAGUNAS FACULTATIVAS

COS kg/ha.d	Condición Ambiental
<10	Zonas muy frías con cobertura de hielo estacional, aguas con temperatura uniforme baja y nubosidad variable.
10 – 50	Clima frío con cobertura de hielo estacional y temperatura templada de verano en una estación corta.
50 – 100	Clima entre templado y semitropical, cobertura ocasional de hielo, sin nubosidad persistente.
150 – 300	Clima tropical, sol y temperatura uniformes, sin nubosidad estacional.

CUADRO N°3.9.- CONSTANTES K_b DE REMOCIÓN DE CF

Ecuación	Modelo	Autor	Año
$K_{b,T} = 2.60(1.19)^{T-20}$	Mezcla completa	Marais	1974
$K_{b,T} = 1.41(1.40)^{T-20}$	Mezcla completa Laguna primaria	Ramírez	1993
$K_{b,T} = 3.27(1.59)^{T-20}$	Mezcla completa Laguna secundaria	Ramírez	1993
$K_{b,T} = 1.10(1.075)^{T-20}$	Flujo pistón	Klock	1971
$K_{b,T} = 0.50(1.072)^{T-20}$	Flujo piston	Bowles	1979
$K_{b,T} = 0.41(1.15)^{T-20}$	Flujo piston Laguna primaria	Ramírez	1993
$K_{b,T} = 0.36(1.25)^{T-20}$	Flujo piston Laguna secundaria	Ramírez	1993
$K_{b,T} = 0.623(1.037)^{T-20}$	Flujo disperso	Saenz	1987
$K_{b,T} = 0.84(1.07)^{T-20}$	Flujo disperso	Saenz	1985

FIGURA N°3.1.- PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

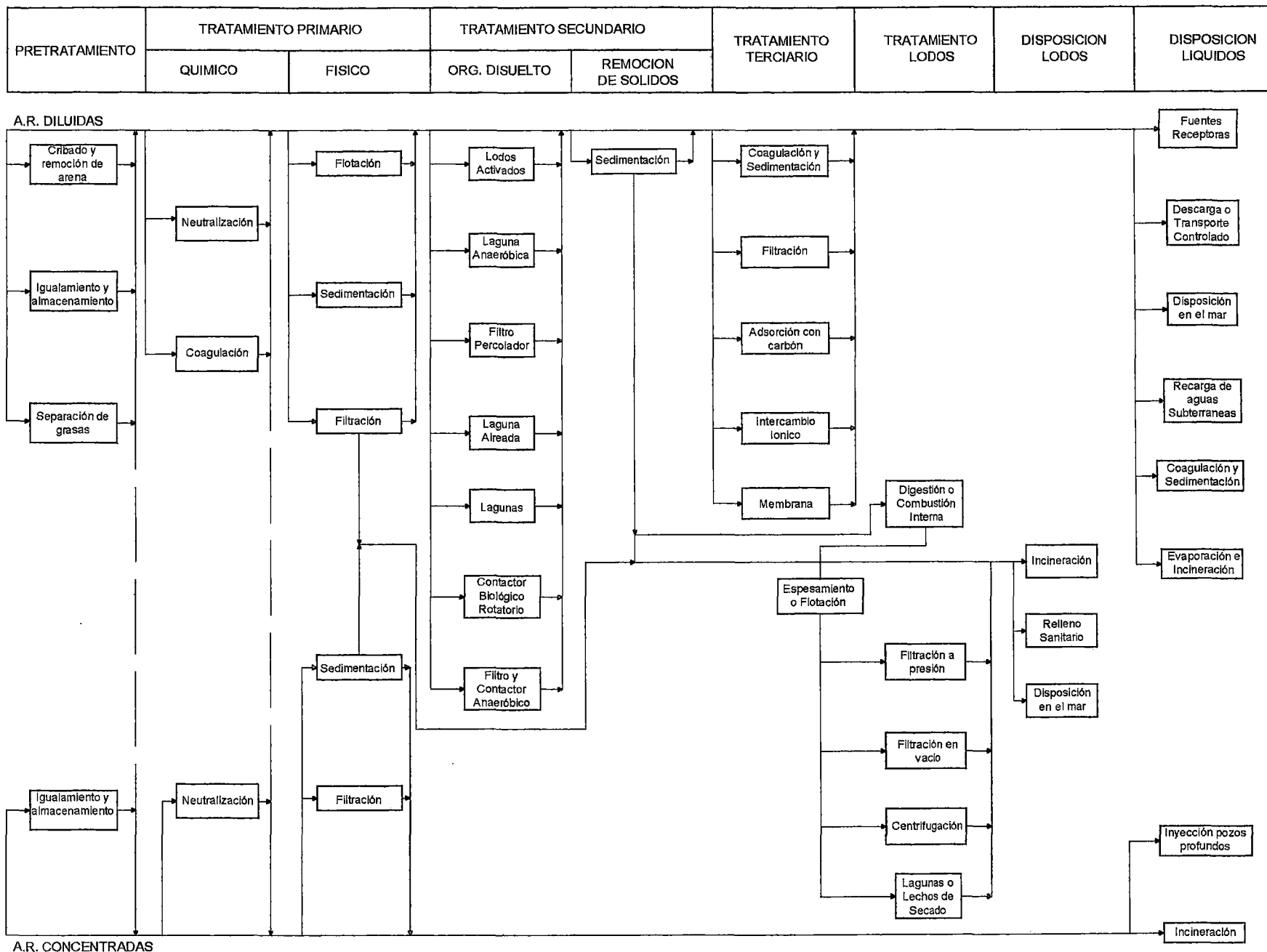


FIGURA N°3.2.- PRINCIPALES FUENTES DE AGUAS RESIDUALES

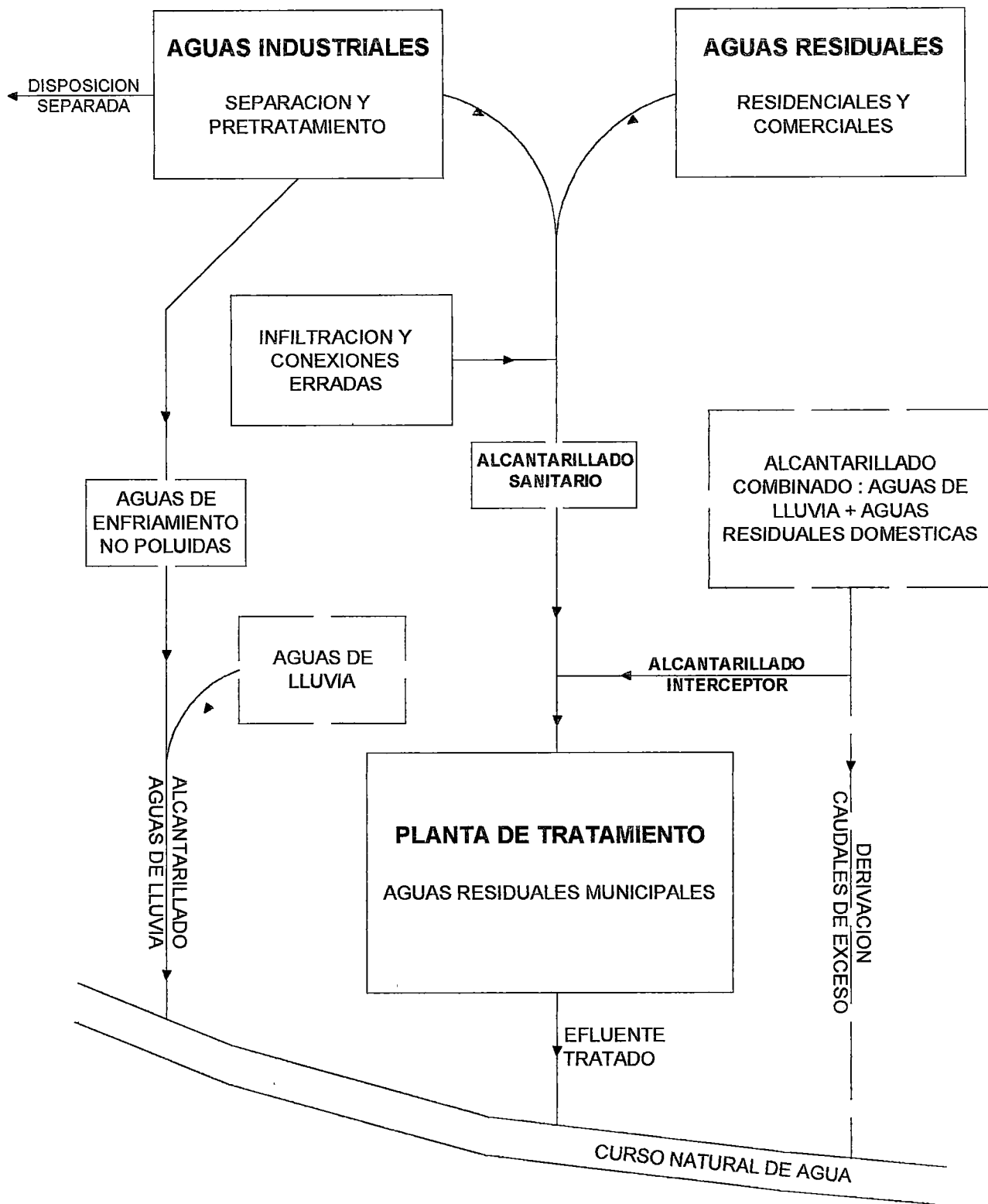
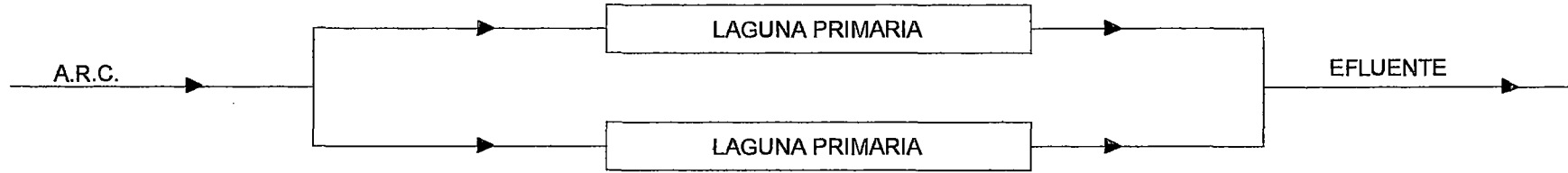


FIGURA Nº3.3.- AGRUPACION MAS FRECUENTE DE LAGUNAS



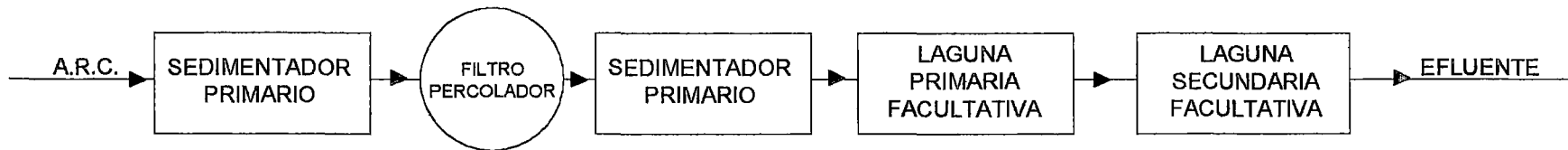
LAGUNAS EN SERIE



LAGUNAS EN PARALELO



LAGUNAS EN SERIE



LAGUNAS DE MADURACION EN SERIE

CAPITULO IV

EVALUACIÓN GEOTECNICA

4.1 INTRODUCCION

La evaluación geotécnica es una parte muy importante en la evaluación del suelo con fines de cimentación, en ella comprende la evaluación de la estructura en función de los parámetros obtenidos de los materiales predominantes en un sondaje, mediante los análisis físicos, químicos y mecánicos; el cual nos permitirá evaluar el comportamiento de la estructura propuesta antes de proceder a su construcción.

En el caso de la construcción de la laguna de estabilización, el suelo soportara las cargas transmitidas por los diques de las lagunas. Los problemas que se presentan en este tipo de estructuras son el asentamiento y la estabilidad del dique. Las técnicas de investigación del subsuelo estarán orientadas a determinar los parámetros que nos permitan evaluar los asentamientos y la estabilidad del dique.

4.2 TECNICAS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para proyectar una cimentación se debe tener un conocimiento razonable de las propiedades de los materiales del subsuelo, a las operaciones de campo y laboratorio para obtener esta información esencial se le llama exploración del subsuelo o programa de exploración.

Se dispone de una variedad de métodos de exploración. La elección depende de la naturaleza del material y del objetivo del programa de exploración. La magnitud y carácter del programa de exploración debe elegirse también considerando la importancia de la obra que se va a construir.

4.2.1 NUMERO Y PROFUNDIDAD DE EXPLORACIÓN

El número de exploraciones a efectuarse estará orientado a determinar la información necesaria para el proyecto. La profundidad de exploración requerida depende de las dimensiones y del tipo de estructura propuesta, así como del tipo de suelo y secuencia de los estratos, por lo que es muy importante el conocimiento de las condiciones de suelo cercano al proyecto.

La norma E.50 suelos y cimentaciones solamente hace mención sobre el número y profundidad de exploración para el caso de edificaciones.

La profundidad de exploración requerida se obtiene calculando el diagrama de distribución de esfuerzos para una línea vertical a través del centro de la estructura. La profundidad de exploración se obtendrá cuando el esfuerzo vertical producido por la estructura se reduce a un valor tal que por debajo de este no ocurrirá una consolidación apreciable; la profundidad mínima de exploración no deberá exceder del diez por ciento del esfuerzo vertical original a dicha profundidad.

4.2.2 METODOS DE EXPLORACION

4.2.2.1 BARRENOS

Es la herramienta más sencilla para hacer un sondeo en el terreno, la profundidad de exploración que se puede alcanzar estará sujeta al número de extensiones que se disponga y al tipo de suelo que se encuentre. En la Figura N°4.1 se muestra los tipos de barrenos empleados en una exploración.

4.2.2.2 POZOS A CIELO ABIERTO

Las inspecciones de la formación del subsuelo en su estado natural son muy ventajosas, lo que se puede realizar efectuando excavaciones a cielo abierto a través de los materiales, los materiales expuestos en los pozos deben ser examinadas por ingenieros especialistas.

La inspección directa de un depósito extremadamente variable, puede proporcionar información mas valida de su naturaleza, que la que se puede obtener de muchos sondeos.

4.2.3 MUESTREO

El tipo y la cantidad de muestra que deben obtenerse de una exploración va a depender del programa de ensayos de laboratorio que se van a realizar. Existen cuatro tipos de muestras: muestra inalterada en bloque, muestra inalterada en tubo de pared delgada, muestra alterada en bolsa plástica y muestra alterada en lata

sellada. En todos los casos se debe tener presente que las muestras deben ser representativas del estrato.

Para la obtención de muestras inalteradas es recomendable realizar exploraciones a cielo abierto(calicatas). En la Figura N°4.2 se muestra la secuencia de la obtención de una muestra inalterada labrada a mano.

4.2.4 REGISTROS DE EXPLORACIONES DE CAMPO

Los registros de las exploraciones del subsuelo y de las operaciones de muestreo deben ser claros y precisos. Para una mejor descripción objetiva de los sondeos se prepara un formato especial denominado "Registro de Excavaciones", en este formato debe contener la fecha en que se hizo el trabajo, la localización con respecto a un sistema de coordenadas, la elevación del terreno, la profundidad de los estratos de suelo encontrados, el nivel freático, la clasificación visual de los estratos así como una descripción de las características de los materiales encontrados, la profundidad de la extracción de la muestra, tipo de exploración realizada, equipos y herramientas empleados en la investigación.

El ingeniero que este a cargo de la exploración de campo debe tener siempre presente que detalles aparentemente insignificantes del procedimiento necesario para perforar un suelo y mantenerlo abierto, puede dar una información tan valiosa como la obtenida de las muestras.

4.3 PROGRAMA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

La elaboración de un programa de ensayos de laboratorio dependerá del tipo de proyecto, importancia del proyecto, tipos de suelos encontrados en las excavaciones y al tipo de muestras obtenidas. Para tener un eficiente programa de laboratorio el ingeniero debe tener conocimiento de los ensayos a realizarse para cada tipo de proyecto.

4.3.1 ENSAYOS ESTANDAR

Los ensayos estándar nos proporcionarán información referente al tipo de suelo de cada estrato así como las condiciones de humedad y densidad en las que se encuentran.

4.3.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO

El análisis granulométrico consiste en la determinación de la distribución de las partículas por tamaño en una muestra de suelo, se expresa mediante un gráfico que relaciona el porcentaje acumulado que pasa y el tamaño de la abertura del tamiz.

El ensayo de análisis granulométrico se realiza bajo el procedimiento de la norma ASTM D422. La norma hace referencia a dos tipos de ensayos; el análisis granulométrico por tamizado y el análisis granulométrico por hidrómetro, el primero se realiza a los suelos granulares donde los tamaños varían entre 3" y 0.074 mm; el segundo se realiza a los materiales finos (limos y arcillas) cuyas partículas se encuentran entre 0.074 mm y 0.001 mm de diámetro.

La información que se puede obtener de una curva granulométrica por tamizado es el coeficiente de curvatura y el coeficiente de uniformidad; y de una curva granulométrica por hidrómetro es el porcentaje de arcilla más fino que 0.002 mm el cual se emplea para determinar la actividad de la arcilla.

La precisión de las curvas granulométricas de suelos finos es más discutible que las curvas correspondientes a suelos gruesos. Los tratamientos químicos y mecánicos que reciben los suelos naturales antes de realizar un análisis granulométrico (en especial el ensayo por hidrómetro) suelen dar lugar a unos tamaños efectivos que son muy diferentes de los existentes en el suelo natural. Incluso aunque se pudiera obtener una curva exacta, su valor solamente sería limitado. Si bien el comportamiento de un suelo granular puede relacionarse frecuentemente con la distribución granulométrica, el comportamiento de un suelo cohesivo suele depender mucho más de la historia geológica y de su estructura que del tamaño de las partículas.

4.3.1.2 LIMITES DE CONSISTENCIA

Los límites de Atterberg y los índices que ellos relacionan han constituido unos valores muy útiles para caracterizar los conjuntos de partículas de suelos.

Los límites se basan en el concepto de que un suelo de grano fino solamente puede existir en cuatro estados de consistencia según su humedad. Así un

suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, pasando al añadir agua a los estados semisólidos, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad y los puntos de transición de unos estados a otros se denominan límite de contracción, límite plástico y límite líquido. A partir de estos límites se calculan los siguientes índices: plasticidad, fluidez, tenacidad y de liquidez. La determinación de los límites de consistencia se describe en la norma ASTM D4318

4.3.1.3 CONTENIDO DE HUMEDAD(%)

Una de las propiedades índices más importante de los suelos finos es el contenido de agua o humedad (w), el contenido de humedad de un suelo se define como la relación entre el peso del agua contenida en una muestra de suelo y el peso del suelo secado al horno. El ensayo de determinación del contenido de humedad se describe en la norma ASTM D2216

4.3.1.4 CLASIFICACION DE SUELOS

Debido a que los depósitos de suelos son infinitamente variados. No ha sido posible crear un sistema universal de clasificación de suelos para diferenciarlos en grupos y subgrupos sobre la base de todas sus propiedades índices importantes.

De los muchos sistemas de clasificación de suelos el más usado es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) elaborada por Arthur Casagrande para el cuerpo de Ingenieros del ejercito de los Estados Unidos.

El sistema de clasificación unificado se basa en las propiedades, ya sea de los mismos granos o del material remoldeado; y no consideran las propiedades del material tal como se encuentra en la naturaleza. Son estas últimas las que determinan principalmente el comportamiento del suelo durante y después de la construcción. Es por eso que el sistema de clasificación de suelos puede servir como un punto de partida para la adecuada descripción de los suelos, en las condiciones que se encuentren en el campo.

4.3.2 ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos especiales nos proporcionarán información acerca de la resistencia, compresibilidad y otras propiedades mecánicas de los suelos. También existen gráficas empíricas formuladas en base a los ensayos estándar que nos podrían proporcionar información de resistencia y compresibilidad; pero sin embargo, dichas gráficas se deben utilizar con **cautela** y la información obtenida de ellas se debe considerar como **información tentativa**.

4.3.2.1 ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

La deformación de suelos cohesivos, aún bajo cargas relativamente pequeñas, a sido reconocido como un problema de fundamental interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento, sobre todo en cimentaciones de estructuras en arcillas blandas o limos plásticos.

Los procesos de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), provocados por la actuación de cargas sobre su masa y que ocurre en el transcurso de un tiempo generalmente largo, se denomina procesos de consolidación. La Figura N° 4.3a, muestra el dispositivo del ensayo de consolidación.

El ensayo de consolidación en el laboratorio se hace sobre una muestra que tiene entre 20 y 40 mm de espesor colocado en un anillo confinante de diámetro entre 45 y 113 mm. El aparato puede ser anillo fijo o anillo flotante; el anillo fijo puede utilizarse para medir el coeficiente de permeabilidad de la muestra a medida que se hace el ensayo de consolidación. La ventaja del anillo flotante consiste en que reduce la pérdida por fricción a lo largo de las paredes de la muestra entre el suelo y el anillo y la velocidad del ensayo es cuatro veces mayor.

El ensayo de consolidación se avanza aplicando cargas en una progresión geométrica con una relación incremental, $\Delta P/P=1$ con una secuencia típica de: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600kPa.

Los resultados se presentan gráficamente con una curva que relaciona la relación de vacíos correspondiente a cada incremento de presión con el valor de dicha presión, el diagrama se conoce como curva e-log(p) o curva de compresibilidad (Figura N° 4.4)

4.3.2.2 ENSAYO COMPRESIÓN INCONFINADA

El ensayo de compresión confinada se emplea por ser un método rápido y económico de obtener aproximadamente la resistencia al corte de un suelo cohesivo. El ensayo de compresión confinada puede hacerse con control de deformación unitaria o control de esfuerzos. La Figura N°4.3b muestra el dispositivo del ensayo de compresión

El ensayo de compresión confinada generalmente no proporciona un valor bastante confiable de la resistencia al corte del suelo por las siguientes razones:

- El efecto de la restricción lateral por pérdida de confinamiento.
- La condición interna del suelo, grado de saturación, presión de poros bajo esfuerzos de deformación y alteración del grado de saturación no pueden controlarse.

4.3.2.3 ENSAYO TRIAXIAL

Los ensayos triaxiales, son los que reproducen mejor los esfuerzos de los suelos en las condiciones de campo. Esto se logra en la cámara triaxial, en donde se puede hacer variar tanto el esfuerzo normal y el esfuerzo horizontal. En la Figura 4.3c se muestra el dispositivo del ensayo triaxial.

Existen tres tipos de ensayo triaxial:

- **Ensayo consolidado drenado(CD).**- Se emplea cuando el suelo en el campo, drena relativamente rápido durante la aplicación de la carga, o cuando el suelo tiene tiempo suficiente para drenar bajo la carga aplicada y la resistencia cortante se determinará cuando la presión de poros se haya disipado y el drenaje haya ocurrido.
- **Ensayo consolidado no drenado (CU).**- Este ensayo se utiliza para formular las condiciones de campo donde el estado inicial de carga produzca la consolidación del suelo sin el peligro de fallas, y después de aplicar una segunda carga, suficientemente rápida que resulta en una carga esencialmente no drenada.

- **Ensayo no consolidado no drenado(UU).**- El ensayo se utiliza para medir la resistencia cortante del suelo, cuando la aplicación de las cargas en el campo sea lo suficientemente rápido para prevenir cualquier drenaje significativo y cambio en el contenido de humedad antes de que el suelo falle.

4.3.2.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Estos ensayos fueron dejados de lado en el análisis de esfuerzo después de la segunda guerra mundial, cuando aparecieron las nuevas técnicas de corte triaxial para determinar la resistencia de los suelos en el laboratorio. Sin embargo, es a partir de 1960 que nuevamente se empieza a utilizar al no poder demostrarse técnicamente con la ayuda de ensayos de corte triaxial, la razón de varios deslizamientos producidos en Europa por esa época y para la cual, las correlaciones más confiables resultaron obteniéndose con ensayos de corte directo. La Figura N° 4.3.d muestra el dispositivo del ensayo de corte directo.

El ensayo de corte directo induce la ocurrencia de una falla a través de un plano de localización predeterminado. Sobre este plano actúan dos fuerzas (o esfuerzos), un esfuerzo normal debido a una carga vertical aplicada externamente y un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal. Los resultados se pueden obtener al graficar los valores del esfuerzo de corte máximo contra el esfuerzo normal.

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi$$

donde :

τ	Esfuerzo de corte
c	Cohesión
σ_n	Esfuerzo normal
ϕ	Angulo de fricción.

4.4 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Los suelos de cimentación presentan problemas de asentamiento debido a la aplicación de una carga vertical. Los asentamientos tienen importancia por tres razones, incluso aunque la falla no sea inminente: aspecto, condiciones de servicio y daños a la estructura.

El asentamiento en arcillas pueden estimarse de los resultados de ensayos de consolidación.

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs}$$

donde :

S_t	:	Asentamiento total
S_i	:	Asentamiento inicial
S_{cp}	:	Asentamiento por consolidación primaria
S_{cs}	:	Asentamiento por consolidación secundaria.

En suelos predominantes por arcillas duras, arenas y gravas, el asentamiento total es aproximadamente igual al asentamiento inicial. En arcillas saturadas el asentamiento total es aproximadamente igual al asentamiento por consolidación. En suelos de gran deformabilidad el asentamiento total es aproximadamente igual a la suma de asentamientos por consolidación primaria y consolidación secundaria.

4.4.1 ASENTAMIENTO INICIAL

Se debe al cambio en los esfuerzos cortantes en la masa de suelo. Ocurre con rapidez; el volumen del cuerpo que soporta la carga permanece virtualmente inalterado. A medida que el área cargada se asienta, la superficie alrededor de esta se eleva en una cantidad que equilibra el volumen de hundimiento.

El asentamiento inicial se puede estimar mediante la teoría de elasticidad; asumiendo que el suelo es homogéneo, elástico e isótropo, entre estos suelos se pueden considerar algunas arcillas preconsolidadas o normalmente consolidadas cuando el espesor del estrato no es muy grande.

$$S_i = \frac{qB(1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

donde:

S_i	:	asentamiento probable(cm)
μ	:	Relación de Poisson
E_s	:	Módulo de elasticidad (ton/m ²)
I_f	:	Factor de forma (cm/m)
q	:	Presión de trabajo (ton/m ²)
B	:	Ancho de la cimentación (m)

4.4.2 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA

Se debe a la reducción gradual del volumen de vacíos bajo esfuerzos efectivos variables. Es un cambio lento provocado por los esfuerzos de compresión bajo la influencia de las presiones de poro que resiste una reducción más rápida de volumen. A medida que avanza la consolidación, se disipa la presión de poros, la consolidación primaria comienza justo después de la compresión inicial y termina, por definición, cuando las presiones de poros son insignificantes. La Figura N° 4.5 muestra el procedimiento de obtención de los tramos de consolidación primaria y secundaria. El asentamiento en una arcilla normalmente consolidada ($P_c \leq P_0$) se determinara mediante la siguiente ecuación:

$$S_{cp} = \frac{C_c}{1+e_0} H \log\left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_0}\right)$$

El asentamiento en una arcilla sobre consolidada ($P_c > P_0$) se determinara mediante la siguiente ecuación:

$$S_{cp} = \frac{C_r}{1+e_0} H \log\left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_0}\right) + \frac{C_c}{1+e_0} H \log\left(\frac{P_c + \Delta p}{P_0}\right)$$

donde:

S_{cp}	:	Asentamiento por consolidación primaria.
C_c	:	Índice de compresión, ensayo consolidación
e_0	:	Relación de vacíos inicial
H	:	Espesor del estrato de arcilla (m)
P_0	:	Presión efectiva (ton/m^2)
P_c	:	Presión de preconsolidación (ton/m^2)
ΔP	:	Incremento de presión (ton/m^2)

El valor de C_c se determinará del tramo virgen del ensayo de consolidación, se debe tener muy presente la evaluación apropiada de la historia de esfuerzos del depósito de suelo. La Figura N°4.6 se muestran las curvas de compresibilidad para muestra inalteradas normalmente consolidadas y sobre consolidadas.

Existen relaciones empíricas que emplea propiedades índice para determinar C_c .

$$C_c = 0.009(wl - 10) \dots\dots(1)$$

$$C_c = 0.003(wl + 28) \dots\dots(2)$$

Donde :

wl : Límite líquido(%)

(1) fue presentada por Terzaghi y Peck(1967)

(2) fue determinada en base a una recolección de ensayos de consolidación para la ciudad de Iquitos por el ingeniero Américo Bustamante(1992). Se debe tener muy presente que los valores determinados de estas relaciones solo deben ser empleados como información preliminar y no definitiva.

4.4.3 ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN SECUNDARIA

La causa es la reducción gradual del volumen del suelo bajo esfuerzos efectivos constantes. Esta fase comienza cuando la presión de poros se vuelve aproximadamente cero y se supone que continua para siempre. Se debe a la deformación lenta de los contactos entre las partículas de arcilla, que se encuentran bajo la influencia de los esfuerzos cortantes, creados por un sistema de esfuerzos principales desiguales. Sin embargo se cree que las arenas y otros suelos granulares no están sujetos a consolidación secundaria.

$$S_{cs} = C_a \log\left(\frac{t}{t_0}\right)H$$

donde:

S_{cs} : asentamiento por consolidación secundaria.

C_a : coeficiente de compresión secundaria.

t : tiempo correspondiente a S_{cs}

t_0 : tiempo correspondiente a $S_{cs}=0$

H : espesor del estrato de arcilla (m)

El coeficiente de compresión secundaria adecuado se debe escoger efectuando pruebas de consolidación, donde las muestras primero se lleven al reposo bajo el esfuerzo de sobrecarga natural y luego simular los cambios de esfuerzos que se esperan ocurran en el campo. En la Figura N°4.7 se aprecia el procedimiento de obtención del coeficiente de consolidación secundaria.

4.4.4 PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN

La velocidad de consolidación se puede predecir observando la velocidad de consolidación de una muestra inalterada en una prueba de consolidación. La clave para estimar la velocidad de asentamiento radica en la selección del valor adecuado de C_v (coeficiente de consolidación). La determinación del valor de C_v se puede determinar mediante el método de la raíz cuadrada (Figura N°4.8) y el método logarítmico (Figura N°4.9), el método de la raíz cuadrada suele proporcionar un valor más grande de C_v que el método logarítmico, siendo este último el que se suele preferir. La Figura N°4.10 se presenta las gráficas para la obtención del factor tiempo.

$$C_v = \left(\frac{T_v}{t} \right) H^2$$

donde :

C_v	:	Coeficiente de consolidación
T_v	:	factor tiempo
t	:	tiempo correspondiente al grado de consolidación, U_z
H	:	altura drenada

4.5 ESTABILIDAD

Debido a que la estructura principal de la laguna de estabilización son los diques y además el suelo de sustentación es débil, la estabilidad es un factor determinante. Si el dique se construye demasiado rápido a una altura que exceda el límite de seguridad, fallará el suelo subyacente.

Cuando el suelo natural falla bajo una carga excesiva del dique, por lo general es empujado hacia fuera hasta formar una combadura lineal paralela al pie del dique. Esta combadura también es llamada "onda de lodo" o escurrimiento lodoso debido a que avanza con las olas a medida que avanza la construcción del dique que lo provocó. La Figura 4.11 muestra el mecanismo de falla en la base.

4.5.1 ESFUERZOS CORTANTES BAJO CARGA DE TERRAPLEN

La clave para la solución de los problemas de estabilidad es la magnitud relativa de las fuerzas cortantes producidas por la carga superficial, y la resistencia al cortante debido a la resistencia del suelo. La estabilidad solo se puede lograr si la suma de las fuerzas cortantes que actúan a lo largo de cualquier superficie de deslizamiento

potencial es menor que la resistencia total al cortante que se puede desarrollar a lo largo de la misma superficie.

Los esfuerzos cortantes existen aún antes de la construcción del terraplén. Son provocados por la diferencia entre el esfuerzo de compresión vertical y el esfuerzo de compresión horizontal. En la Figura 4.12 se ilustra la condición de esfuerzos de un elemento de suelo a cualquier profundidad "z" debajo de una superficie de suelo horizontal.

El esfuerzo cortante τ_0 que actúa en planos de 45° respecto a la horizontal, es igual a $0.5\gamma z(1-k_0)$, donde γ es el peso volumétrico del suelo y k_0 el coeficiente de presión lateral en reposo. El valor de k_0 depende del tipo de suelo y de la relación de sobreconsolidación (OCR). Para la mayoría de los suelos y para valores de OCR en el intervalo de 1 a 3, k_0 es aproximadamente a 0.5.

Los esfuerzos cortantes creados por el terraplén, además de los antes mencionados, se puede calcular hasta un cierto nivel de esfuerzos suponiendo que el suelo es elástico. Esta suposición es irreal debido a que el suelo es plástico, lo cual significa que su deformación no varía linealmente con el esfuerzo aplicado. La deformación del suelo se incrementa con el esfuerzo más rápido que lo estipulado por la proporcionalidad y se incrementa sustancialmente con la aplicación del esfuerzo.

Para bajos niveles de esfuerzo, es decir para los esfuerzos que son menores que los provocados que el suelo ceda, las soluciones elásticas proporcionan una buena aproximación de la magnitud y la distribución en el espacio de los esfuerzos cortantes. La Figura 4.13. se presenta la distribución de esfuerzos de corte, provocados por el terraplén.

El esfuerzo provocado por el terraplén $\Delta\tau$ tiene un valor máximo cerca de la profundidad h (igual a un cuarto del ancho de la base). El esfuerzo cortante τ_0 a la profundidad h debajo del eje y que actúa a 45° se encuentra muy cerca del máximo y es igual aproximadamente a $0.25\gamma h + 0.3p$, si τ_0 es menor que la resistencia al corte S_u , los esfuerzos del suelo se encontrara cercanos al pronóstico que dan las soluciones elásticas, pero cuando p se incrementa lo suficiente para hacer que τ_0 sea mayor que el esfuerzo de corte S_u , el suelo cederá.

4.5.2 MECANISMO DE LA FALLA EN LA BASE

Cuando al principio el suelo cede en un volumen relativamente pequeño cerca de la profundidad h no se presenta una deformación perceptible en la superficie; pero si p se incrementa, el volumen del suelo que falla se expande mas allá del área cargada y es en ese momento que sus efectos se hacen evidentes en la superficie del terreno en las etapas finales de este proceso se presentan combaturas, la forma de la combatura se puede explicar en términos de la superficie deslizante. La teoría de la superficie deslizante se encuentra respaldado por abundantes evidencias de campo. Esta teoría condujo a la aceptación general de un mecanismo de falla por medio del cual una masa de suelo se desliza hacia abajo a lo largo de una superficie bien definida. Para facilitar los cálculos, la superficie deslizante se toma por lo común, como parte de un cilindro, representado por un arco circular en sección transversal. En la Figura 4.14, se aprecia la superficie de falla.

4.5.3 METODO DE CALCULO

Los problemas de estabilidad se manejan considerando los diagramas de cuerpo libre, los cuales se componen de secciones transversales de suelo natural y el terraplén con un límite inferior marcando una superficie de deslizamiento potencial. La estabilidad del cuerpo libre depende, de las fuerzas sobre el cuerpo (peso, flotación, fuerzas sísmicas) que tienden a provocar un movimiento descendente y lateral, y en segundo lugar, de las fuerzas sobre el cuerpo (normal y de corte) que actúan a lo largo de la línea de deslizamiento, como resultado del contacto suelo a suelo que resiste el movimiento. El factor de seguridad se cálculo como la relación de fuerzas máximas de resistencia al corte, la cual se debe a la resistencia del suelo a lo largo de la línea de deslizamiento. Este cálculo se repite para varias líneas de deslizamiento supuestas, y de los factores de seguridad calculados, se selecciona el mínimo como el valor aplicable al problema. El diagrama de cuerpo libre correspondiente a este valor mínimo contiene la línea "crítica" a lo largo de la cual es más probable que ocurra el deslizamiento.

Analizando el diagrama de cuerpo libre de la dovela (figura 4.15) aparecen variables que no están sujetas a indeterminaciones estáticas. La fuerza normal N' depende de las fuerzas laterales C_r , C_l , S_r y S_l las cuales no se pueden determinar con la estática. Las tres ecuaciones de equilibrio de la estática, pueden cumplirse en el de una variedad de valores de fuerzas laterales que, en cualquier caso, depende de las propiedades del suelo y de la interacción terraplén-suelo. La dificultad insuperable de la indeterminación estática se supera estableciendo hipótesis razonables, en cuanto a

las fuerzas laterales. Existen varios métodos para resolver los problemas de estabilidad de taludes entre ellos tenemos el método de Fellenius, método de Bishop y el método de Sarma

4.5.3.1 METODO DE BISHOP(SIMPLIFICAD)

En 1956, Bishop(1955) y Janbu(1956) desarrollaron un método de cálculo de estabilidad en el que considera que la resultante de las fuerzas laterales que actúan sobre ambos lados de la dovela es horizontal y el factor de seguridad se calcula mediante.

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n [c' \Delta x + (W - \mu \Delta x) \tan \varphi']_i (1/M_i)}{\sum_{i=1}^n (W \sin \theta)}$$

$$M_i = \left[\cos \theta \left(1 + \frac{\tan \theta \tan \varphi'}{F_s} \right) \right]_i$$

donde :

Fs	:	Factor de seguridad
c'	:	Cohesión del suelo
φ'	:	Fricción interna del suelo
θ	:	Angulo entre la horizontal y la superficie de falla.
Δx	:	Ancho de la dovela
μ	:	presión de poros
W	:	Peso de la dovela.
n	:	Número de dovelas

4.5.3.2 FACTOR DE SEGURIDAD

El valor del Fs, lo afectan varios factores que implican una amplia variedad de alternativas. El factor de seguridad puede variar apreciablemente dependiendo de las investigaciones realizadas y la determinación de los valores de resistencia al esfuerzo cortante para el análisis de estabilidad. El valor del factor de seguridad calculado es particularmente sensible a los siguientes errores de juicio:

- Error al seleccionar el método de prueba del esfuerzo de corte S_u .
- Error al seleccionar el valor del peso volumétrico del terraplén.
- No considerar la anisotropía del suelo.
- Apoyar el cálculo en un círculo que sea diferente al crítico.
- No incluir las fuerzas sísmicas cuando es necesario.
- Hacer una mala selección del método de cálculo.

El informe de F_s , no proporciona por sí misma una apreciación satisfactoria del grado de seguridad; e incluso puede ser engañosa. El informe de F_s debe ir acompañado de una descripción del método del cálculo utilizado y las hipótesis planteadas en cuanto a las cargas y a la resistencia del suelo.

Los factores de seguridad mínimos son de 1.5 y 1.0, para el análisis estáticos y pseudo - estáticos

4.6 MEJORAMIENTO DEL TERRENO

El mejoramiento del suelo se suele denominar frecuentemente estabilización, que, en un sentido más amplio, es la modificación de cualquier propiedad del suelo para mejorar su comportamiento ingenieril. Los métodos de mejora del terreno pueden clasificarse según diversas formas, de acuerdo con la naturaleza del proceso aplicado, el material añadido y del resultado deseado.

4.6.1 ESTABILIZACION SUELO – CEMENTO

La estabilización suelo – cemento no es nueva, parece ser que se utilizó por primera vez en 1917, en Inglaterra, y a pesar del éxito obtenido no tuvo un desarrollo rápido. En los Estados Unidos comenzó su uso en gran escala en 1935 y, desde entonces se ha usado muchísimo, tal vez por los amplios y concienzudos estudios sobre el tema llevados a cabo por la Portland Cement Association.

El suelo-cemento es un material con características propias, compuesto de suelo, cemento y agua; todo ello debidamente compactado, tiene características propias porque sus características no corresponden ni a las de un suelo ni a las de un hormigón; el agua es indispensable en el conjunto para producir la hidratación del cemento, teniendo además las funciones de prestar docilidad al conjunto y de conseguir el grado de compactación adecuado.

Uno de los problemas que se presentan a la hora de hacer un suelo-cemento es saber que suelos son adecuados para dichos propósitos y que condiciones deben reunir un suelo para que se pueda obtener un suelo-cemento.

Se puede afirmar que los suelos orgánicos son absolutamente inadecuados para ser estabilizados con cemento. De todos los demás suelos los ensayos de laboratorio han demostrado que son aptos, desde el punto de vista técnico, para construir un suelo-cemento, el problema estriba si son económicos o no.

Una de las dificultades en la elaboración del suelo-cemento reside en la plasticidad de algunos suelos. Mezclar íntimamente arena y cemento es fácil, pero mezclar un terreno arcilloso muy plástico con cemento es un problema muy distinto.

4.6.1.1 CRITERIOS PARA LA ESTABILIZACIÓN SUELO - CEMENTO

4.6.1.1 ANALISIS DE LA CURVA GRANULOMETRICA

Uno de los criterios utilizados para definir la aptitud de un suelo para su estabilización con cemento se basa en el estudio de la curva granulométrica (figura 4.16).

Si la curva granulométrica corta a la zona 1, el suelo no debe emplearse por contener demasiados finos o demasiados gruesos. Únicamente si estos se eliminan por cribado, el suelo puede utilizarse.

Si la curva corta a la zona 2 podrá utilizarse el suelo siempre que sea sometido previamente a una pulverización con eficacia del 80% como mínimo.

Si la curva corta a la zona 3 puede producirse daños en la maquinaria por la presencia de piedras, a no ser que estas sean blandas o friables.

Si la curva corta a la zona 4 la mezcla con cemento proporcionará un material tanto poroso y permeable cuanto más se acerque a la zona 1 inferior.

Si la curva esta dentro de la zona achurada, el suelo es apto para su mezcla con cemento y tanto más económico resultara cuanto más se aproxime su curva granulométrica a la línea de composición ideal.

4.6.1.2 ANALISIS DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Otro criterio utilizado es mediante la evaluación de los limites de Atterberg; se determinan los límites líquidos y plásticos de la fracción de suelo que pasa por el tamiz Nº40 este suelo vendrá definido por un punto en el gráfico de la figura 4.17.

Si el punto se encuentra en la zona 1 el suelo no debe emplearse por exceso de plasticidad o por falta de elementos ligantes.

Si el punto representativo del suelo se encuentra en la zona 2, podrá emplearse el suelo si se realiza una pulverización previa con una eficacia de 75%.

Si el suelo es tal que su punto representativo cae en la zona 3, puede decirse que, en principio, es apto para su mezcla con cemento, que resultará tanto más económica cuanto más cerca se encuentre el punto de la zona sin numerar, que es la óptima.

Es fácil comprender que la pulverización del suelo cuando se trata de suelos cohesivos y húmedos es un problema extraordinariamente complicado. No obstante todo se puede hacer; aunque en determinados casos la mejora obtenida no se presente con tantas ventajas económicas como en otros casos.

4.6.1.3 ANALISIS QUIMICO

Desde el punto de vista químico los dos factores que deciden si un suelo es adecuado o no para la estabilización con cemento, son el pH y el contenido de materia orgánica.

Se han estudiado experimentalmente la influencia de estos dos factores en la mezcla suelo-cemento y se ha determinado dos valores limitantes pH = 7 y el 1% de contenido de materia orgánica. Un suelo

será adecuado para la mezcla suelo-cemento si el pH se encuentra entre 7 y 12.6, y el porcentaje de materia orgánica sea menor que 1.

4.6.1.2 DETERMINACION DE LA RELACION SUELO - CEMENTO

Tres son los factores fundamentales en el proyecto de mezclas de suelo-cemento: la cantidad de cemento mínima necesaria, la cantidad de agua y la densidad.

La cantidad apropiada de agua y la densidad a que debe compactarse la mezcla se puede determinar mediante la curva humedad-densidad, según un ensayo de compactación, este ensayo se tendrá que realizar lo más rápido posible para evitar que el cemento se hidrate. La resistencia a la compresión toma un valor máximo para un contenido de humedad ligeramente inferior al óptimo en los casos de suelos de arena con limo y un contenido ligeramente superior en el caso de suelos arcillosos.

La técnica americana funda la determinación de la cantidad de cemento mínima necesaria para la construcción del suelo-cemento, en los ensayos de humedad-sequedad y el hielo y deshielo.

Los ingleses siguen un criterio distinto al de los americanos para la determinación de la cantidad de cemento. Para los ingleses el criterio es la resistencia mecánica; hacen ensayos con distintas cantidades de cemento y ponen como límite mínimo de resistencia a 7 días de 250 libras por pulgada cuadrada, o sea 17.5kg/cm^2 , medidos en probetas de 5 cm. de diámetro y 10 cm de altura.

Los franceses precisan más; rebajan esta resistencia mínima a 12.5kg/cm^2 , pero dan también un máximo de resistencia, que es de 25 kg/cm^2 ,

Según el pliego de condiciones del Instituto Eduardo Torroja para la ejecución de suelo-cemento, la dosificación de cemento se realiza por tanteos sucesivos. Para realizar el primer tanteo se fija la dosificación de un modo estimativo de acuerdo con la experiencia para cada tipo de suelo, luego se procede a determinar el próctor de la mezcla suelo-cemento y se comprueba en la figura 4.18, si la dosificación es correcta; si no lo es se corrige en el sentido conveniente hasta conseguirlo.

4.7 PROTECCION DE DIQUES

La importancia de la protección de los diques(perimétricos e interiores), es la de garantizar un funcionamiento óptimo de la laguna durante su vida útil.

Los diques perimétricos deben estar protegidos contra la acción erosiva de las lluvias, las olas y también contra las inundaciones producidas por el aumento de caudal del río Amazonas(épocas de crecidas). Los diques interiores deben estar protegidos contra la lluvia y la acción de las olas dentro de la laguna.

Debido a las limitaciones de los materiales existentes en la zona(arenas finas, limos y arcillas), se debe buscar un sistema de protección que sea eficiente y económico. En la protección de los diques se empleara alvéolos de geotextil (sistema de confinamiento tridimensional).

4.7.1 SISTEMAS DE CONFINAMIENTO TRIDIMENSIONAL

El objetivo del sistema de confinamiento tridimensional es proteger el dique de la erosión, el geotextil actúa como una capa de cobertura que minimiza la acción erosiva del flujo de agua, el material que se emplea como relleno puede ser suelo, arena, agregado, concreto etc., en el Cuadro N°4.1 se presenta propiedades para diferentes sistemas de confinamiento tridimensional.

Cada celda actúa como un pequeño dique que permite pasar al flujo de agua por encima mientras confina el material de relleno disipando así las fuerzas erosivas. Las paredes de la celda neutralizan la formación de flujos evitando el proceso erosivo en vías de desarrollo. La malla tridimensional relleno de suelo natural propicia el desarrollo de la vegetación para cubrir el talud y así formar un anclaje natural en este sistema de estabilización se debe mantener siempre la vegetación verde. La malla tridimensional relleno de concreto pobre forma una superficie resistente a la acción erosiva(lluvias, agua etc.).

4.7.2 DISEÑO

Para el diseño se determinara las propiedades físico-mecánicas de los materiales que se emplearan como relleno en la geocelda. Entre las principales propiedades a determinarse serán: granulometría, límite líquido, límite plástico, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción interna. Se debe conocer también las propiedades de

las diferentes geoceldas para su elección. En la Figura N°4.19 se presenta un diagrama de cuerpo libre de la interacción geocelda-terraplén.

Pasos a seguir para el diseño de sistemas de protección con geoceldas:

1. Determinación de la geometría del terraplén.

- Pendiente (z)
- Altura (h)
- Ancho de corona(b)

2. Determinación de las propiedades físico-mecánicas del material de relleno.

- Densidad (γ)
- Cohesión (c)
- Angulo de fricción (ϕ)

3. Determinación del tipo de geocelda

- Dimensiones de la geocelda, ancho y largo.
- Dimensiones de la celda, ancho y alto.
- Tipo de estaca de anclaje.
- Tipos de tendones.

4. Determinación de los tendones y estacas.

- Coeficiente presión pasiva (K_p)

$$K_p = \frac{(1 + \sin(\phi))}{1 - \sin(\phi)}$$

- Estimación de la longitud de la estaca(L_e)

$$L_e = L_{total} - H_{GC}$$

- Resistencia pasiva

$$P_p = D_e \left(0.5\gamma K_p L_e^2 + 2C\sqrt{K_p} L_e \right)$$

- Resistencia requerida por unidad de área.

$$P = \gamma H_{GC} \sin(\beta) - \gamma H_{GC} \cos(\beta) \tan(\phi)$$

- Espaciamiento de la estaca de anclaje

$$xy = \frac{P}{P_p}$$

- Determinación del tendón

Fuerza de tensión del tendón(F_t)

$$F_t > \gamma H_{GC} x L_{GC} \sin(\beta)$$

CUADRO N°4.1 PROPIEDADES DE DIFERENTES SISTEMAS DE CONFINAMIENTO

(a) Presto Products, Inc., Geoweb®Systems					
Propiedades		Dimensión			
Collapsed size		11 ft. x 5 in. x 8 in.		3.4 m x 13 cm X 20 cm	
Expanded size		8 ft. X 20 ft. x 8 in.		2.5 m x 6 m x 20 cm	
Thickness of HDPE sheet		50 mils		0.127 cm	
Weight		5.7 lb./yd. ²		3.1 kg/m ²	
Cell area		41 in. ²		265cm ²	
Welded seam spacing		13 in.		33 cm	
Welds per seam		7		7	
Seam tensile peel strength		300 lb.		136 kg.	
Coverage		160 ft. ²		15 m ²	
Shipping weight		114 lb.		517 N	
(b) AKZO Inc., Armater®Geomatrix System					
Collapsed panel		39 ft. x 33 ft.		12 m x 10 m	
Expanded panel		52 ft x 5 in		16 m x 13 cm	
Weight/panel		88 lbs		390 N	
Coverage/panel		144 yd. ²		120 m ²	
Cell area		140 in. ²		900 cm ²	
Cell height		4 in.		100 mm	
Geotextile type		Nonwoven Polyester			
Weight		9 oz./yd. ²		300 g/m ²	
Thickness		98 mils.		2.5mm	
Grab strength (ASTM D1682)		310 lb.		1.4 KN	
Grab strength of glued joints (ASTM D1683)		110 lb.		490 N	
Coefficient of permeability		0.35 ft./min		0.18 cm/seg.	
(c) Webtec Inc., Terracell®System					
Expanded dimension		8 ft. x 20 ft.		2.4 m x 6.1 m	
Collapsed dimension		11 ft. x 5 in.		3.3 m x 13 cm	
Cell height		8 in. or 4 in		20 cm or 11 cm	
Weight per panel		111 lbs. or 56 lbs.		500 N or 250 N	
Polymer material		High-Density Polyethylene			
Panel thickness		0.050 in		1.3 mm	
Seam tensile (peel) strength		525 lb. or 252 lb.		2.3 KN or 1.2 KN	
(d) Tenax, Inc., Tenweb®Systems					
Properties	Unit	Tenweb 080	Tenweb 100	Tenweb 200	Tenweb 300
Strip thickness	mil	80	80	80	80
Cell depth	in.	3.0	3.0	3.0	3.0
Cell diameter	in.	3.3	4.5	7.9	11.8
Cell area	in. ²	7.1	13.3	40.8	91.1
Expanded panel	ft.	36.1 x 5.0	36.1 x 6.6	32.8 x 11.5	32.8 x 16.4
Covered surface	yd. ²	19.7	26.3	41.8	59.8
Panel weight	lb.	90	90	90	90
Color		Green	Green	Green	Green

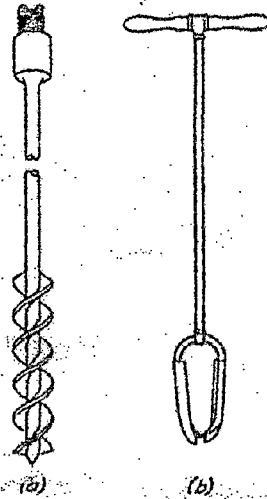


Figura N°4.1.- Tipos de Barrenos, a) Helicoidal y b) Posteadora

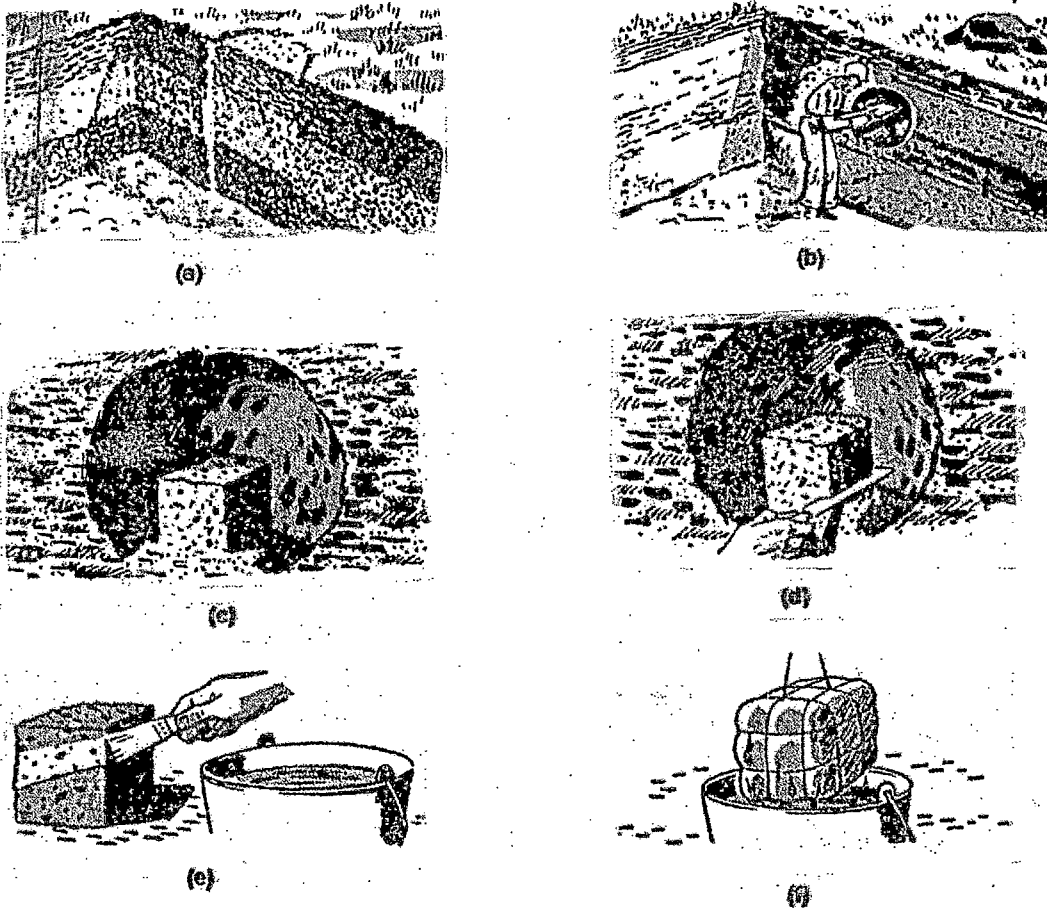


Figura N°4.2.- Preparación de muestra inalterada, a) Excavación a cielo abierto, b) elección del estrato para la extracción de la muestra inalterada, c) tallado de la muestra en forma de cubo, d) extracción de la muestra, e) parafinado de la muestra y f) envuelto con tela y parafinado final.

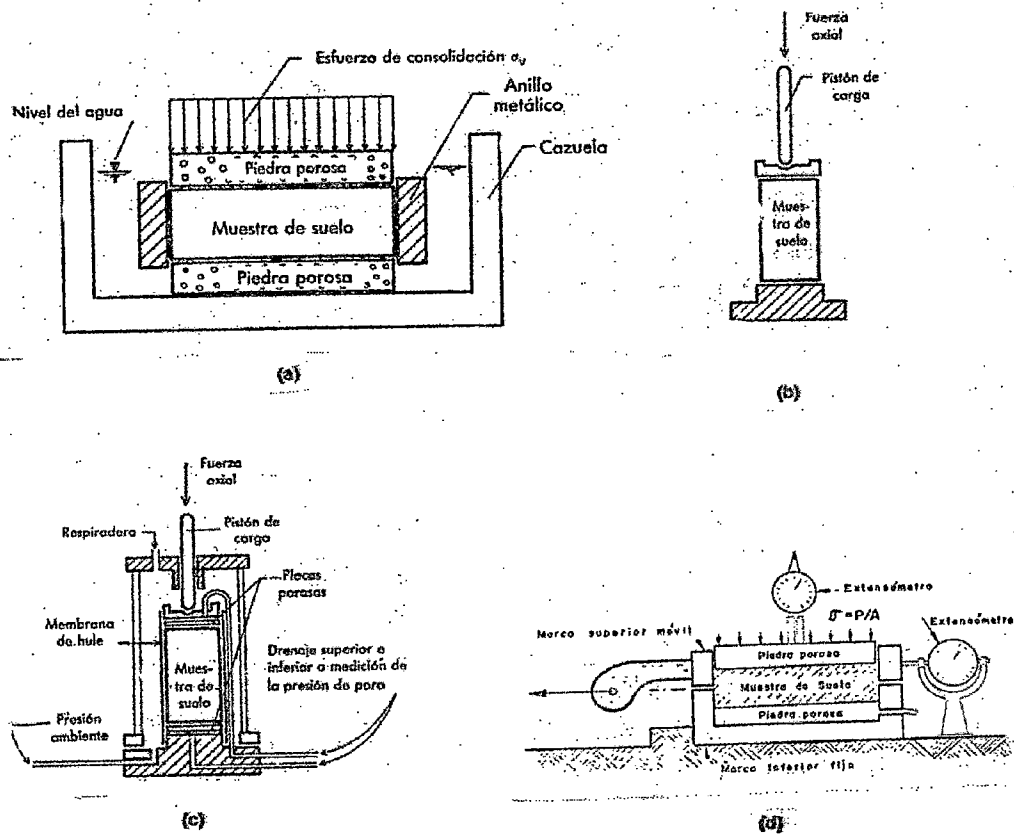


Figura N°4.3.- Dispositivos de ensayos de laboratorio, a) consolidación, b) compresión inconfiada, c) triaxial y d) corte directo

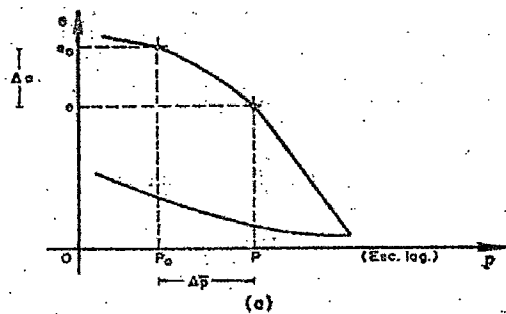


Figura N°4.4.- Curva de compresibilidad e-log(p)

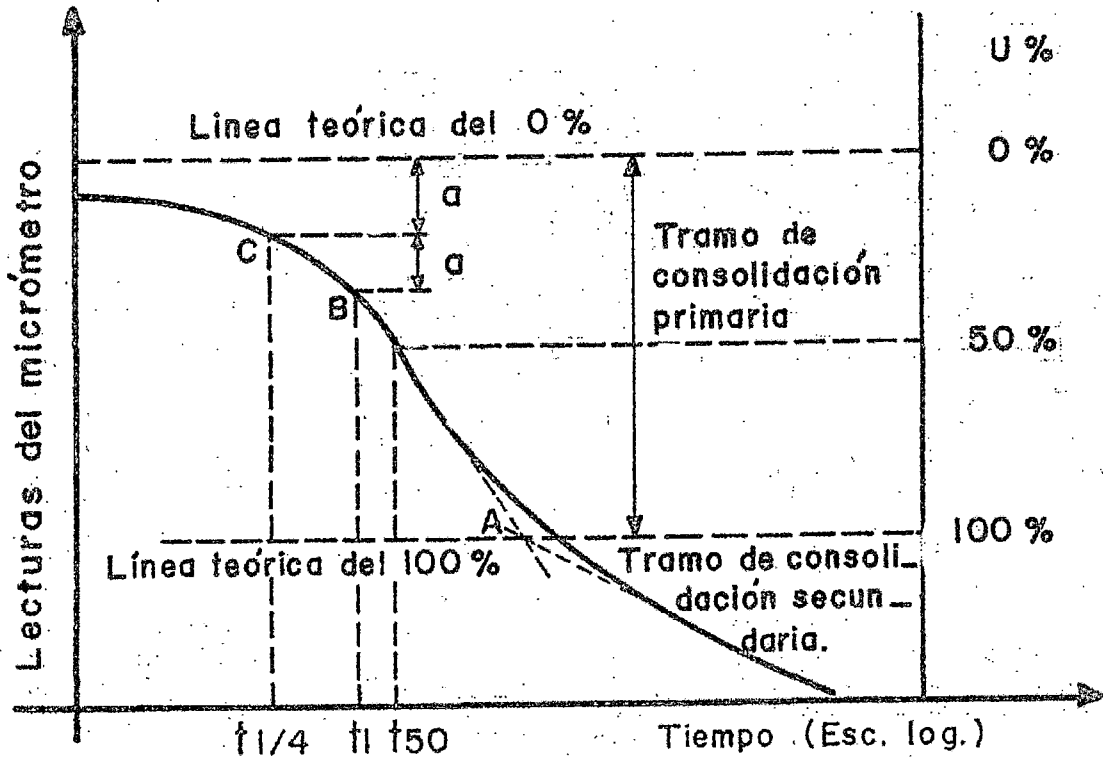


Figura N°4.5.- Determinación de los tramos de consolidación primaria y secundaria

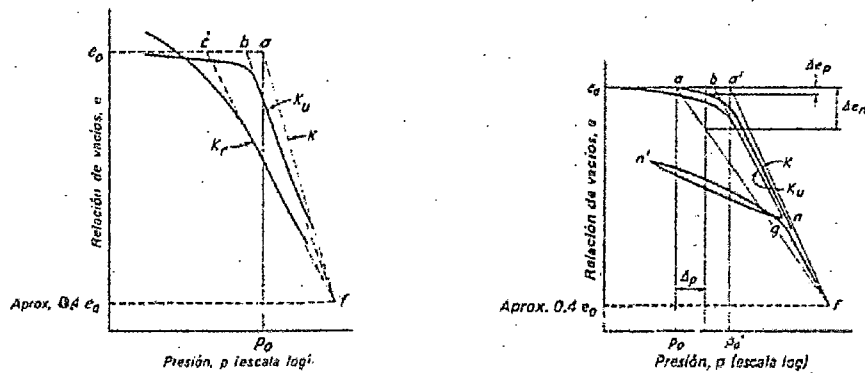
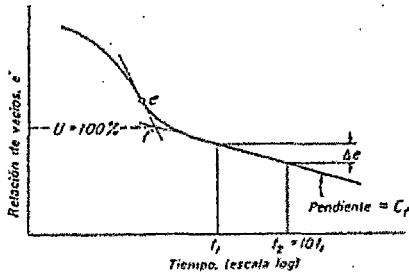


Figura N°4.6.- Curva de compresibilidad $e-\log(p)$ para muestras inalteradas (k_u)
 a) arcilla normalmente consolidada y b) arcilla sobrec consolidada



$$C\alpha = C_v / (1 + e_n)$$

Figura N°4.7.- Coeficiente de consolidación secundaria

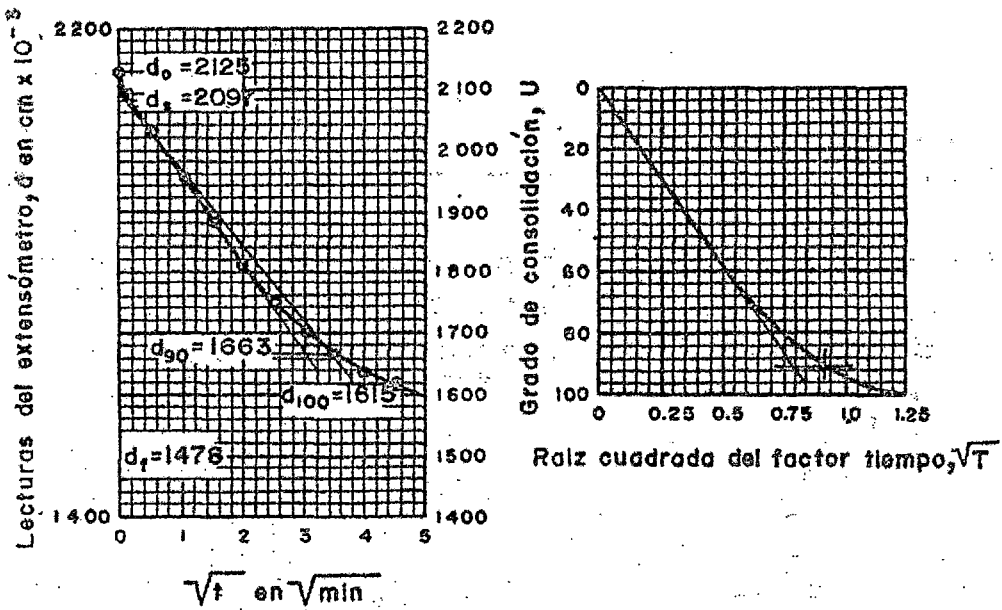


Figura N°4.8.- Método de la raíz cuadrada, determinación del grado de consolidación

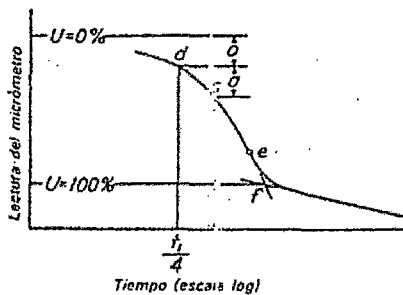
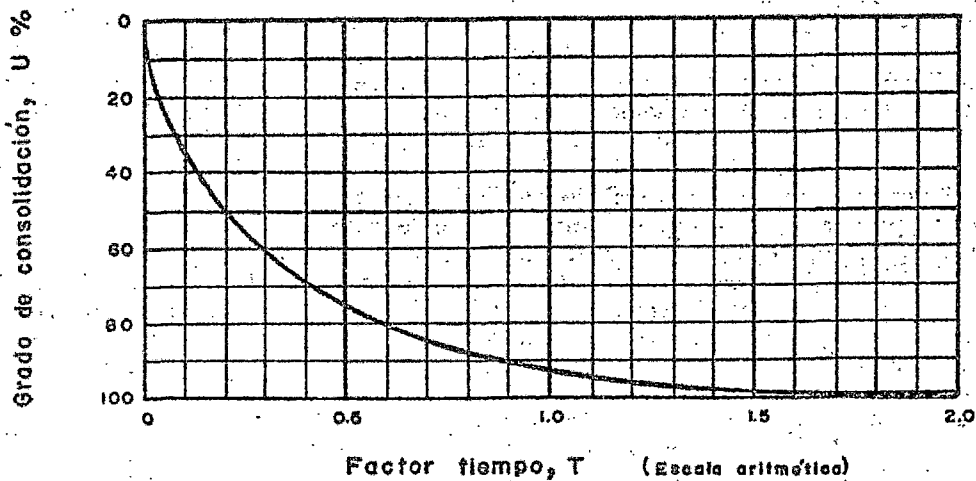
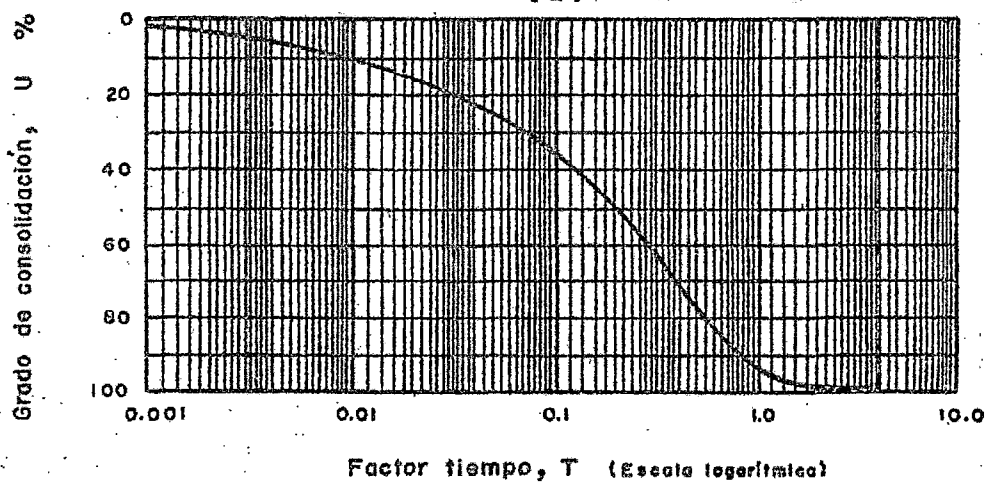


Figura N°4.9 Método logarítmico para determinar el grado de consolidación



(a)



(b)

Figura N°4.10.- Determinación del factor tiempo (T_v) teórico, a) escala aritmética y b) escala logarítmica.

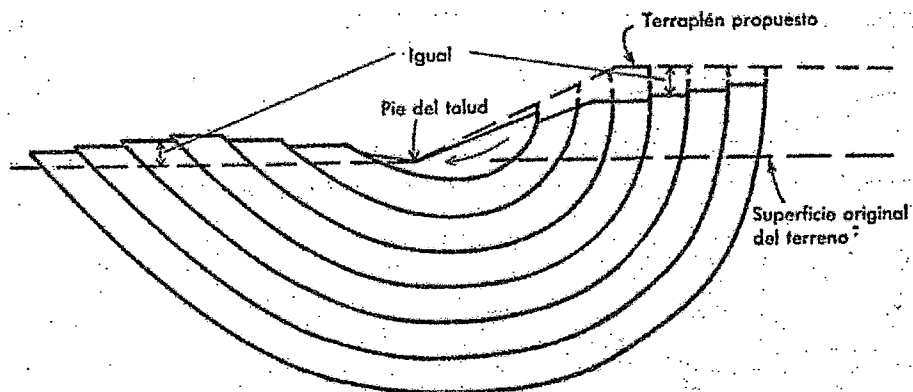


Figura N°4.11 Mecanismo de falla en la base

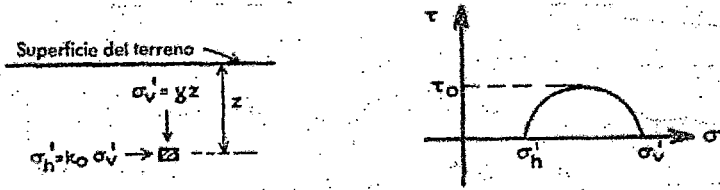


Figura N°4.12.- Condición de esfuerzo del suelo antes de colocar el terraplén

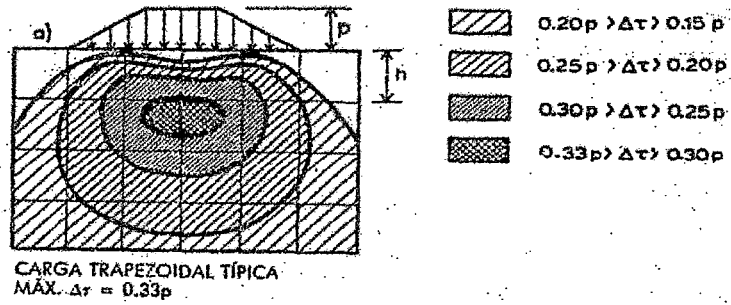


Figura N°4.13.-Distribución de esfuerzos de corte, inducidos por el terraplén

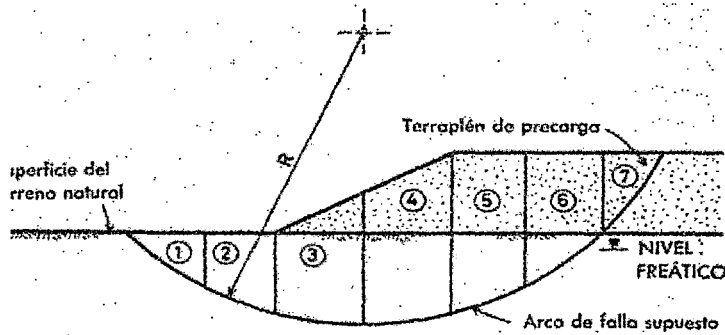


Figura N°4.14.- Superficie de falla del terraplén

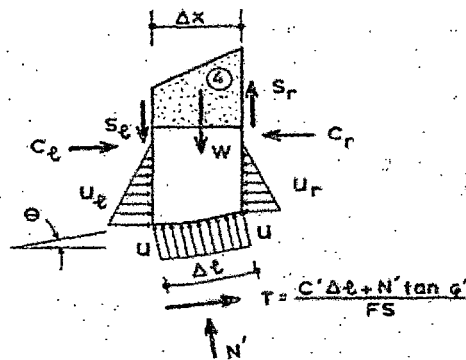


Figura N°4.15.- Diagrama del cuerpo libre de la dovela

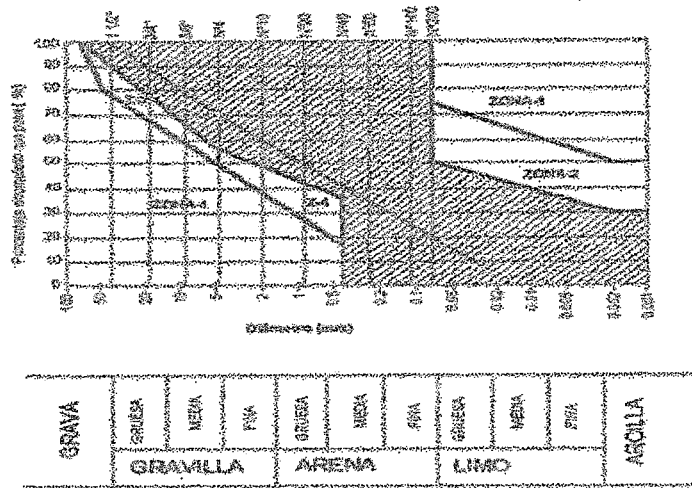


Figura N°4.16.- Curva granulométrica, estabilización suelo-cemento

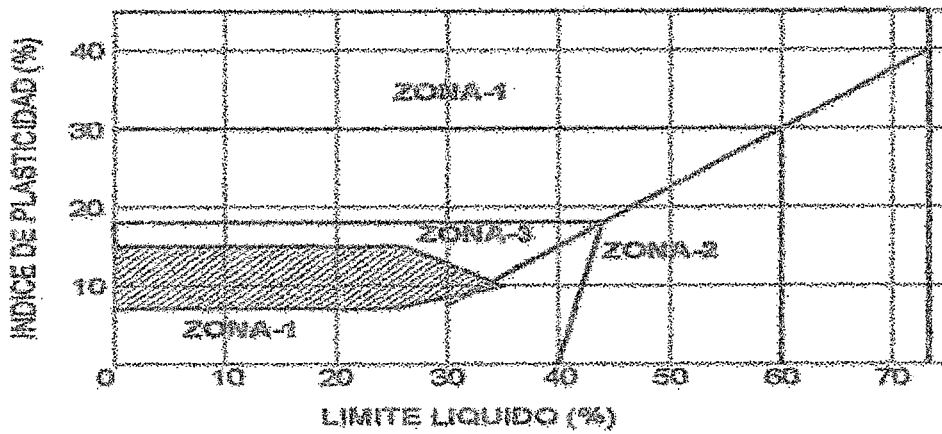


Figura N°4.17.- Limites de Atterberg, estabilización suelo-cemento

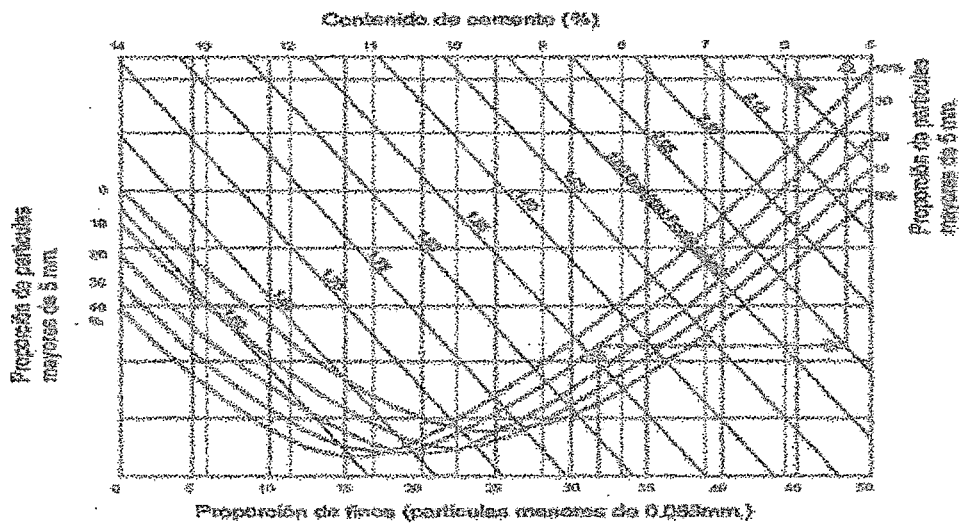


Figura N°4.18 Determinación del porcentaje de cemento, estabilización suelo-cemento

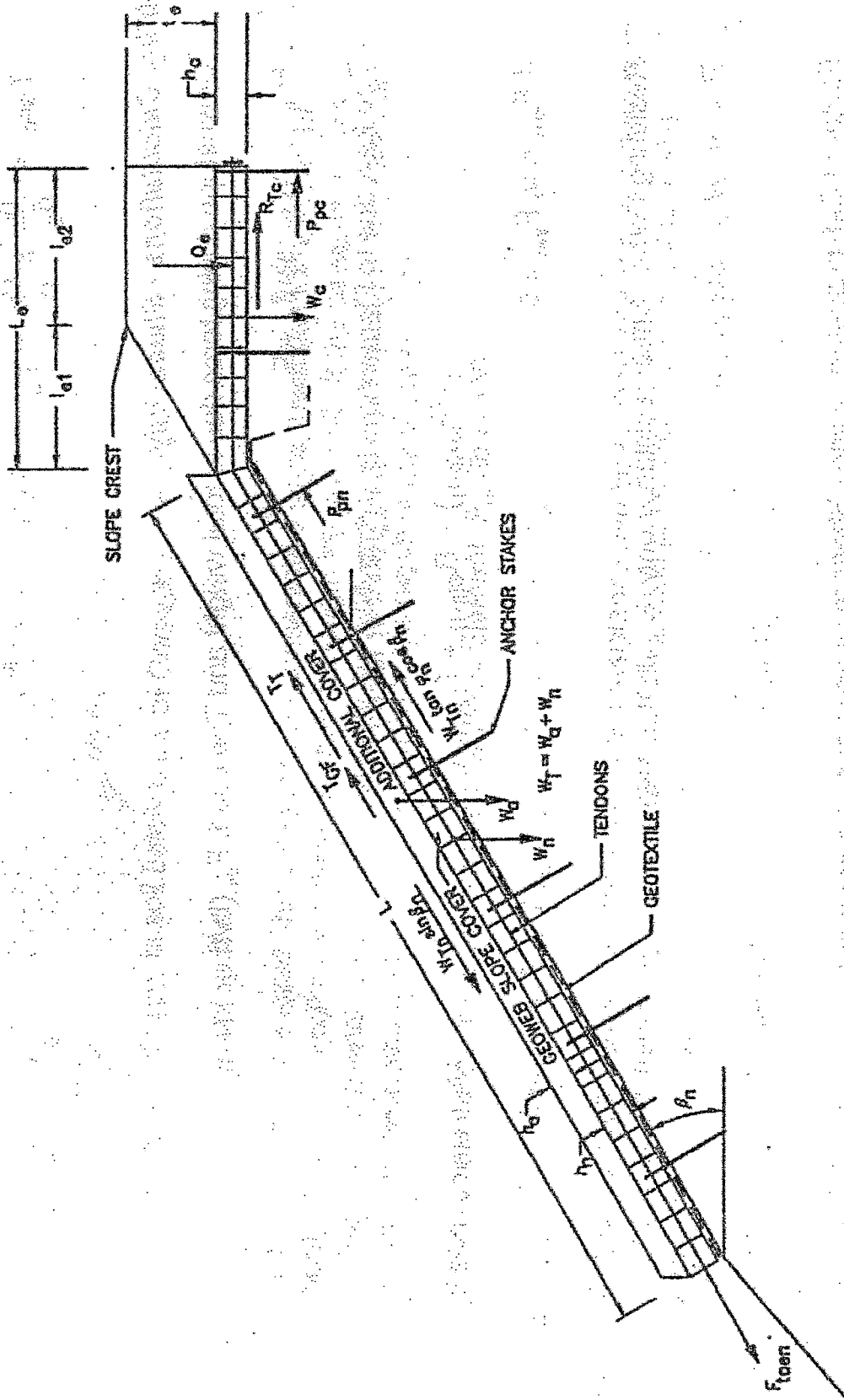


Figura N°4.19 Diagrama de cuerpo libre Geocelda - Terraplén

CAPITULO V

DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION

Para el diseño de la laguna de estabilización, se recopiló la información de las condiciones que presenta la zona y se evaluó los materiales de sustentación y de conformación de los diques, se analizó la estabilidad de los mismos en las condiciones más desfavorables.

5.1 CARACTERISTICAS DE LA ZONA DONDE SE PROYECTA LA LAGUNA

La laguna de estabilización se ubicará en la zona conocida como Moronillos al norte de la ciudad de Iquitos en el distrito de Punchana. Es una zona inundable durante las crecidas del río Amazonas, presenta una topografía relativamente plana con una cota promedio de 92 msnm. Comprende una zona boscosa que presenta meandros de aguas servidas que desembocan en el río Nanay y que provienen de los caños Pinedo Najar y Versalles.

De la evaluación de los datos de niveles máximos y mínimos del río Amazonas para un período de retomo de cincuenta años se han obtenido los siguientes niveles.

Cota máxima de inundación($Tr = 50$ años) : 96.985 msnm

Cota mínima de inundación($Tr = 50$ años) : 90.076 msnm

De los niveles obtenidos y la cota promedio de la zona se puede observar que la laguna se encontrará inundada durante la época de crecidas. Para garantizar un buen funcionamiento de la laguna la cota de coronación de los diques perimétricos deberá ser mayor a la cota máxima de inundación, como se explicara mas adelante.

5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA LAGUNA

La red de agua servidas debe ser dimensionada, considerando que toda la ciudad recibe un abastecimiento continuo las 24 horas. El aporte de la industria y comercio se ha considerado aumentado el caudal resultante en 15%.

Para el diseño de la laguna de estabilización se usara los parámetros más significativos entre ellos: Población, demanda química y coliformes Fecales. En el caso de DBO_5 se ha fijado en 50g/hab.d, El valor de los coliformes fecales se ha asumido 2×10^7 NMP/100ml. En el Cuadro 5.1.- "Resultado de análisis de agua servidas", presenta los análisis de aguas servidas

efectuadas por la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, los que justifican el valor asumido. El Cuadro N°1.4.- "Proyección de la Población por Zonas Urbanas", del cual se obtiene la población de diseño, que corresponde a las zonas A, B, C y D. Debido a que la zona E esta separada de las demás zonas por el río Nanay, no se tomara en cuenta para el dimensionamiento de la laguna. Ver Figura N°1.1 "zonas de consolidación y proyección urbana".

Datos de Diseño

Población (hab)	536,000
Dotación (litros/hab)	180
Carga equivalente (g DBO/hab.d)	50
CF afluente (NMP/100ml)	2×10^7
Temperatura de diseño (°C)	20

Determinación del caudal de diseño

Caudal, Población x dotación (m ³ /d)	= 96,480
Caudal aporte Industria (m ³ /d)	= 14,472
Caudal Infiltración (m ³ /d)	= 38,592
Caudal de diseño (m ³ /d)	= 149,544

Laguna Anaeróbica, Modelo de Vincent

Profundidad (m)	5.0
Carga Orgánica afluente kg DBO/d	26,800
C _o (mg/L)	180.0
C ₁ (mg/L)	90.0

$$90 = \frac{180}{\left(\frac{90}{180}\right)^{4.8} 6\theta + 1}, \text{ donde } \theta \text{ es el tiempo de retención}$$

$$\theta = 4.6 \text{ días}$$

$$\text{Volumen laguna} = 747,720 \text{ m}^3$$

$$\text{Area Laguna} = 14.9 \text{ ha}$$

$$\text{Periodo de deslode} = \frac{747,720}{3 \times 0.04 \times 536,000} = 11.6 \text{ años}$$

$$\text{Eficiencia} = 50\%$$

$$\text{Carga orgánica del efluente} = 13,400 \text{ kg DBO / d}$$

$$\text{CF efluente (NMP/100ml)} = \frac{2 \times 10^7}{1 + 2.6 \times 5} = 1.4 \times 10^6$$

Laguna facultativa, primaria

Profundidad (m) 3.0

$$\text{Carga Orgánica Superficial} = 357(1.085)^{8.59+0.82 \times 20-20} = 536.4 \text{ kg DBO /ha d}$$

$$\text{Carga Orgánica Removida} = 7.67 + 0.8063 \times 536 = 439.8 \text{ kg DBO /ha d}$$

$$\text{Area} = \frac{13,400}{536.4} = 24 \text{na altura de 6.0 m, Volumen} = 747,000 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de retención} = \frac{747,000}{149,544} = 5 \text{ días}$$

$$\text{Periodo de deslode} = \frac{747,000}{3 \times 0.03 \times 536,000} = 15.5 \text{ años}$$

Eficiencia = 82%

Carga orgánica del efluente = 2,412 kg DBO / d

$$\text{CF efluente (NMP/100ml)} = \frac{1.4 \times 10^6}{1 + 3.27 \times 5} = 8.1 \times 10^4$$

$$\text{Eficiencia total} = 1 - (1 - 0.5) \times (1 - 0.82) = 91\%$$

Laguna facultativa, secundaria

Profundidad (m) 3.0

Carga Orgánica efluente = 2,412 kg DBO / d

Asumimos una carga superficial de diseño de 100 kg DBO /ha d

Carga superficial removida = $-0.8 + 0.765 \times 100 = 75.7$ kg DBO /ha d

$$\text{Area} = \frac{2,412}{100} = 24.1 \text{ ha}$$

Volumen = 723,000 m³

$$\text{Tiempo de retención} = \frac{723,000}{149,544} = 4.8 \text{ días}$$

$$\text{Periodo de deslode} = \frac{723,000}{3 \times 0.03 \times 536,000} = 15.0 \text{ años}$$

Eficiencia = 75%

$$\text{CF efluente (NMP/100ml)} = \frac{1.0 \times 10^5}{1 + 3.27 \times 5} = 4.6 \times 10^3$$

$$\text{Eficiencia total} = 1 - (1 - 0.5)(1 - 0.82)(1 - 0.75) = 97.8\%$$

Afluente final

DBO afluente (mg/L)	3.96
CF afluente (NMP/100ml)	4.6×10^3
Eficiencia (%)	97.8

Para que el sistema de tratamiento sea optimo, la laguna debe ser menor de 15 hectáreas, debido a esto el sistema de tratamiento estará compuesto por dos lagunas aeróbicas de 7.5 hectáreas cada uno y cuatro lagunas facultativas de 12.5 hectáreas cada uno en serie. Debido a que las lagunas son grandes (mayores de dos hectáreas). se recomienda que el borde libre sea mayor de 1.0 m, por lo tanto la cota de coronación de la laguna será de 98.000 msnm y el talud de los diques internos y externos se asumirán en 1.5H:1V

Las lagunas anaeróbicas tendrán un periodo de deslode de 11 años y las lagunas facultativas tendrá un periodo de deslode de 15 años.

5.3 EVALUACION GEOTECNICA DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION

Una vez determinada las dimensiones y ubicación de la laguna de estabilización de aguas servidas, se evaluará las características geotécnicas del material de sustentación de la laguna, así como también las características del material que conforman los diques de la laguna.

5.3.1 EVALUACION DEL SUELO DE SUSTENTACION

Las investigaciones de campo se realizaron mediante pozos a cielo abierto (calicatas), también se empleo barrenos en las zonas que presentaron dificultad en las exploraciones manuales, el número de exploraciones realizadas fue de 14, distribuidas en la laguna. La profundidad de las exploraciones alcanzó 4.0 m. En el cuadro N°5.2.- "Relación de prospecciones efectuadas", se presenta la Identificación, profundidad, Nivel freático, cota y ubicación(coordenadas) de cada calicata y en el plano MS-02.- "Ubicación de calicatas", presenta la ubicación de las calicatas en la zona de la laguna de estabilización.

Una vez terminada la excavación de la calicata se determinó la potencia de los estratos así como una descripción y clasificación visual del material, anotándose en un formato denominado registro de excavaciones(ver Anexo I), luego se procedió a la obtención de muestras disturbadas e inalteradas dependiendo del tipo de ensayo a efectuarse.

5.3.1.1 INVESTIGACION DE LABORATORIO

Se programaron ensayos estándar con la finalidad de determinar la composición granulométrica y plasticidad de las muestras obtenidas. También se programaron ensayos químicos, corte directo, comprensión simple y de consolidación.

De los ensayos estándar se puede apreciar que todas las muestras presentan partículas de tamaños menores de 5 mm correspondientes a los siguientes tipos de suelos: Arcilla de alta compresibilidad(CH) con porcentajes de finos(pasa la malla N°200) variables entre 88 a 99%, arcilla de baja compresibilidad(CL) con porcentajes de finos(pasa la malla N°200) variables entre 78 a 80%, arena arcillosa con porcentaje de finos(pasa la malla N°200) de 36% y arena pobremente graduada con porcentaje de finos(pasa la malla N°200) de 4%. En el Cuadro N°5.3.- "propiedades índices de los suelos", presenta un resumen de las propiedades índices más importantes de los suelos encontrados en las excavaciones, del cual se aprecia que el suelo predominante es la arcilla de alta compresibilidad(CH).

A las muestras de arcilla inalterada se le efectuaron ensayos de compresión inconfiada, corte directo y consolidación. Se ha recopilado información de ensayos triaxiales (UU) de los cuales se observa valores que varían desde 0.30kg/cm^2 a 0.9kg/cm^2 , dependiendo de las condiciones de humedad y de densidad. Del ensayo de corte directo se determinó un ángulo de fricción interna ϕ de 18° y una cohesión de 0.5kg/cm^2 . El Cuadro N°5.4.- "Resultado de Ensayos Químicos", se presenta los resultados de ensayos de Sulfatos, Cloruros y pH, de los resultados obtenidos se puede concluir que no se presentara ataque al concreto. El Cuadro N°5.5.- "Resultados de los ensayos especiales", se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de consolidación, ensayo de corte directo y ensayo triaxial (UU), de los resultados del ensayo de consolidación unidimensional se aprecia que el suelo se encuentra sobreconsolidado ($P_0 < P_c$).

5.3.1.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Para una mejor apreciación de los materiales involucrados se integrara los resultados parciales obtenidos en las excavaciones y en los ensayos de laboratorio.

Si bien es cierto las excavaciones efectuadas presentan una estratigrafía puntual, la integración de las diferentes calicatas, permite evaluar los diferentes horizontes de suelos e identificar mantos de materiales homogéneos de longitud infinita. En el plano MS-03.- "Perfil estratigráfico", presenta el perfil estratigráfico asociado a la laguna de estabilización, del cual se puede apreciar que superficialmente se presenta una cobertura de material turboso (máximo 0.30 m), seguido de arcilla de alta compresibilidad y a mayor profundidad se presenta arena saturada, también se observa que el estrato de mayor potencia es la arcilla (CH).

5.3.1.3 SECTORIZADO

Analizando los datos y observaciones realizados en campo y laboratorio se puede determinar que existen dos sectores bien definidos en el área donde se proyecta la laguna de estabilización.

El primer sector corresponde a la zona que presenta un nivel freático promedio de 2.50 m de profundidad y presenta una consistencia media a semidura.

El segundo sector corresponde a la zona donde el nivel freático es superficial y el material presenta una consistencia blanda a muy blanda en estado saturado, esta zona se caracteriza por la densa vegetación que mantiene el agua superficial durante todo el año, se estima que esta zona representa aproximadamente 25% del área de la laguna.

5.3.1.4 PARAMETROS DE DISEÑO

Analizando los resultados de los ensayos de laboratorio y considerando el sectorizado se ha determinado emplear los parámetros de diseños:

El primer sector presenta una consistencia media a semidura y la humedad se encuentra por debajo de la saturación, considerando las condiciones descritas asumiremos que el ángulo de fricción es 8° y la cohesión es 1.0 kg/cm^2 .

El segundo sector presenta nivel freático superficial y presenta una consistencia de blanda a muy blanda en estado saturado, considerando las condiciones descritas, asumiremos que el ángulo de fricción es 1° y la cohesión es 0.25 kg/cm^2 . El cuadro N°5.6 " Parámetros de diseño – suelo de sustentación", presenta los valores de los parámetros asumidos.

5.3.2 DETERMINACION DEL MATERIAL QUE CONFORMARA LOS DIQUES

Los materiales disponibles en la zona del proyecto son las arcillas de alta plasticidad (CH), limos de baja plasticidad (ML) producto de la sedimentación del río Amazonas, arena fina pobremente graduada(SP) provenientes de las canteras que se encuentran ubicados en la carretera Iquitos-Nauta.

Para determinar el tipo de material que se empleará en la construcción de los diques, se analizaron varias posibilidades entre las cuales destacan.

- Arcilla de alta plasticidad(CH), es el material predominante en la zona, presenta una alta plasticidad y humedad superior al óptimo contenido de humedad, debido a las condiciones locales(temperatura), la arcilla sé fisura debido a la pérdida de humedad y presenta un alto grado de expansión y contracción, debido a estas características la arcilla no es un buen material para la construcción de los diques de la laguna de estabilización.
- Siendo la arcilla el material más abundante de la zona, se buscó estabilizarlo disminuyendo los límites de consistencia y aumentando las propiedades mecánicas. Se trató de mezclar 80% de arcilla y 20% de arena, se descarto esta posibilidad debido que en condiciones naturales no se puede obtener una mezcla óptima.
- La alternativa más viable que se presenta es la utilización del material del sedimento del río Amazonas (ML), el inconveniente que presenta este material es que es muy erosionable. Para poder emplear este material se le estabilizará mediante un suelo-cemento.

Para una mayor viabilidad del proyecto los núcleos de los diques se conformarán de limo y se cubrirá con una capa de material estabilizado, el objetivo es disminuir el costo del proyecto.

5.3.2.1 ESTABILIZACION SUELO – CEMENTO

Se efectuaron ensayos estándar al material que se empleará en la mezcla suelo-cemento, con la finalidad de determinar el método que nos permita obtener el porcentaje óptimo de cemento a emplearse. En el cuadro N°5.7.- "Análisis granulométrico por sedimentación", presenta la granulometría de la arcilla y limo.

Al analizar la curva granulométrica de la arcilla y el limo se determinó que el limo es apto para la estabilización. En la gráfica N°5.1.- "Mezcla suelo-cemento", se ha graficado la granulometría de la arcilla y el limo, del cual se puede apreciar que la arcilla(CH) se encuentra en la zona 1 y no debe emplearse en la estabilización por contener demasiados finos, el limo(ML) se encuentra en la zona sin achurar y en la zona 2, el material es apto para la estabilización.

Al determinar el porcentaje teórico de cemento, que nos sirva de partida para la realización de los ensayos de laboratorio, se trato de emplear el ábaco de la Portland Cement Association (Figura N°4.18). No se realizó debido a que el ábaco utiliza como valores de entrada el peso volumétrico seco y el porcentaje de partículas menores de 0.05 mm (máx 50%), en nuestro caso el porcentaje de partículas menores de 0.05 mm es 64.5%.

Debido a las dificultades encontradas se empleará el criterio francés que se basa en la resistencia mecánica, para lo cual se hacen ensayos con distintas cantidades de cemento y se pone como límite mínimo la resistencia a siete días de 12.5kg/cm² y una resistencia máxima de 25 kg/cm².

Se programó una serie de ensayos para determinar el porcentaje de cemento en la mezcla, en primer lugar se evaluó la densidad seca, mediante el ensayo próctor estándar, este valor nos permitió preparar probetas para los ensayos de compresión confinada y triaxial. El Cuadro N° 5.8.- "Resultados de ensayos especiales, material de dique", se presentan los resultados de los ensayos triaxial, permeabilidad y Proctor. El Cuadro N° 5.9.- "Resultados de ensayos de compresión", se presentan los resultados de los ensayos de compresión para diferentes edades de curado y porcentajes de cemento. En la gráfica N°5.2 " Resultados de los ensayos de compresión", se presentan un resumen de las curvas de compresión para diferentes porcentajes de cemento, del cual se puede apreciar que si empleamos el criterio francés el porcentaje de cemento para la estabilización varia entre 4% a 6%,

También se efectuaron ensayos de corte directo con la finalidad de determinar las propiedades de resistencia en el Cuadro N°5.10.- "Resultados de ensayo de corte directo", se presentan los valores de ángulo de fricción y cohesión para diferentes porcentajes de cemento. La Gráfica N°5.3.- "Análisis de los ensayos de corte directo", se han graficado el porcentaje de cemento con la cohesión y el ángulo de fricción.

De los ensayos realizados se determino que el porcentaje de cemento a utilizarse es de cinco por ciento.

5.3.2.2 PARAMETROS DE DISEÑO

Analizando los resultados de los ensayos especiales se observa que los diques serán impermeables debido a su baja permeabilidad (5.16×10^{-8} cm/sg) y al taponamiento por los lodos sedimentados. Para efectos de diseño se empleara los Parámetros mostrados en el Cuadro N°5.11 "Parámetros de Diseño – Diques".

5.4 EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DE LA LAGUNA

El cálculo de estabilidad de los diques se ha efectuado en el caso más desfavorable, es decir la altura del dique más grande (diques externos), en el caso de vaciado rápido (después de una crecida del río Amazonas). El caso de vaciado rápido de la laguna misma durante la limpieza debe estar evitado.

Las características de base elegida del dique (diques mas altos) son las siguientes:

Cota de cresta: 98.075 msnm.

Cota máxima de agua: 97.000 msnm.

Cota nivel de inundación: 96.985 msnm.

Cota promedio del suelo: 91.5 msnm.

Cota de fondo de la laguna de estabilización: 92.000 msnm.

Ancho cresta: 3.0 m.

Pendiente del talud (interior exterior de la laguna): 1.5/1

Se considerara una sobrecarga(vehículos) de 1tn/m^2 .

La línea de saturación en el cuerpo del dique representa la línea trazada a partir de la parábola de Kozeny.

Las características tomadas en cuenta de los materiales de fundación y del material que conformara los diques son:

Relleno compactado al 95 % de la máxima densidad seca del ensayo proctor estándar

Suelo-Cemento (5% cemento)

Cohesión: 12KN/m^2

Angulo de fricción interna: 30°

Peso específico seco: $\gamma = 15.9 \text{ KN/m}^3$ a 16.7 KN/m^3

Peso específico húmedo: $\gamma = 19.6 \text{ KN/m}^3$

Limo

Cohesión: 14.7KN/m^2

Angulo de fricción interna: 26°

Peso específico seco: $\gamma = 15.9 \text{ KN/m}^3$ a 16.7 KN/m^3

Peso específico húmedo: $\gamma = 19.5 \text{ KN/m}^3$

Suelo de cimentación

Sector I

Cohesión: 98KN/m^2

Angulo de fricción interna: 8°

Peso específico húmedo: $\gamma = 18.8 \text{ KN/m}^3$

Sector II

Cohesión: 24.5KN/m^2

Angulo de fricción interna: 1°

Peso específico húmedo: $\gamma = 17.8 \text{ KN/m}^3$

Los cálculos han constituido en una búsqueda de los círculos de deslizamiento con el más débil coeficiente de seguridad. Se ha empleado el programa "PCSTABL", y se empleara el método de Bishop Simplificado, el programa ejecuta iteraciones y cálculos sucesivos hasta calcular el circulo con el más débil coeficiente de seguridad.

Se han determinado el factor de seguridad 1.50 para el caso I, "vaciado rápido durante el mantenimiento de la laguna, época de estiaje" y un factor de seguridad de 1.58 para el caso I "vaciado rápido, después de la inundación del río Amazonas. El grafico N° 5.4.- "Análisis de los factores de seguridad", presenta un resumen de los factores de seguridad determinados.

5.4.1 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Considerando que la estructura principal es el dique, se determinó el valor del asentamiento esperado del estrato de arcilla CH que se encuentra superficialmente

de potencia variable de 2.5 metros a más; para el análisis se asumirá que la profundidad del estrato es de 6 metros, seguido de un estrato de arena arcillosa a pobremente graduada de una potencia aproximada de 7 metros.

De los ensayos realizados y recopilados se determinaron los parámetros necesarios para calcular el asentamiento en los dos sectores determinados. La Gráfica N° 5.5.- "Calculo de asentamientos - sector I" y la Grafica N°5.6.- "Calculo de asentamiento - sector II", presentan los asentamientos determinados para diferentes estratos

5.5 PROTECCION DE DIQUES

En la protección de los diques de la laguna se empleara el sistema de confinamiento celular GEOWEB, existen varios tipos dependiendo de la sección de la celda, altura celda y las dimensiones del GEOWEB. El Cuadro N°5.12.- "Ancho, longitud y área nominal de la celda" y el Cuadro N° 5.13.- "Características importantes del geoweb", presentan los diferentes tipos de Geoweb entre los cuales se elegirá el que se empleará.

El diseño se realiza mediante tanteos, para el primer tanteo se empleara el GEOWEB GW40V, debido a que tiene la mayor dimensión; este tipo de GEOWEB presenta diferentes alturas de Celda (76mm, 102mm, 152mm, 203mm), para este primer tanteo se utilizará una altura de celda de 75 mm y como material de relleno se empleara concreto.

Determinación de los Tendones y estacas.

$$Kp = \frac{1 + \sin(30)}{1 - \sin(30)} = 3.0$$

Longitud total de estaca = 750 mm.

Longitud efectiva de estaca = 675 mm.

Diámetro de la estaca = 12 mm

Resistencia Pasiva

$$Pp = 12/1000 \times (0.5 \times 19.5 \times 3 \times 0.675^2 + 2 \times 20.6 \times \sqrt{3} \times 0.675) = 0.58 \text{ KN}$$

Resistencia Requerida

$$P = 20.6 \times 75 / 1000 \times (\sin(33) - \cos(33) \times \tan(30)) \times 1.5 = 0.20 \text{ KN/m}^2$$

Espaciamiento de la estaca de anclaje

$$xy = \frac{0.58}{0.20} = 2.89 \text{ m}^2$$

si $x=0.813$ m entonces $y= 3.55$ m

Número de estacas (perímetro del dique)= $2+ 24.6/3.55 = 8.9$ (usar 9)

Número de estacas por metro lineal de dique = $9/0.813 = 11.1$ estacas/m

Elección del tipo de tendón a emplear

Resistencia = $0.20 \times 0.813 \times 24.6 = 4.0$ KN

Tendón tipo TP-67, diámetro 19 mm, resistencia mínima de rotura de 6.7 KN

Se ha verificado que el Geoweb elegido cumple con el diseño.

Los diques perimétricos recibirán protección del Geoweb. Esta protección debe asegurar la perennidad del dique en caso de olas importantes en relación con una subida rápida del nivel de aguas fuera de la laguna y por otra parte de las lluvias. Los diques internos estarán protegidos en la parte superior, desde la cresta hasta la cota 94.0 msnm. El plano MS-04 .- "Sección típica – dique", se presenta los detalles del sistema de protección.

CUADRO Nº- 5.1.- RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA SERVIDAS

Ubicación : Caño Pevas
 Fecha : del 23 al 31 de mayo de 1996
 Muestra : agua de desagüe

Fecha de Muestreo	23.05	25.05	26.05	28.05	29.05	30.05	31.05
pH	6.71	6.74	6.52	6.28	6.36	6.83	6.07
Conductividad uS	380	248	305	263	387	355	440
NH ₄ - N nitrógeno amoniacal mg/L	11.2	11.2	8.4	11.2	14	12.6	15.4
Fosfato PO ₄ mg/L	7.6	11	11	11	11	12	12
DBO ₅ mg/L	150	180	160	150	190	190	170

Fuente: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

CUADRO N°5.2.- RELACION DE PROSPECCIONES EFECTUADAS

Nº	IDENTIFICACION Y PROFUNDIDAD	NIVEL FREATICO (m)	COTA msnm	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
01	C-1 :IQ (4.00 m.)	3.40	92.0	693131	9589713
02	C-2:IQ (4.00 m.)	3.50	91.5	693716	9589875
03	C-3:IQ (4.00 m.)	N.P.	91.9	693280	9589392
04	C-4:IQ (3.20 m.)	3.00	92.0	693419	9589598
05	C-5:IQ (4.0 m.)	4.00	92.5	693607	9589669
06	C-6:IQ (400 m.)	N.P.	91.0	693437	9589338
07	C-7:IQ (2.30 m.)	1.90	92.5	693576	9589363
08	C-8:IQ (4.00 m.)	3.20	92.0	693886	9589627
09	C-9:IQ (4.00 m.)	3.00	91.5	694225	9589770
10	C-10:IQ (3.20 m.)	0.00	92.0	693860	9589461
11	C-11:IQ (4.00 m.)	2.60	91.1	693436	9589064
12	C-12:IQ (2.50 m.)	2.00	90.9	693441	9589040
13	C-13:IQ (4.00 m.)	3.00	92.0	693959	9589332
14	C-14:IQ (3.00 m.)	0.00	92.5	694337	9589515

CUADRO Nº5.3.- PROPIEDADES INDICES DE LOS SUELOS

Nº	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	W (%)	Pasa la Malla Nº200	L.L. (%)	L.P. (%)	SUCS
01	C-1	M-1	0.30-4.00	32.0	97.8	51.2	27.4	CH
02	C-2	M-1	0.30-2.60	29.2	99.7	63.4	30.9	CH
03	C-3	M-1	0.20-2.50	28.2	98.8	52.9	23.7	CH
04	C-4	M-1	0.30-2.50	33.2	98.9	52.8	24.1	CH
05	C-5	M-1	0.20-2.70	29.8	98.2	66.5	31.4	CH
		M-2	2.70-3.40	33.7	80.5	40.0	21.3	CL
06	C-6	M-1	0.20-2.60	27.3	95.3	56.4	16.8	CH
		M-2	2.60-3.50	28.2	83.5	40.3	21.8	CL
		M-3	3.50-4.00	16.7	4.1	-	NP	SP
07	C-7	M-1	0.30-1.60	30.2	98.8	65.6	31.6	CH
		M-2	1.60-2.70	38.8	97.3	57.9	29.1	CH
		M-3	2.70-4.00	54.6	96.6	57.8	26.7	CH
08	C-8	M-1	0.40-3.00	66.1	93.7	66.1	27.5	CH
09	C-9	M-1	0.00-0.20	25.2	78.4	37.6	18.6	CL
		M-2	0.20-4.00	34.0	99.5	56.3	27.5	CH
10	C-10	M-1	0.10-4.00	29.0	96.4	50.0	26.7	CH
11	C-11	M-1	0.10-2.20	31.2	99.8	56.1	29.1	CH
		M-2	2.20-2.60	24.1	36.4	25.4	14.8	SC
		M-3	2.60-3.20	19.4	4.8	-	NP	SP
12	C-12	M-1	0.30-1.70	29.3	99.2	68.7	27.1	CH
		M-2	1.70-2.50	39.5	75.1	34.2	22.4	CL
		M-3	2.50-3.50	22.6	4.8	-	NP	SP
13	C-13	M-1	0.30-3.00	68.4	98.7	69.2	27.2	CH
14	C-14	M-1	0.30-1.20	31.0	98.6	51.2	27.4	CH
		M-2	1.20-2.60	42.0	97.4	53.0	26.0	CH
		M-3	2.60-4.00	65.4	98.7	69.2	27.2	CH

Fuente : "Laboratorio Nº2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

CUADRO N°5.4.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

Calicata	Prof. (m)	SUCS	Sulfatos (%)	Cloruros (%)	pH
C-6	1.50	CH	0.0013	0.0022	6.8
C-7	1.50	CH	0.0067	0.0025	4.6
C-13	1.50	CH	0.0021	0.0016	6.9

Fuente : "Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

CUADRO N°5.5.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS ESPECIALES – SUELO DE SUSTENTACION

Calicata	Prof. (m)	Humeda d (%)	γ_d (gr/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	e_o	Cc	Cs	P_0 (kg/cm ²)	P_c (kg/cm ²)
C-7	1.60-2.70	33.8	1.327	0.31	16°	0.810	0.167	0.030	0.28	1.35
C-10	0.10-4.00					0.742	0.100	0.040	0.297	1.20
C-1*	0.90-1.50	43.82	1.201	0.60	3°30'	1.223	0.526	0.037	0.21	1.25
C-1*	1.60-1.90	29.83	1.357			0.953	0.275	0.063	0.30	2.25
C-2*	1.00-1.50	36.41	1.269	0.75	11°	1.096	0.257	0.053	0.23	1.75
C-4*	1.80-2.10	22.41	1.578	1.00	8°	0.680	0.156	0.027	0.37	2.20
C-5*	1.95-2.20	40.2	1.292	0.55	1°	1.083	0.299	0.089	0.38	1.60
C-6*	1.30-1.50	26.09	1.516	0.90	7°30'	0.741	0.145	0.025	0.24	2.40
C-7*	1.80-2.10	27.31	1.451	0.28	5°30'	0.812	0.277	0.022	0.33	1.20

* Fuente: Tesis "Características Geotecnicas del Subsuelo de la Ciudad de Iquitos", Ing. Americo B.

CUADRO N°5.6.- PARÁMETROS DE DISEÑO – SUELO DE SUSTENTACION

Sector	Prof. (m)	Humeda d (%)	γ_d (gr/cm ³)	C (kg/cm ²)	ϕ (°)	e_o	Cc	Cs	P_0 (kg/cm ²)	P_c (kg/cm ²)
I	1.80-2.10	22.41	1.578	1.00	8°	0.680	0.156	0.027	0.37	2.20
II	1.95-2.20	40.2	1.292	0.25	1°	1.083	0.299	0.089	0.38	1.60

CUADRO N°5.7.- ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR SEDIMENTACIÓN

Muestra			Muestra		
Arcilla, CH			Limo ML		
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
N°60	0.250		N°60	0.250	100
N°100	0.149	100	N°100	0.149	99
N°200	0.074	99	N°200	0.074	75
	0.0331	85		0.0353	57
	0.0236	81		0.0255	47
	0.0152	75		0.0166	35
	0.0088	68		0.0097	27
	0.0063	63		0.0068	23
	0.0046	57		0.0049	20
	0.0023	48		0.0024	15
	0.001	34		0.001	12
Limo (%)		37	Limo (%)		52
Arcilla (%)		29	Arcilla (%)		12
Coloides(%)		34	Coloides(%)		12

Fuente : "Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

CUARO N° 5.8.- RESULTADO DE ENSAYOS ESPECIALES, MATERIAL DEL DIQUE

SUCS	Triaxial			Permeabilidad cm/seg		próctor Estándar, Molde 6"		próctor Estándar, Molde 4"	
	γ_d gr/cm ³	ϕ	C Kgr/cm ²	γ_d gr/cm ³	K _{20°C}	MDS	OCH	MDS	OCH
ML	1.800	29.3	0.55	1.800	5.16x10 ⁻⁸	1.808	15.0	1.704	17.0

Fuente : "Laboratorio Geotécnico, CISMID-UNI"

CUADRO N°5.9.- RESULTADOS DE ENSAYO DE COMPRESION

Espécimen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Cemento (%)	0	2	2	2	4	4	4	5	5	5	6	6	6
Edad Espécimen(d)	0	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Humedad Inicial(%)	17.2	17.1	17.1	17.2	17.2	17.0	17.3	17.0	17.2	17.0	17.0	17.1	17.2
γ_d (gr/cm ³)	1.676	1.701	1.689	1.758	1.612	1.657	1.634	1.664	1.679	1.668	1.664	1.660	1.674
ϵ (%)	4.70	1.70	1.55	1.85	1.58	1.65	1.58	1.55	1.78	1.80	1.70	1.57	1.54
q _{ult} (kg/cm ²)	3.28	10.10	10.60	11.10	16.76	18.40	21.50	19.2	23.0	28.6	22.3	25.0	28.3
S _u (kg/cm ²)	1.64	5.05	5.30	5.55	8.38	9.20	10.75	9.60	11.5	14.3	11.15	12.5	14.15

Fuente : "Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

CUADRO N°5.10.- RESULTADOS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Espécimen	I	II	III	IV
Cemento (%)	0	4	6	8
γ_d (gr/cm ³)	1.800	1.800	1.800	1.800
Cohesión (kg/cm ²)	0.145	0.069	0.294	0.266
Angulo Fricción	30°	44°	39°	38°

Fuente : "Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

CUADRO N°5.11.- PARAMETROS DE DISEÑO - DIQUE

SUELO	Descripción	Densidad (KN/m ³)	Cohesión (Kpa)	Angulo fricción
1	Suelo-Cemento(5%)	19.5	12.0	30°
2	Limo, ML	19.5	14.7	26°

Fuente : "Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos UNI-FIC"

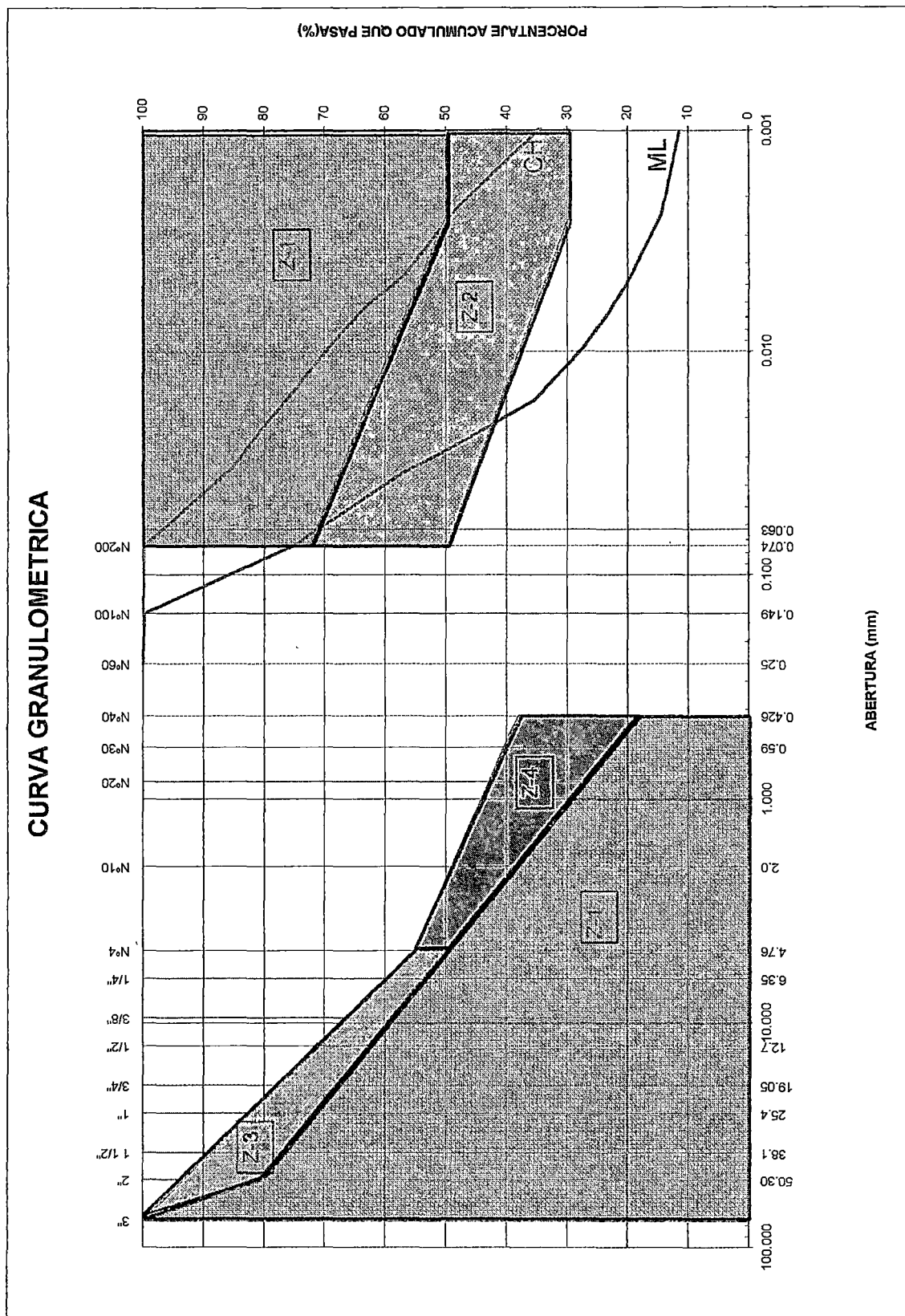
CUADRO N°5.12.- ANCHO, LONGITUD Y AREA NOMINAL DE LA CELDA

Type	Maximum Expansion		Minimum Expansion		Nominal Area
	Length	Width	Length	Width	
GW20V	245 mm	234 mm	204 mm	281 mm	289 cm ²
GW30V	315 mm	289 mm	260 mm	260 mm	460 cm ²
GW40V	522 mm	457 mm	430 mm	430 mm	1206 cm ²

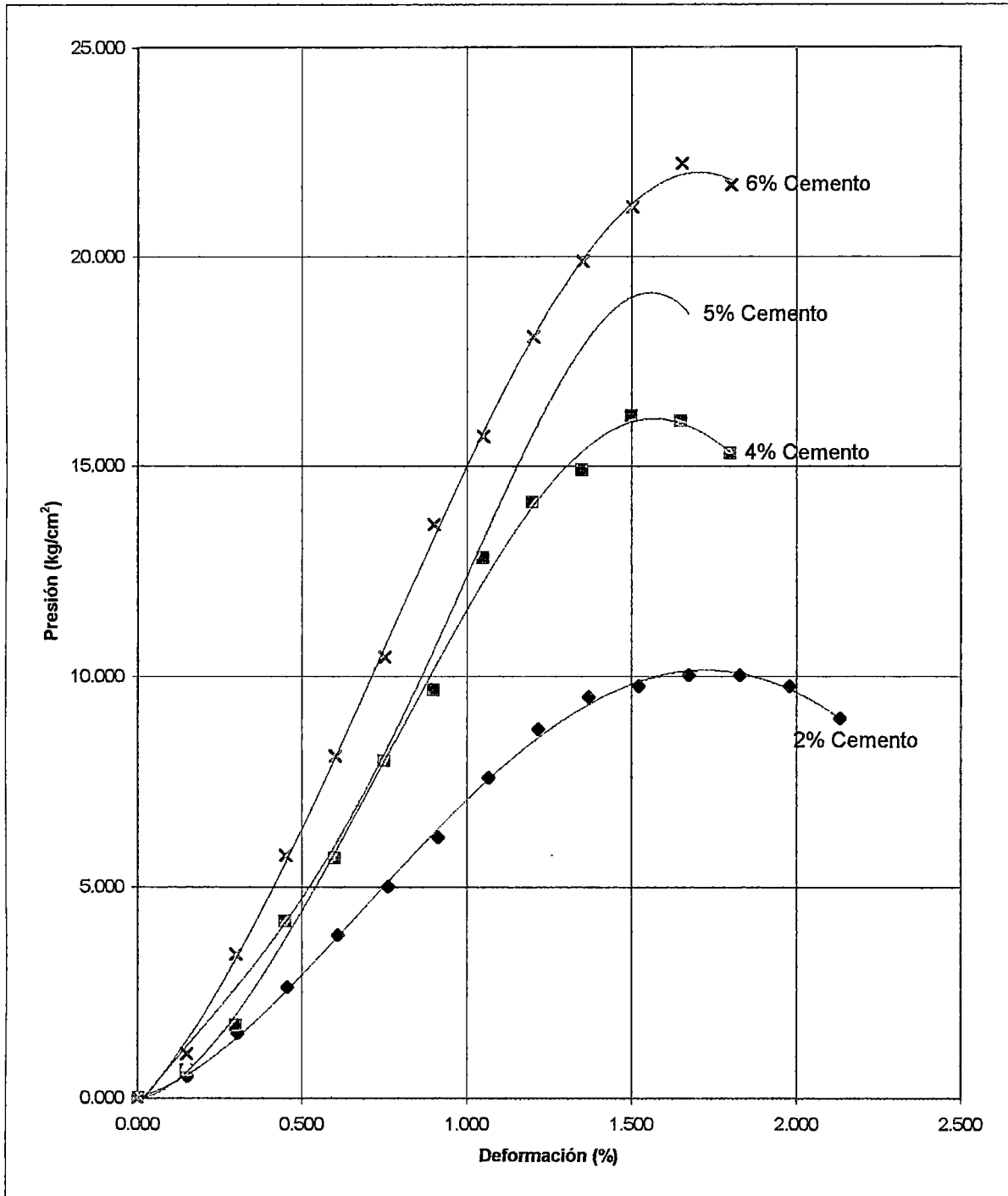
CUADRO N°5.13.- CARACTERISTICAS IMPORTANTES DEL GEOWEB

Type	Minimum Expansion		Maximum Expansion		Nominal Area
	Length	Width	Length	Width	
GW20V	8.1 m	2.8 m	9.8 m	2.3 m	23.1 m ²
GW30V	10.4 m	2.8 m	12.6 m	2.3 m	29.5 m ²
GW40V	17.2 m	2.8 m	20.9 m	2.3 m	48.3 m ²

**GRAFICA Nº 5.1.- MEZCLA SUELO - CEMENTO
METODO CURVA GRANULOMETRICA**

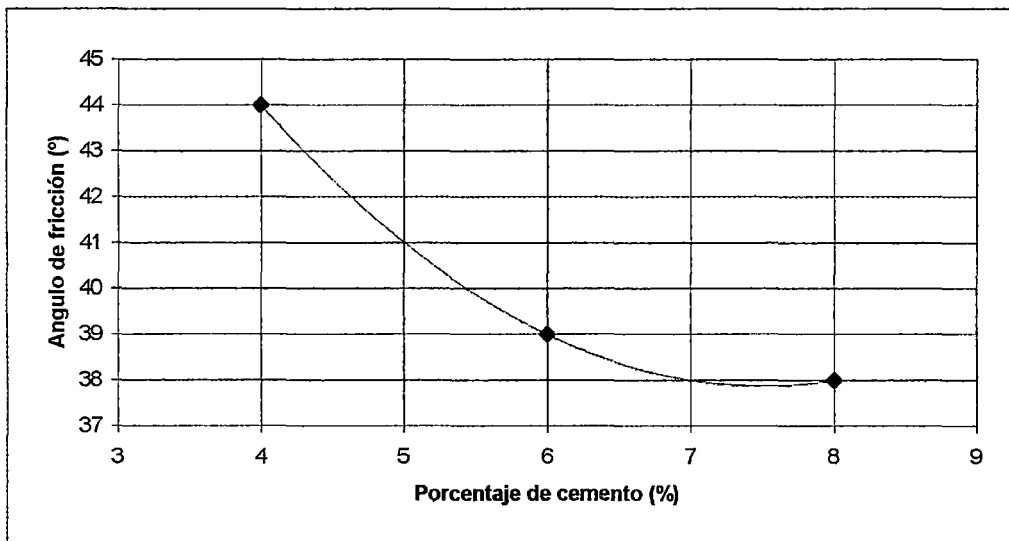
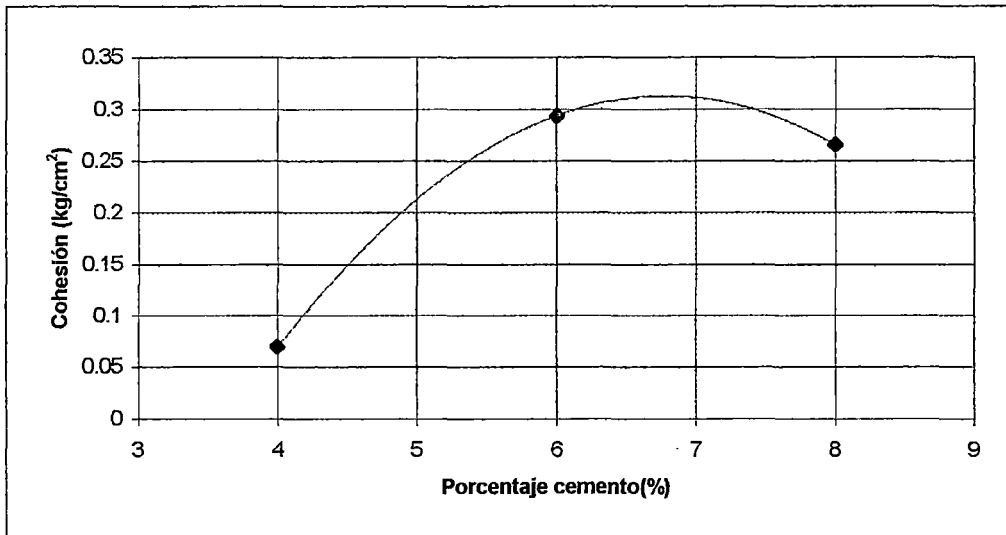


**GRAFICA Nº 5.2.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE COMPRESION
(EDAD 7 DIAS)**



Especimen	Cemento (%)	q _u (kg/cm ²)
I	2	10.10
II	4	16.76
III	5	19.30
IV	6	22.60

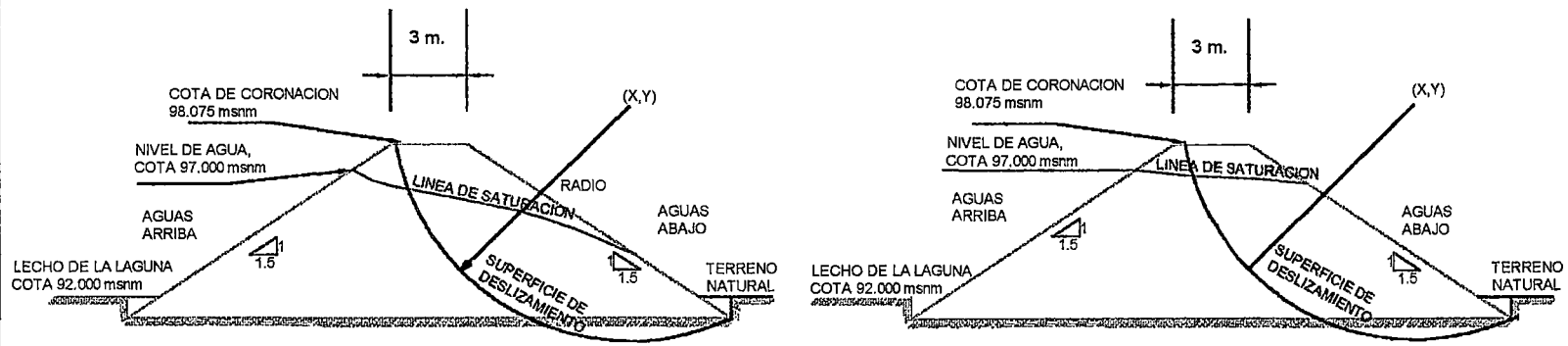
GRAFICA N° 5.3.- ANALISIS DE LOS ENSAYOS DE CORTE DIRECTO



De los resultados y la grafica

Porcentaje cemento (%)	5
Densidad seca (gr/cm ³)	1.800
Angulo de fricción (°)	41
Cohesión (kg/cm ²)	0.21

GRAFICA Nº 5.4.- ANALISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD



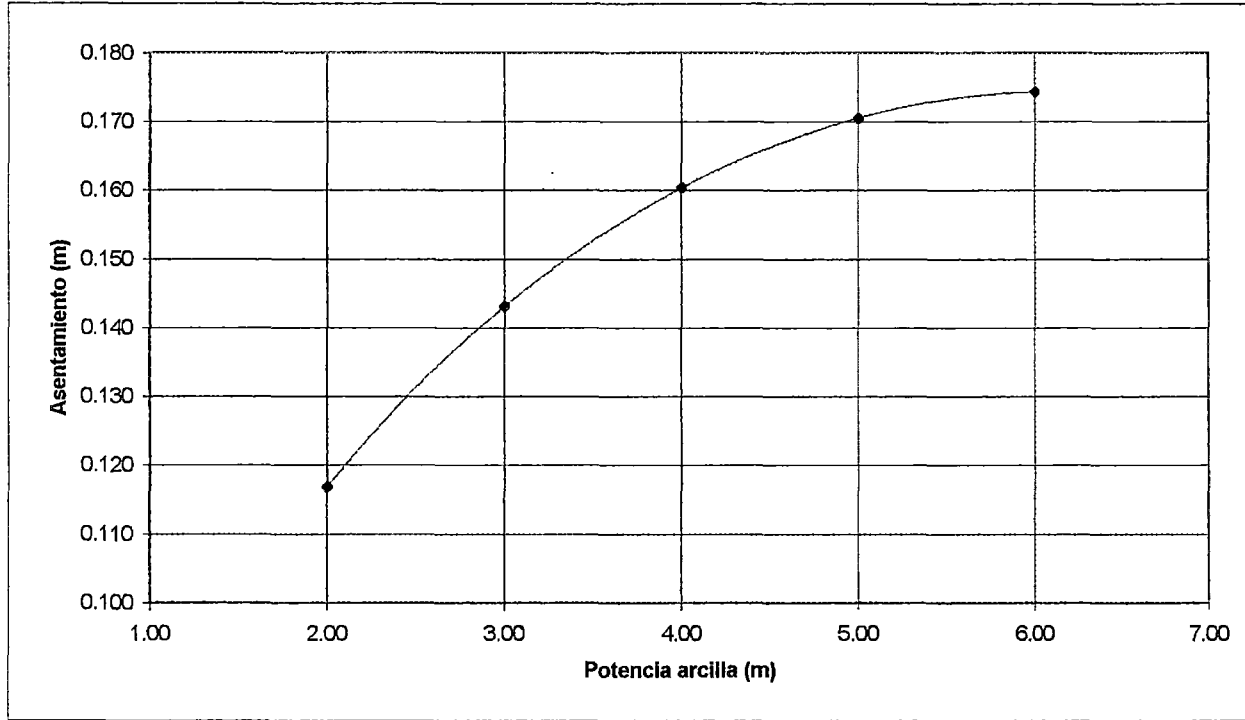
CASO I.- VACIADO RAPIDO DURANTE EL MANTENIMIENTO DE LA LAGUNA, EPOCA DE ESTIAJE

CASO II.- VACIADO RAPIDO, DESPUES DE LA INUNDACION DEL RIO AMAZONAS

SECTOR	γ (gr/cm3)	C(kg/cm2)	ϕ (°)
I	I	1.00	8°
II	II	0.25	1°

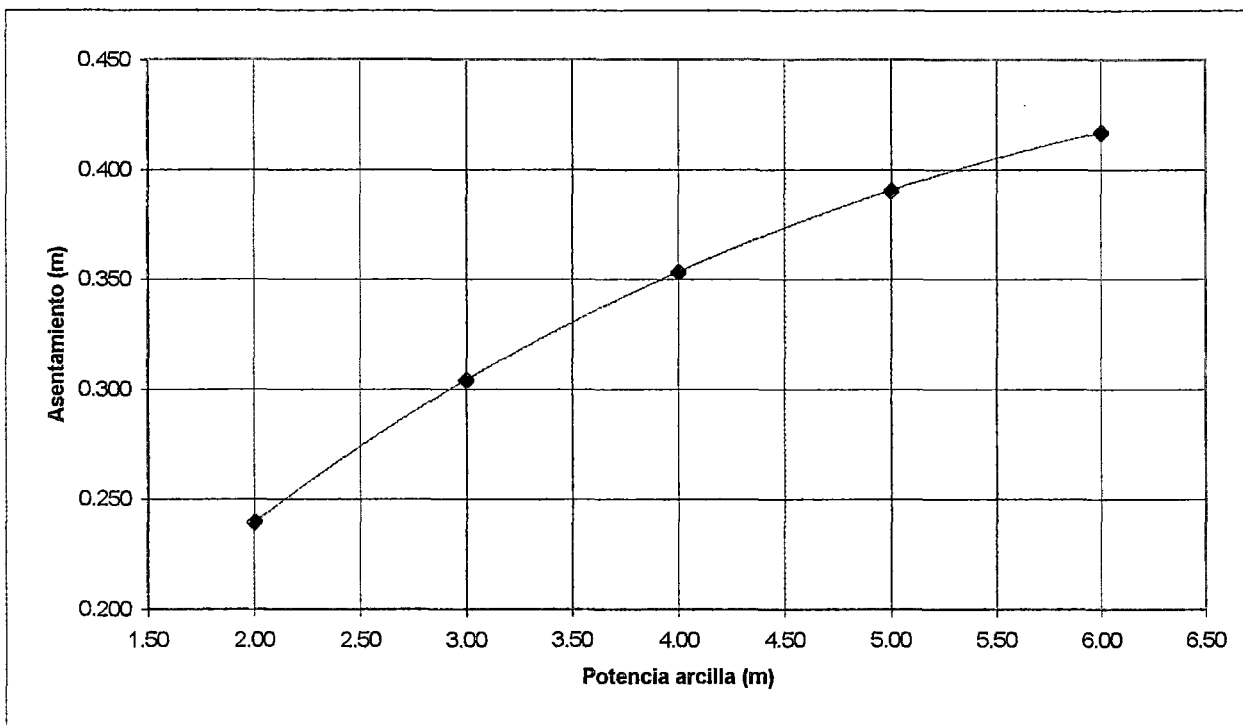
CASO	SECTOR	CONDICION	FS	SUPERFICE DESLIZAMIENTO		
				ΔX	ΔY	RADIO
I	I	AGUAS ARRIBA	1.90	9.0	16.9	10.1
I	I	AGUAS ABAJO	1.90	90.1	16.9	10.1
I	II	AGUAS ARRIBA	1.50	10.2	13.8	9.80
I	II	AGUAS ABAJO	1.50	10.2	13.8	9.8
II	I	AGUAS ARRIBA	1.58	8.5	14.0	10.4
II	I	AGUAS ABAJO	1.87	8.1	18.7	11.8
II	II	AGUAS ARRIBA	1.58	8.5	14.0	10.4
II	II	AGUAS ABAJO	1.58	8.5	14.0	10.4

GRAFICA Nº5.4.- CALCULO DE ASENTAMIENTO - SECTOR I



Potencia	eo	Cc	Cs	Po (kg/cm ²)	Pc (kg/cm ²)	Δ P (kg/cm ²)	Asent. (m)
2.00	0.81	0.167	0.03	0.20	1.35	1.197	0.117
3.00	0.81	0.167	0.03	0.29	1.35	1.064	0.143
4.00	0.81	0.167	0.03	0.39	1.35	0.967	0.160
5.00	0.81	0.167	0.03	0.49	1.35	0.883	0.171
6.00	0.81	0.167	0.03	0.59	1.35	0.798	0.174

GRAFICA Nº5.5.- CALCULO DE ASENTAMIENTO - SECTOR II



Potencia	eo	Cc	Cs	Po (kg/cm ²)	Pc (kg/cm ²)	Δ P (kg/cm ²)	Asent. (m)
2.00	1.083	0.299	0.089	0.12	1.6	1.197	0.240
3.00	1.083	0.299	0.089	0.18	1.6	1.064	0.304
4.00	1.083	0.299	0.089	0.24	1.6	0.967	0.354
5.00	1.083	0.299	0.089	0.30	1.6	0.883	0.391
6.00	1.083	0.299	0.089	0.36	1.6	0.798	0.417

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido al acelerado crecimiento de la ciudad de Iquitos, se ha generado un déficit en los servicios básicos de agua potable y alcantarillado. El abastecimiento de agua potable es restringido y deficiente, El sistema de alcantarillado solo cubre el 54.8% de la población, y no tiene ningún tipo de tratamiento de desagües; su eliminación se hace directamente, descargándolas a los lagos Moronacocha, Moronillos y los ríos Amazonas e Nanay. La descarga directa de los desagües afecta la calidad de vida de los pobladores ubicados cerca de las fuentes de agua contaminadas.

Los desagües deben ser recolectados, conducidos, tratados y evacuados hacia un cuerpo receptor como el río Amazonas. El tratamiento de los desagües se realizará en una planta de tratamiento compuesta por 2 lagunas aeróbicas cada una de 7.5 hectáreas y 4 lagunas facultativas cada uno de 12.5 hectáreas

La laguna de tratamiento se ubicará en la zona de Moronillos al norte de la ciudad, es una zona boscosa e inundable de topografía relativamente plana, presenta una cota promedio de 92.0 msnm.

La zona de Moronillos es inundada durante las épocas de crecidas del río Amazonas. La cota máxima de inundación para un período de retorno de 50 años es de 96.985 msnm.

En la evaluación de los suelos de la laguna se ha determinado que el material superficial predominante es la arcilla de alta plasticidad (CH) que presenta una potencia variable de 2.5m a 6.0m, consistencia de semidura a muy blanda y en estado húmedo a saturado, seguido de un manto de arena saturado y suelto.

Debido a las condiciones particulares del suelo se han determinado dos sectores: en el primer sector la arcilla presenta una consistencia de media a semimedia y el nivel freático se presenta a 2.50m de profundidad en promedio; el segundo sector el nivel freático es superficial y la arcilla presenta una consistencia blanda a muy blanda y representa un 25% del área de la laguna.

Los diques de la laguna se conformarán de la siguiente manera: el núcleo será de limo de baja plasticidad (ML) compactado al 100% de la máxima densidad seca del ensayo próctor standar, cubierto de una capa suelo-cemento (5% en peso de cemento) y finalmente se protegerá mediante un sistema de confinamiento celular, relleno de mortero.

Del análisis de estabilidad se puede apreciar que los dos sectores no presentan problemas debido a que los factores de seguridad son mayores a los mínimos.

El asentamiento para el primer sector variará de 11.7 a 17.4 centímetros dependiendo del estrato de arcilla y para el segundo sector se espera un asentamiento de 24.0 a 41.7 centímetros dependiendo del estrato de arcilla.

Se recomienda que después del desbroce de toda el área de la laguna, identificar la zona de nivel freático superficial y se debe drenar mediante zanjas para luego utilizarlas como zona de acopio del material que conformara el dique, este proceso ayudara a la consolidación del estrato de arcilla.

Se recomienda que antes de la construcción se amplíe más el estudio del subsuelo de la laguna, en este estudio se debe incluir ensayos insitu como veleta y cono holandés.

Se recomienda que la construcción y la extracción del material que será empleado en la conformación del dique se efectúe durante la época de estiaje

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Alberto Martínez Vargas (1967) "Estudio de sedimentos de Iquitos y sus consideraciones en los derrumbes de la ribera del Amazonas". Laboratorio de Geología y Geomorfología Aplicada, publicación N°27. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú.
- Bustamante Chacon, Americo(1993), " Características geotécnicas del subsuelo de la ciudad de Iquitos" Tesis de grado, facultad de ingeniería civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Peru
- Pinedo Reategui Nelson (1985), " Geotecnia y los deslizamientos en Iquitos". Tesis de grado, facultad de ingeniera civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Peru
- Reglamento Nacional de Construcción, Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
- Peter L. Berry – David Reid (1994). Mecánica de suelos. Editorial Limusa
- T. William Lambe. (1969). Instituto tecnológico de Massachussetts. Editorial Limusa.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez. (1997). Mecánica de suelos (tomo I, II, III). Editorial Limusa México.
- Ralph B. Peck (1996). Ingeniería de cimentaciones. Editorial Limusa México.
- Rico – Del Castillo (1994). La ingeniería de suelos en las vías Terrestres. Editorial Limusa México
- R. Whitlow (1994). Fundamentos de Mecánica de Suelos. Compañía Editorial Continental S.A. México.
- Robert M. Koerner.(1994). Designing With Geosynthetics. Editorial Inkwell Publishing services, New Yersey.
- Ernesto Parra "Seminario – Forum Internacional " Geosinteticos: Clasificación, características, aplicaciones y control de calidad", Universidad Nacional de Ingeniería. CISMID
- Colegio de Ingenieros (1996) . "Seminario de Presas de tierra y enrocado", Universidad Nacional de Ingeniería – Colegio de Ingenieros del Perú.


ANEXO I
REGISTRO DE EXCAVACIONES

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
UBICACION : IQUITOS
FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-1 : IQ
PROF.(m) : 4.00
N. FREATICO (m) : 3.40
COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693152, NORTE=9589658

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Arcilla plástica, color negruzco, consistencia dura.	CL
		M-1		Arcilla de alta plasticidad de color plomo y jaspeado de manchas rojizas, consistencia dura y alto contenido de humedad.	CH
4.00			N.F.		

OBSERVACIONES:

Ubicada en la Laguna de Oxidación.

EJECUTADO: HCH

REVISADO: W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-2 : IQ
 PROF.(m) : 3.00
 N. FREATICO (m) : 2.10
 COTA (m.s.n.m.) : 91.5

COORDENADAS ESTE=693716, NORTE=9589875

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS	
0.10	EXCAVACION A CIELO ABIERTO		~~~~~	Materia orgánica, raíces abundantes.		
0.20			/ / / / /	Arcilla plástica, color plomo con oxidaciones.	CL	
0.30						
0.40						
0.60		M-1		/ / / / /	Arcilla plástica, color plomo, de consistencia semi-dura, semi-húmeda.	CH
0.80						
1.00						
1.20						
1.40		M-2		/ / / / /	Arcilla plástica, jaspeado entre rojizo y plomo, semi-dura, semi-húmeda. Presenta filtraciones.	CH
1.60						
1.80						
2.00						
2.10			N.F.			
2.20						
2.30						
2.40						
2.60						
2.80						
3.00						
3.20						
3.40						
3.60						
3.80						
4.00						

OBSERVACIONES:

Ubicada en la zona de Moronillo/Laguna de oxidación

Presenta Nivel Freático a 2.10m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

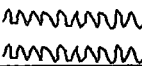
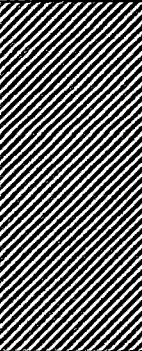

REVISADO: W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-3 : IQ
 PROF.(m) : 2.80
 N. FREATICO (m) : 1.50
 COTA (m.s.n.m.) : 90.5

COORDENADAS ESTE=694113, NORTE=9590093

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS.	
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico, color negruzco, presenta raíces.		
0.40				Arcilla plástica, color plomo a gris, semi-dura, semi-húmeda, se fisura fácilmente.	CH	
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.50					Arcilla plástica, jaspeado entre plomo y rojizo, semi-blanda, húmeda.	CH
1.60						
1.80						
2.00						
2.20						
2.40						
2.60						
2.80						
3.00						
3.20						
3.40						
3.60						
3.80						
4.00						

OBSERVACIONES:

Ubicada en la zona de Moronillo/Laguna de oxidación

Presenta Nivel Freático a 1.50m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

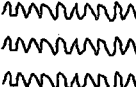
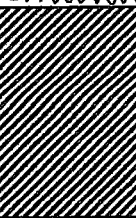


REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-4 : IQ
 PROF.(m) : 2.50
 N. FREATICO (m) : 1.90
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693340, NORTE=9589533

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico, de alta plasticidad, negruzco, presenta raíces.	
0.30					
0.40					
0.60		M-1		Arcilla altamente plástica, color plomo, de consistencia semi-blanda, semi-húmeda.	CH
0.80					
0.90					
1.00					
1.20		M-2		Arcilla altamente plástica, jaspeado, plomo con rojo, semi-dura, semi-húmeda.	CH
1.40					
1.60					
1.80					
1.90					
2.00					
2.20					
2.30					
2.40					
2.60					
2.80					
3.00					
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada en la zona de Moronillo/Laguna de oxidación

Presenta Nivel Freático a 1.90m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-5 : IQ
 PROF.(m) : 3.40
 N. FREATICO (m) : 3.00
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693605, NORTE=9589670

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico, negruzco, con raíces.	
0.40		M-1		Arcilla altamente plástica, color plumizo, de consistencia semi-blanda, semi-húmeda.	CH
0.60		M-2		Arcilla plástica, grisáceo, semi-blanda, semi-húmeda	CH
0.70		M-3		Arcilla plástica, jaspeado entre plomo y rojizo, semi-blanda, semi-húmeda.	CH
0.80					
0.90					
1.00					
1.20					
1.40					
1.60					
1.80					
2.00					
2.20					
2.40					
2.60					
2.70					
2.80					
3.00		M-4		Arcilla plástica arenosa, color rojizo, semi-blanda, semi-húmeda.	CL
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada en la zona Moronillo/Laguna de Oxidación

Presenta Nivel Freático a 3.00m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

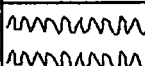
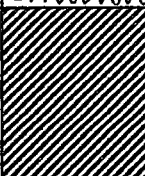
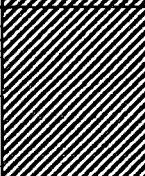
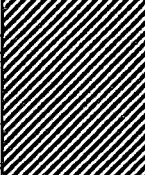
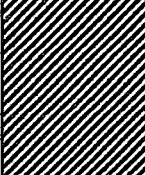
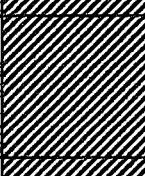
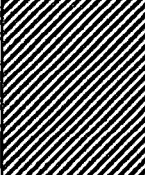
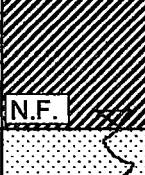

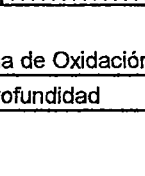

REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-6 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : 3.50
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693437, NORTE=9589338

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS	
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico, color negruzco, se observan raíces.		
0.40				Arcilla plástica, color plomo, de consistencia semi-dura, semi-húmeda.	CH	
0.60		M-1			Arcilla plástica, jaspeado rojo y plomo, semi-dura, semi-húmeda.	CH
0.70						
0.80						
1.00					Arcilla plástica, color rojizo con plomo, dura, semi-seca.	CH
1.20			M-2		Arcilla arenosa, gris a plomo, semi-blanda y semi-húmeda.	CL
1.40						
1.60				Arena fina pobremente graduada, color gris a plomo, permeable, suelta, saturada.	SP	
1.80						
2.00						
2.20						
2.40						
2.60						
2.80						
3.00						
3.20						
3.40						
3.50						
3.60						
3.80						
4.00						

OBSERVACIONES:

Ubicada en la zona de Moronillo/Laguna de Oxidación

Presenta Nivel Freático a 3.50m. de profundidad

EJECUTADO: HCH

REVISADO: W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-7 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : 3.00
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693575, NORTE=9589362

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Arcilla de color negruzco, semi-duro, de regular humedad y alto contenido de humedad y mediana	CL
0.40				Arcilla de alta plasticidad de color plomo, consistencia semi blanda y alto contenido de humedad.	CH
0.60		M-1			
0.80					
1.00					CH
1.20					
1.40					
1.60					
1.80				Arcilla de alta plasticidad, color naranja con manchas plomizas, consistencia semi-dura y regular humedad.	CH
2.00					
2.20	M-2				
2.40					
2.60					CH
2.70					
2.80					
3.00			N.F.	Arcilla de alta plasticidad, color verdozo, consistencia semi-dura y en estado saturado.	
3.20					CH
3.40	M-3				
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada en la Laguna de Oxidación.

Se presentó nivel freático a 3.00 m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

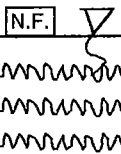
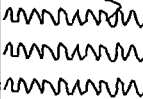
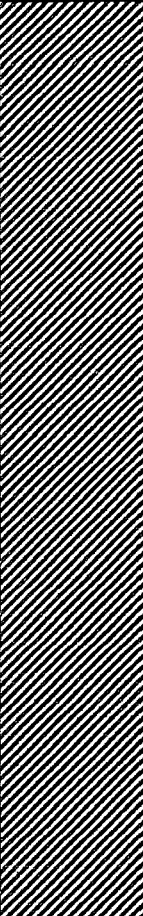
REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-8 : IQ
 PROF.(m) : 3.00
 N. FREATICO (m) : 0.00
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693869, NORTE=9589664

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB. N.F. 	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.50 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00 3.20 3.40 3.60 3.80 4.00	POSTEADORA MANUAL	M-1	 	Material orgánico compuesto por raíces, hojas de plantas, palos, etc. Arcilla de alta plasticidad, color plomizo y en estado saturado.	CH

OBSERVACIONES:

Ubicada en la laguna de oxidación.

El nivel de agua se encuentra en la superficie.

EJECUTADO: HCH

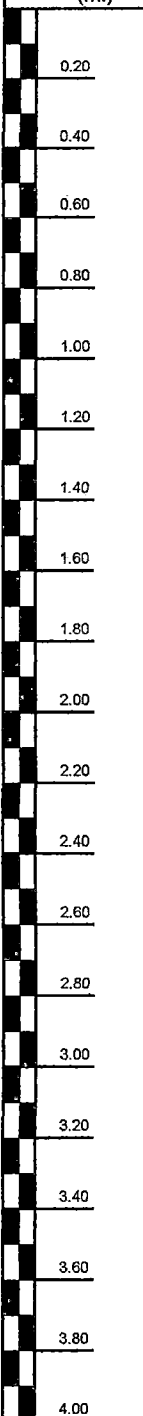
REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-9 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : N.P.
 COTA (m.s.n.m.) : 91.5

COORDENADAS ESTE=694222, NORTE=9589769

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Arcilla plástica, color negruzco, consistencia dura y semi-húmedo, se observan raíces.	CL
0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40		M-1		Arcilla de alta plasticidad de color plomo y jaspeado de manchas rojizas, consistencia dura y de mediana humedad.	CH
1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00 3.20 3.40 3.60 3.80 4.00		M-2		Arcilla de alta plasticidad de color jaspeado entre plumizo y rojizo, consistencia dura y de mediana humedad.	CH

OBSERVACIONES:

Ubicada en la Laguna de Oxidación.

No se presentó nivel freático.

EJECUTADO: HCH

REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-10 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : 3.40
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693856, NORTE=9589462

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M-1		Arcilla plástica, color negruzco, consistencia dura.	CL
0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.70 2.80 3.00 3.20 3.40 3.60 3.80 4.00				Arcilla de alta plasticidad de color plomo y jaspeado de manchas rojizas, consistencia dura y alto contenido de humedad.	CH
			N.F.		

OBSERVACIONES:

Ubicada en la Laguna de Oxidación.

Se observó filtración de agua a 3.00 m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH


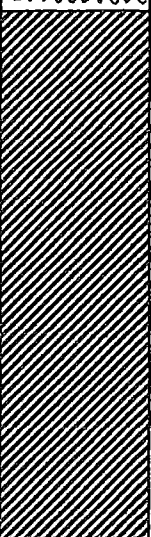
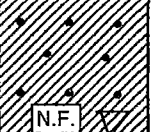

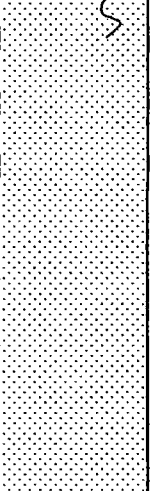
REVISADO: W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-11 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : 2.60
 COTA (m.s.n.m.) : 91.0

COORDENADAS ESTE=693436, NORTE=9589068

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS	
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico con raíces.		
0.40		M-1		Arcilla de alta plasticidad de color plomo y jaspeado con manchas rojizas, consistencia semi-dura y de mediana humedad.	CH	
0.60						
0.80						
1.00						
1.20						
1.40						
1.60						
1.80					Arcilla de alta plasticidad de color naranja con manchas plumizas, consistencia semi-dura y de mediana humedad.	CH
2.00						
2.20						
2.40		M-2		Arena arcillosa de mediana plasticidad, color plumizo, en estado semi-compacto y húmedo.	SC	
2.60						
2.80		M-3		Arena fina limpia uniformemente graduada, no plástica, color blanquecino, en estado suelto y saturado.	SP	
3.00						
3.20						
3.40						
3.60						
3.80						
4.00						

OBSERVACIONES:

Ubicada a 20 m. del vértice de la laguna de oxidación.

Se ubicó nivel freático a 2.60 m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

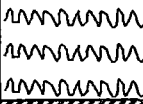
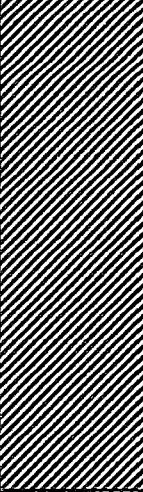
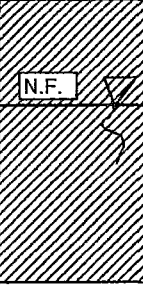
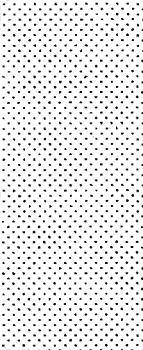
REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-12 : IQ
 PROF.(m) : 3.50
 N. FREATICO (m) : 2.00
 COTA (m.s.n.m.) : 91.0

COORDENADAS ESTE=693441, NORTE=9589040

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Material orgánico, conformado por raíces, arcilla, negruzco, contaminada.	
0.30					
0.40					
0.60		M-1		Arcilla altamente plástica, color plomo a gris, semi-blanda, semi-húmeda.	CH
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					
1.60					
1.70					
1.80					
2.00	M-2		Arcilla arenosa de mediana plasticidad, color plomo con coloración rojiza, de consistencia semi-blanda y húmeda.	CL	
2.20					
2.40					
2.50					
2.60					
2.80	M-2		Arena pobremente graduada, no presenta plasticidad, de color blanquesino, en estado suelto y saturado.	SP	
3.00					
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada frente a la facultad de Medicina.

Presenta Nivel Freático a 2.00m. de profundidad.

EJECUTADO: HCH

REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-13 : IQ
 PROF.(m) : 2.80
 N. FREATICO (m) : 0.00
 COTA (m.s.n.m.) : 92.0

COORDENADAS ESTE=693957, NORTE=9589333

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB. <div style="display: flex; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">N.F.</div> </div>	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	POSTEADORA MANUAL			Material orgánico compuesto por raíces, hojas de plantas, palos, etc.	
0.40				Arcilla de alta plasticidad, color plomizo y en estado saturado.	CH
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					
1.50			M-1		
1.60					
1.80					
2.00					
2.20					
2.40					
2.60					
2.80					
3.00					
3.20					
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada en la laguna de oxidación.

El nivel de agua se encuentra en la superficie.

EJECUTADO: HCH

REVISADO : W.G.L.

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 Dist. PUNCHANA, Prov: MAYNAS, Ddpto. LORETO
 UBICACION : IQUITOS
 FECHA : JULIO 1998

CALICATA : C-14 : IQ
 PROF.(m) : 4.00
 N. FREATICO (m) : 3.00
 COTA (m.s.n.m.) : 92.5

COORDENADAS ESTE=694440, NORTE=9589541

PROF. (m.)	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	SIMB.	DESCRIPCION	CLASIF. SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO			Arcilla de color negruzco, semi-duro, de regular humedad y alto contenido de humedad y mediana	CL
0.40		M-1		Arcilla de alta plasticidad de color plomo, consistencia semi blanda y alto contenido de humedad.	CH
0.60					
0.80		M-2			Arcilla de alta plasticidad, color naranja con manchas plomizas, consistencia semi-dura y regular humedad.
1.00					
1.20					
1.40					
1.60					
1.80					
2.00	M-3			Arcilla de alta plasticidad, color verdoso, consistencia semi-dura y en estado saturado.	CH
2.20					
2.40					
2.60					
2.80					
3.00					
3.20		N.F.			
3.40					
3.60					
3.80					
4.00					

OBSERVACIONES:

Ubicada en la Laguna de Oxidación.

EJECUTADO: HCH

REVISADO: W.G.L.

ANEXO II
ENSAYOS DE LABORATORIO

- MATERIAL DE FUNDACION
- MATERIAL DE DIQUE

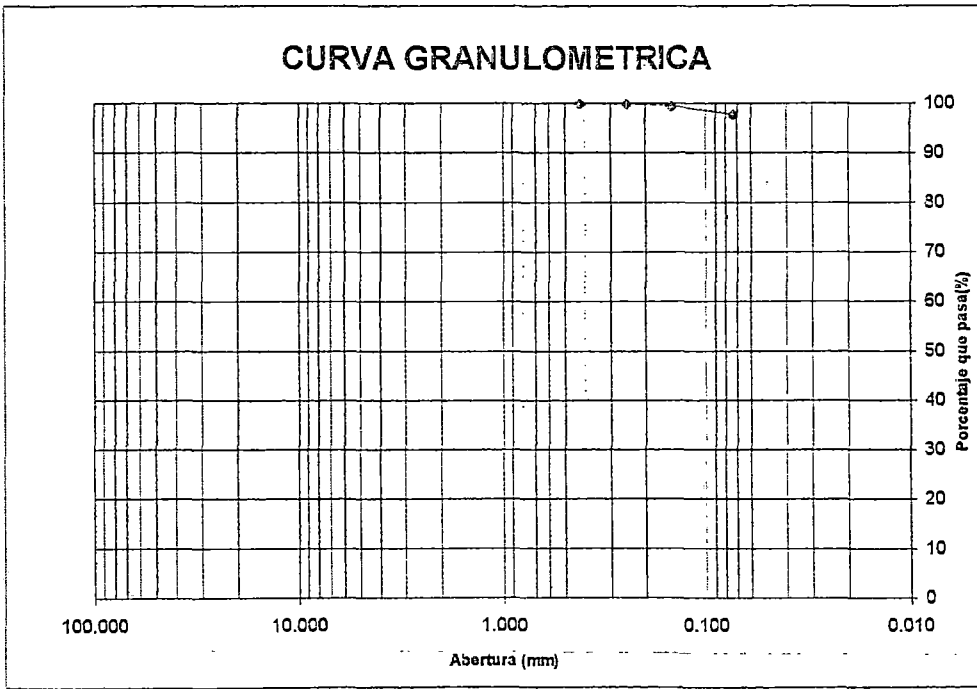
➤ MATERIAL DE FUNDACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
 SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
 UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
 FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-1		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0.30-4.00		
Humedad (%)		32.0		
Pasa la Malla N°4		100.0		
Pasa la Malla N°200		97.8		
Limite Liquido (%)		51.2		
Limite Plastico (%)		27.4		
Indice Plasticidad (%)		23.8		
Clasificación SUCS		CH		
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840		
	N°30	0.590		
	N°40	0.426	100.0	
	N°60	0.250	99.9	
	N°100	0.149	99.5	
	N°200	0.074	97.8	

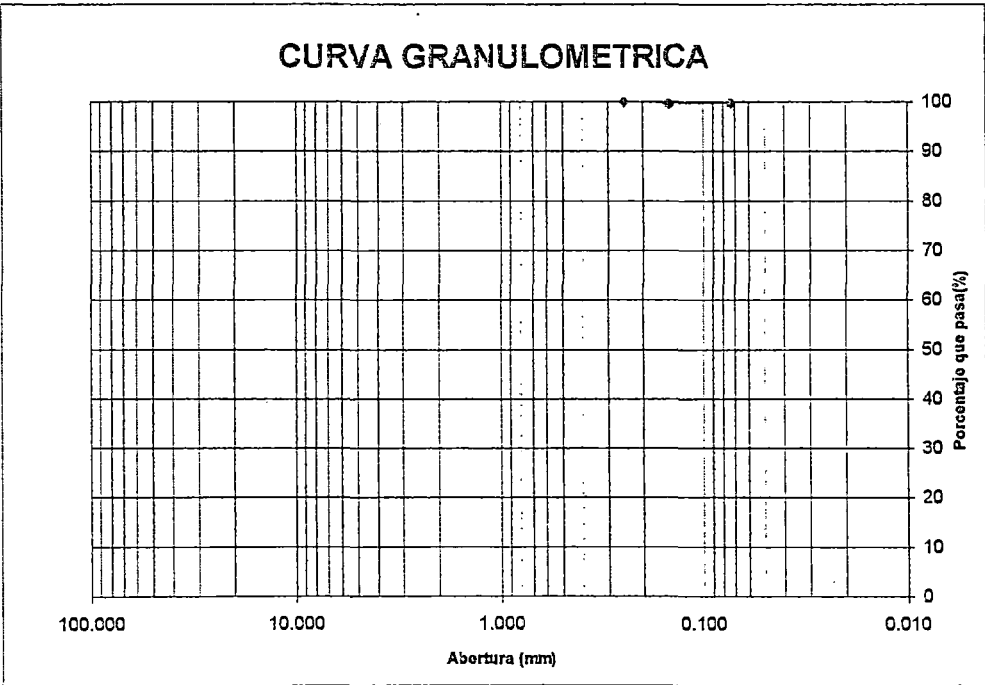


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Évaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-2	
Muestra		M-1	
Profundidad (m)		0.30-2.60	
Humedad (%)		29.2	
Pasa la Malla N°4		100.0	
Pasa la Malla N°200		99.7	
Limite Liquido (%)		63.4	
Limite Plastico (%)		30.9	
Indice Plasticidad (%)		32.5	
Clasificación SUCS		CH	
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.760	
	N°10	2.000	
	N°20	0.840	
	N°30	0.590	
	N°40	0.426	
	N°60	0.250	100.0
	N°100	0.149	99.8
	N°200	0.074	99.7

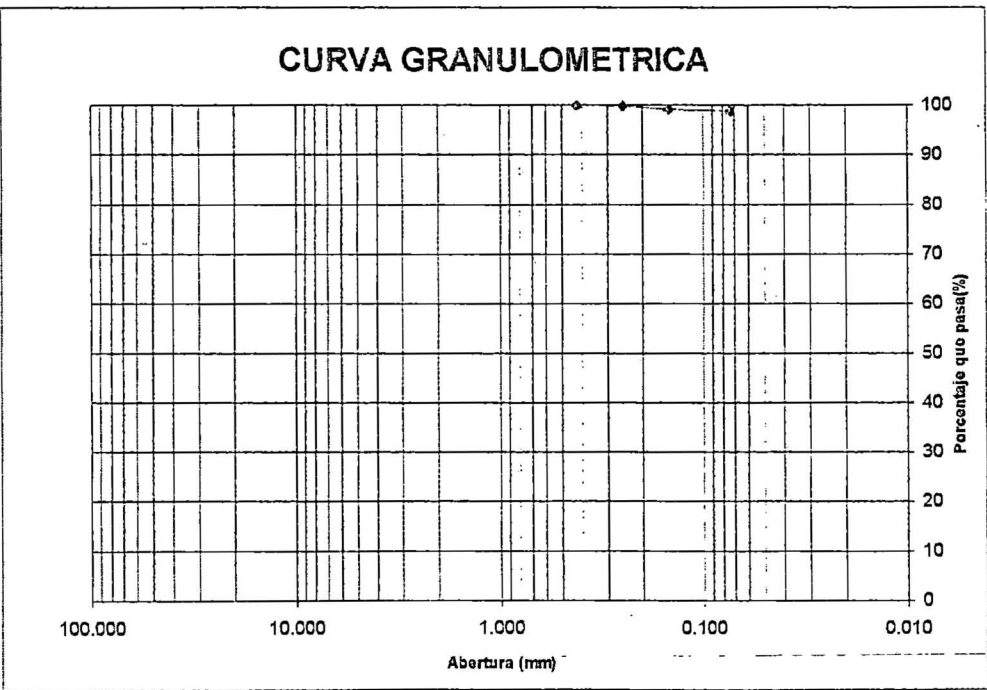


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-3		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0.20-2.50		
Humedad (%)		28.2		
Pasa la Malla N°4		100.0		
Pasa la Malla N°200		98.8		
Limite Liquido (%)		52.9		
Limite Plastico (%)		23.7		
Indice Plasticidad (%)		29.2		
Clasificación SUCS		CH		
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840		
	N°30	0.590		
	N°40	0.426	100.0	
	N°60	0.250	99.9	
	N°100	0.149	99.1	
	N°200	0.074	98.8	

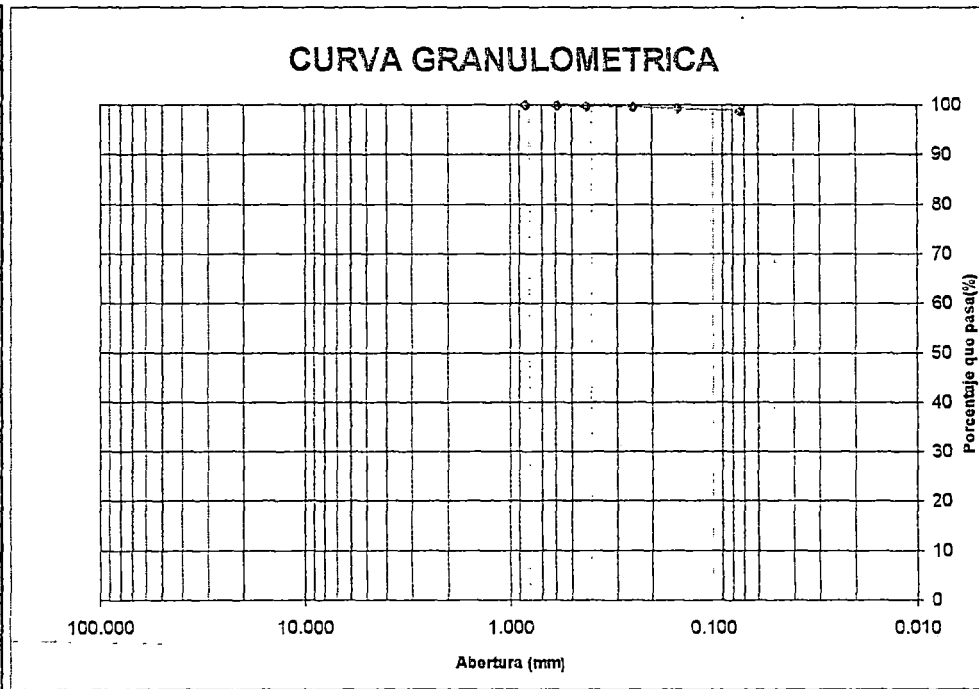


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-4		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0.30-2.50		
Humedad (%)		33.2		
Pasa la Malla N°4		100.0		
Pasa la Malla N°200		98.9		
Limite Liquido (%)		52.8		
Limite Plastico (%)		23.7		
Indice Plasticidad (%)		29.1		
Clasificación SUCS		CH		
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840	100.0	
	N°30	0.590	99.9	
	N°40	0.426	99.8	
	N°60	0.250	99.6	
	N°100	0.149	99.4	
	N°200	0.074	98.8	

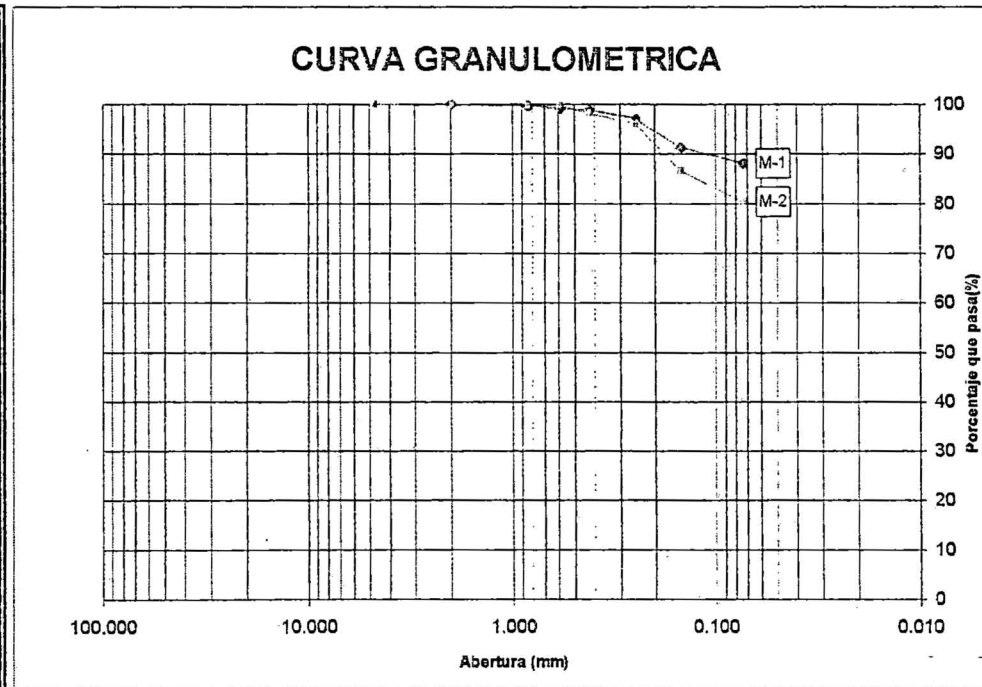


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-5	C-5	
Muestra	M-1	M-2	
Profundidad (m)	0.20-2.70	2.70-3.40	
Humedad (%)	29.8	33.7	
Pasa la Malla N°4	100.0	100.0	
Pasa la Malla N°200	88.2	80.5	
Limite Líquido (%)	66.5	40.0	
Limite Plástico (%)	31.4	21.3	
Índice Plástico (%)	35.1	18.7	
Clasificación SUCS	CH	CL	
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.760	100.0
	N°10	2.000	99.9
	N°20	0.840	99.8
	N°30	0.590	99.2
	N°40	0.426	98.8
	N°60	0.250	97.1
	N°100	0.149	91.4
	N°200	0.074	88.2

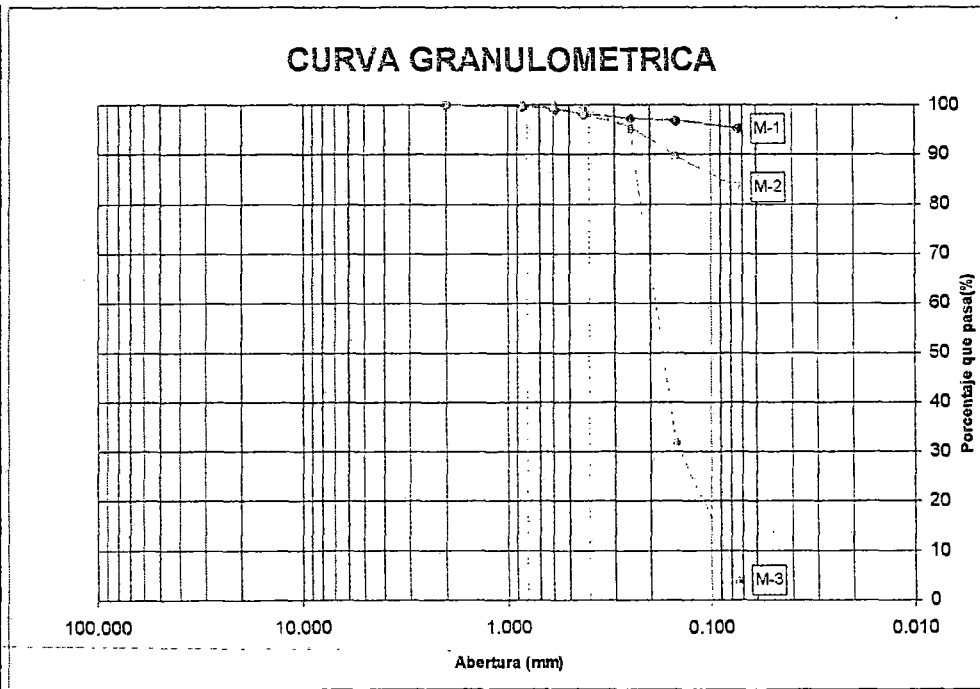


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-6	C-6	C-6
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)	0.20-2.60	2.60-3.50	3.50-4.00
Humedad (%)	27.3	28.2	16.7
Pasa la Malla N°4	100.0	100.0	100.0
Pasa la Malla N°200	95.3	83.5	4.1
Límite Líquido (%)	56.4	40.3	-
Límite Plástico (%)	16.8	21.8	NP
Índice Plástico (%)	39.6	18.5	NP
Clasificación SUCS	CH	CL	SP
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.760	
	N°10	2.000	100.0 100.0
	N°20	0.840	99.7 99.8
	N°30	0.590	99.1 99.5 100.0
	N°40	0.426	98.1 98.0 99.4
	N°60	0.250	97.2 95.7 95.2
	N°100	0.149	96.9 89.7 32.1
	N°200	0.074	95.3 83.5 4.1

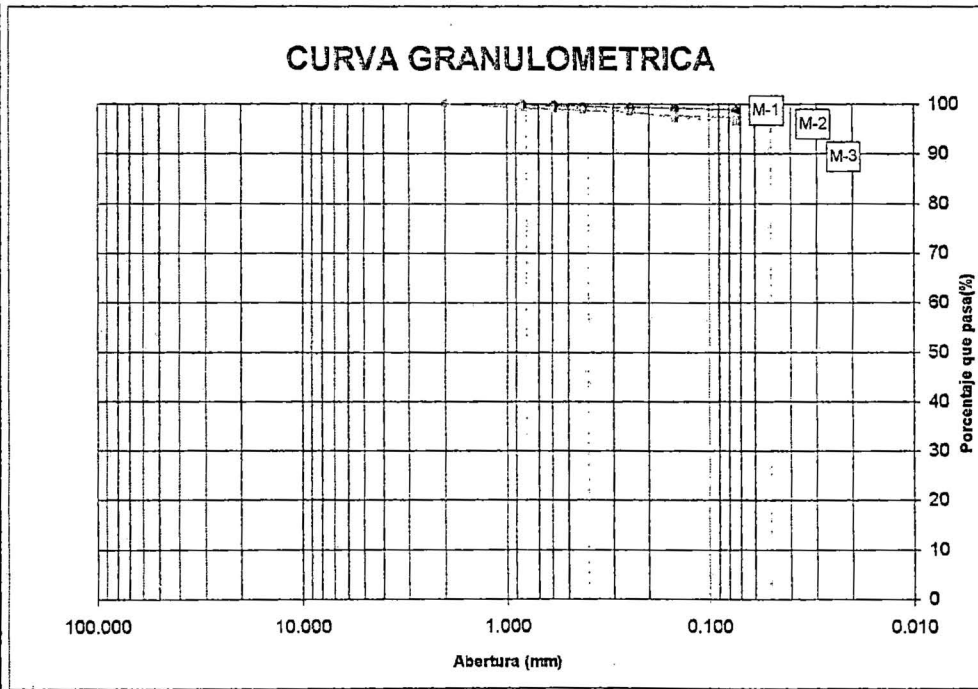


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-7	C-7	C-7
Muestra		M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)		0.30-1.60	1.60-2.70	2.70-4.00
Humedad (%)		40.2	45.8	54.6
Pasa la Malla N°4		100.0	100.0	100.0
Pasa la Malla N°200		98.8	97.3	96.6
Limite Liquido (%)		65.6	57.9	57.8
Limite Plastico (%)		31.6	29.1	26.7
Indice Plasticidad (%)		34.0	28.8	31.1
Clasificación SUCS		CH	CH	CH
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		100.0
	N°20	0.840	100.0	99.2
	N°30	0.590	99.8	99.0
	N°40	0.426	99.5	98.7
	N°60	0.250	99.3	98.3
	N°100	0.149	99.2	97.7
	N°200	0.074	98.8	97.3

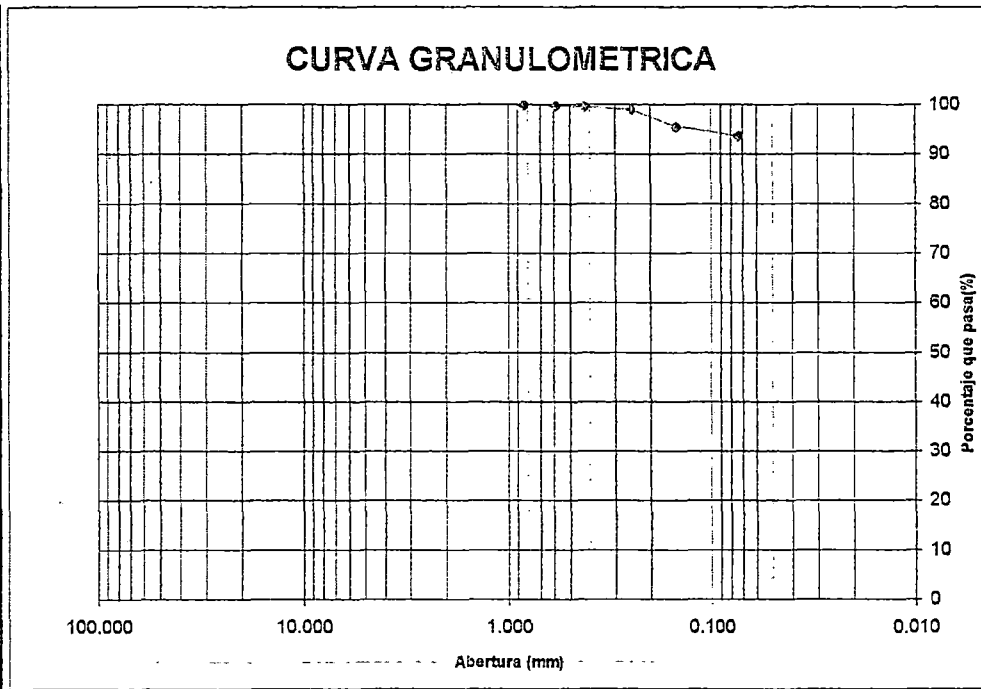


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
 SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
 UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
 FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-8	
Muestra		M-1	
Profundidad (m)		0.40-3.00	
Humedad (%)		65.1	
Pasa la Malla N°4		100.0	
Pasa la Malla N°200		93.7	
Limite Liquido (%)		65.1	
Limite Plastico (%)		27.5	
Indice Plasticidad (%)		38.6	
Clasificación SUCS		CH	
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.760	
	N°10	2.000	
	N°20	0.840	100.0
	N°30	0.590	99.8
	N°40	0.426	99.6
	N°60	0.250	99.0
	N°100	0.149	95.6
	N°200	0.074	93.7

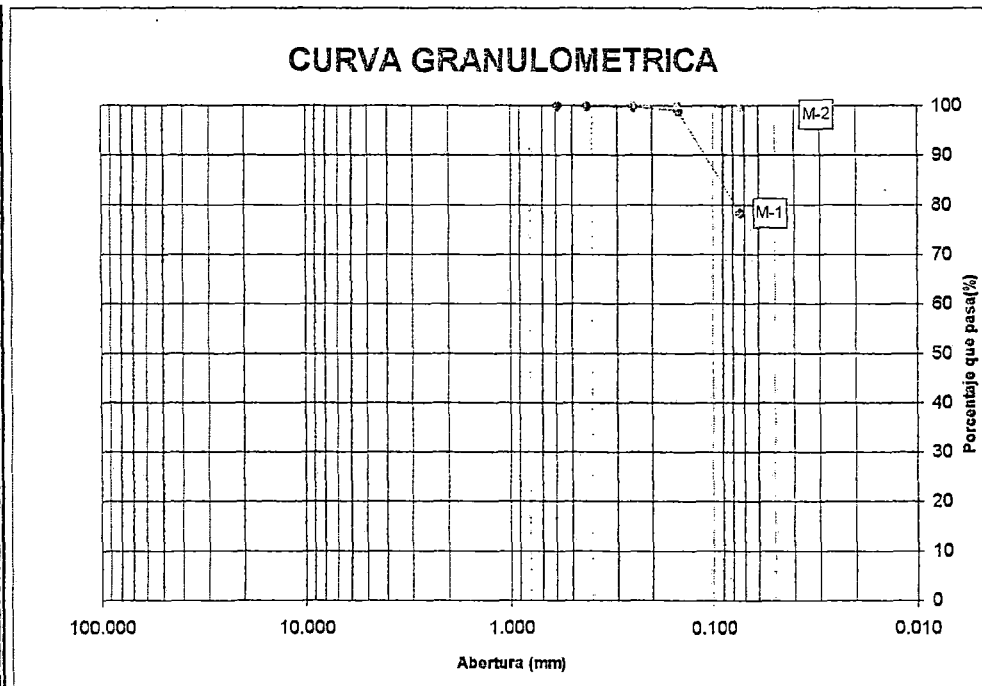


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-9	C-9	
Muestra		M-1	M-2	
Profundidad (m)		0.00-0.20	0.20-4.00	
Humedad (%)		25.2	34.0	
Pasa la Malla N°4		100.0	100.0	
Pasa la Malla N°200		78.4	99.5	
Límite Líquido (%)		37.6	56.3	
Límite Plástico (%)		18.6	27.5	
Índice Plástico (%)		19.0	28.8	
Clasificación SUCS		CL	CH	
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840		
	N°30	0.590	100.0	
	N°40	0.426	99.9	
	N°60	0.250	99.8	100.0
	N°100	0.149	99.0	99.9
	N°200	0.074	78.4	99.5

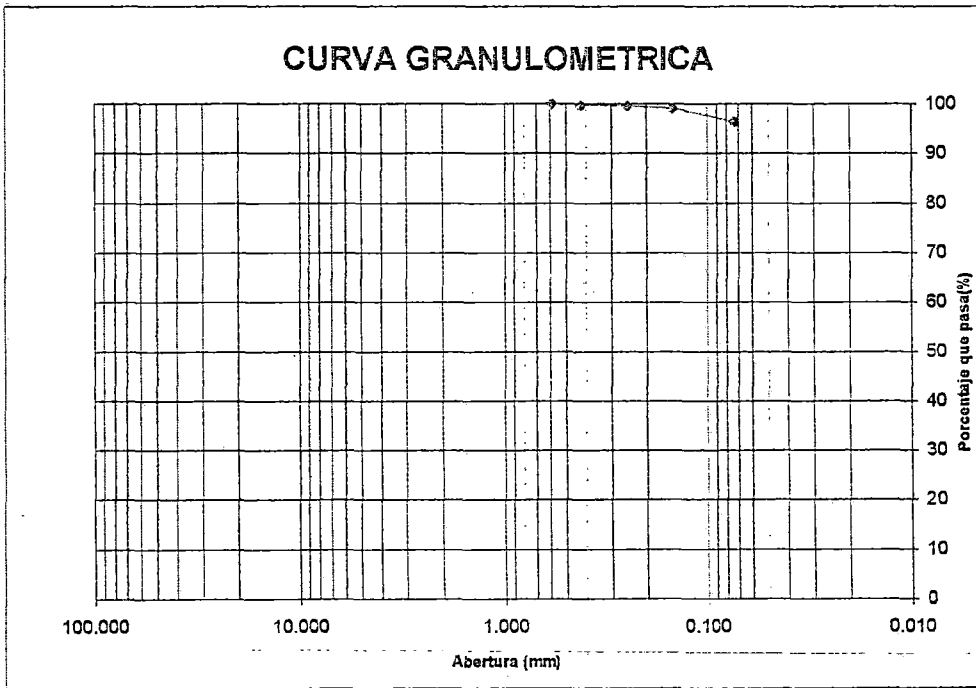


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata		C-10		
Muestra		M-1		
Profundidad (m)		0.10-4.00		
Humedad (%)		29.0		
Pasa la Malla N°4		100.0		
Pasa la Malla N°200		96.4		
Limite Liquido (%)		50.0		
Limite Plastico (%)		26.7		
Indice Plasticidad (%)		23.3		
Clasificación SUCS		CH		
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840		
	N°30	0.590	100.0	
	N°40	0.426	99.3	
	N°60	0.250	99.6	
	N°100	0.149	99.1	
	N°200	0.074	96.4	

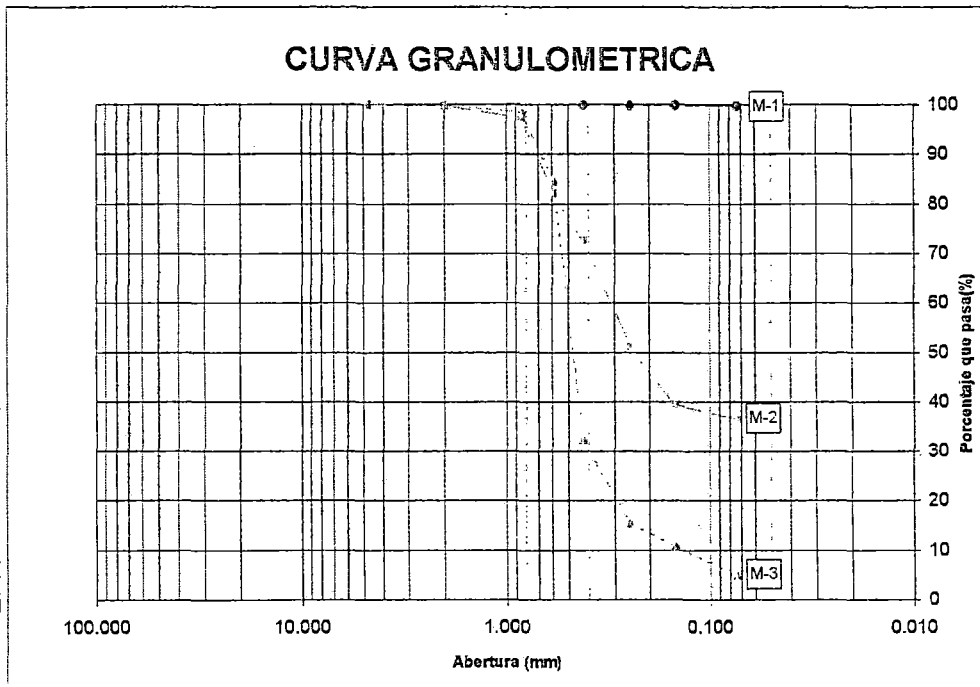


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-11	C-11	C-11
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)	0.10-2.20	2.20-2.60	2.60-3.20
Humedad (%)	31.2	29.1	19.4
Pasa la Malla N°4	100.0	100.0	100.0
Pasa la Malla N°200	99.8	36.4	4.8
Limite Liquido (%)	56.1	25.4	-
Limite Plastico (%)	29.1	14.8	NP
Indice Plasticidad (%)	27.0	10.6	NP
Clasificación SUCS	CH	SC	SP
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.760	100.0 100.0
	N°10	2.000	99.8 99.8
	N°20	0.840	97.3 98.4
	N°30	0.590	82.1 84.5
	N°40	0.426	100.0 72.6 32.2
	N°60	0.250	99.9 51.1 15.4
	N°100	0.149	99.9 39.4 10.7
	N°200	0.074	99.8 36.4 4.8

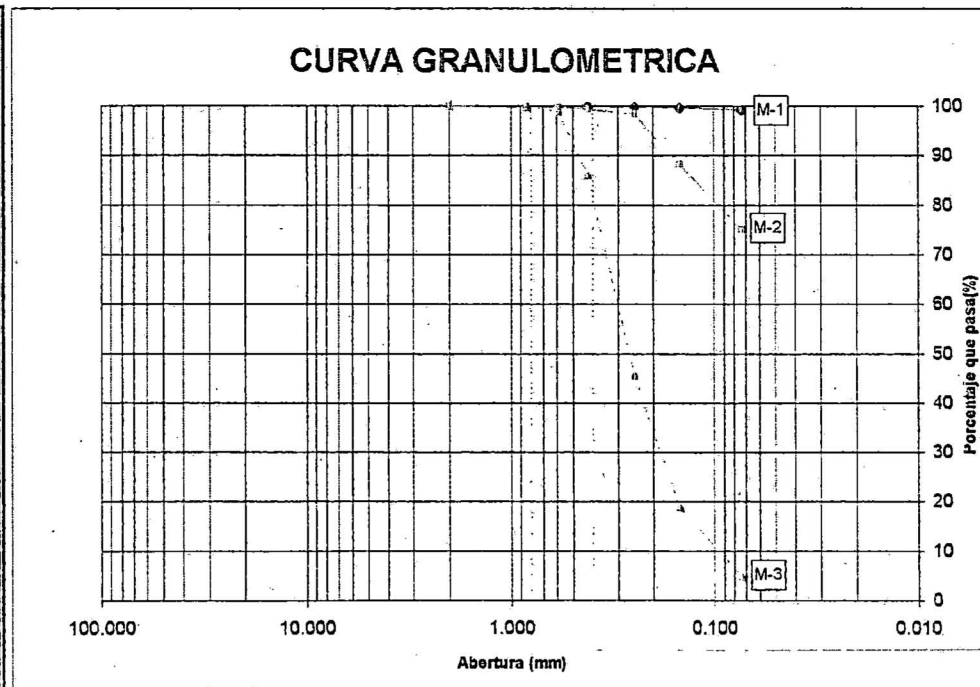


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-12	C-12	C-12
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)	0.30-1.70	1.70-2.50	2.50-3.50
Humedad (%)	29.3	39.5	22.6
Pasa la Malla N°4	100.0	100.0	100.0
Pasa la Malla N°200	99.2	75.1	4.8
Limite Liquido (%)	68.7	34.2	-
Limite Plastico (%)	27.1	22.4	NP
Indice Plasticidad (%)	41.6	11.8	NP
Clasificación SUCS	CH	CL	SP
Malla		% acumulado que pasa	
Tamiz	Abert. (mm)		
N°4	4.760		
N°10	2.000	100.0	100.0
N°20	0.840	99.9	99.7
N°30	0.590	99.8	99.0
N°40	0.426	100.0	99.4
N°60	0.250	99.9	98.4
N°100	0.149	99.8	88.4
N°200	0.074	99.2	75.1

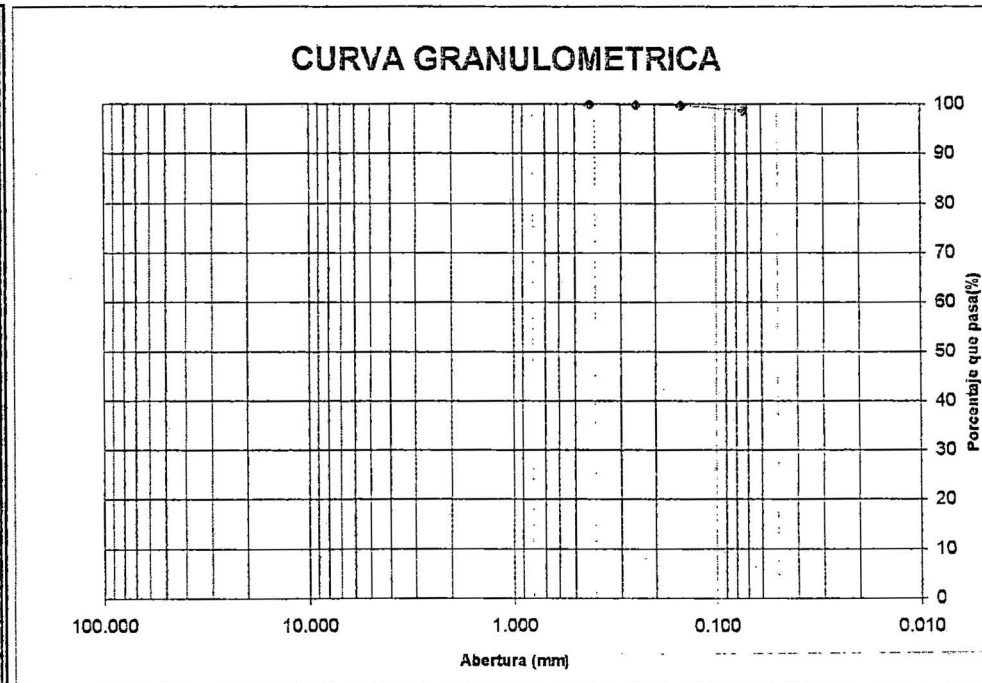


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-13			
Muestra	M-1			
Profundidad (m)	0.30-3.00			
Humedad (%)	68.4			
Pasa la Malla N°4	100.0			
Pasa la Malla N°200	98.7			
Limite Liquido (%)	69.2			
Limite Plastico (%)	27.2			
Indice Plasticidad (%)	42.0			
Clasificación SUCS	CH			
Malla				
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa	
	N°4	4.760		
	N°10	2.000		
	N°20	0.840		
	N°30	0.590		
	N°40	0.426	100.0	
	N°60	0.250	99.9	
	N°100	0.149	99.8	
	N°200	0.074	98.7	

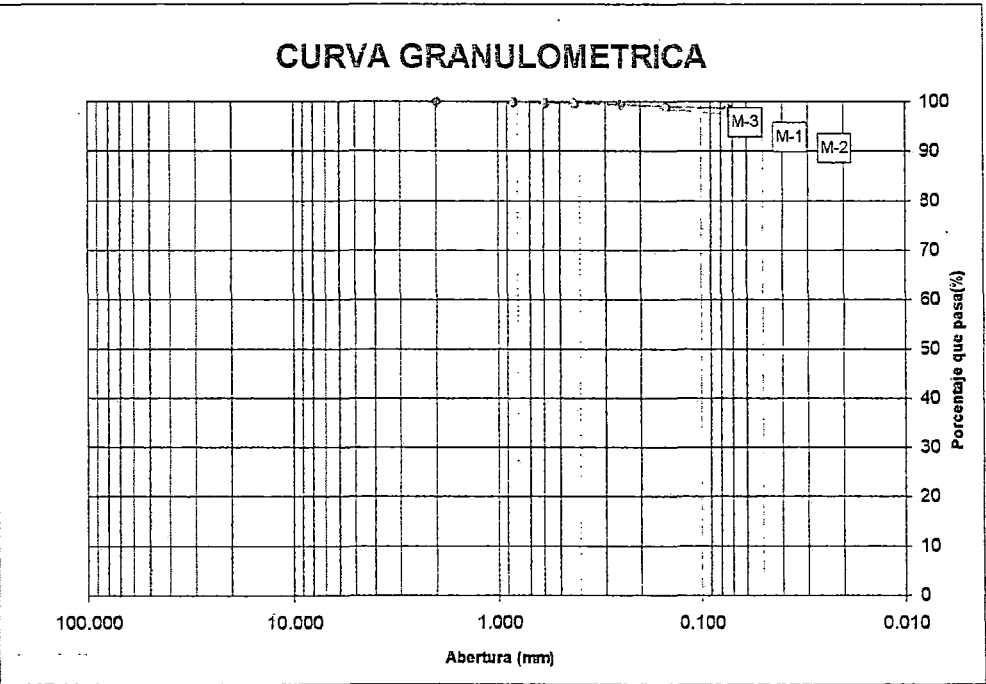


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización, Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata	C-14	C-14	C-14
Muestra	M-1	M-2	M-3
Profundidad (m)	0.30-1.20	1.20-2.60	2.60-4.00
Humedad (%)	31.0	42.0	65.4
Pasa la Malla N°4	100.0	100.0	100.0
Pasa la Malla N°200	98.6	97.4	98.7
Limite Liquido (%)	51.2	53.0	69.2
Limite Plastico (%)	27.4	17.0	27.2
Indice Plastico (%)	23.8	36.0	42.0
Clasificación SUCS	CH	CH	CH
Malla			
	Tamiz	Abert. (mm)	% acumulado que pasa
	N°4	4.750	
	N°10	2.000	100.0
	N°20	0.840	99.9 100.0 100.0
	N°30	0.590	99.8 99.9 99.8
	N°40	0.425	99.7 99.8 99.5
	N°60	0.250	99.5 99.6 99.4
	N°100	0.149	99.0 98.4 98.9
	N°200	0.074	98.6 97.4 98.7





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecanica de Suelos

INFORME N° - S98-1254

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : TESIS "EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO
 DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 UBICACION : PUNCHANA - IQUITOS
 FECHA : ENERO, 1999

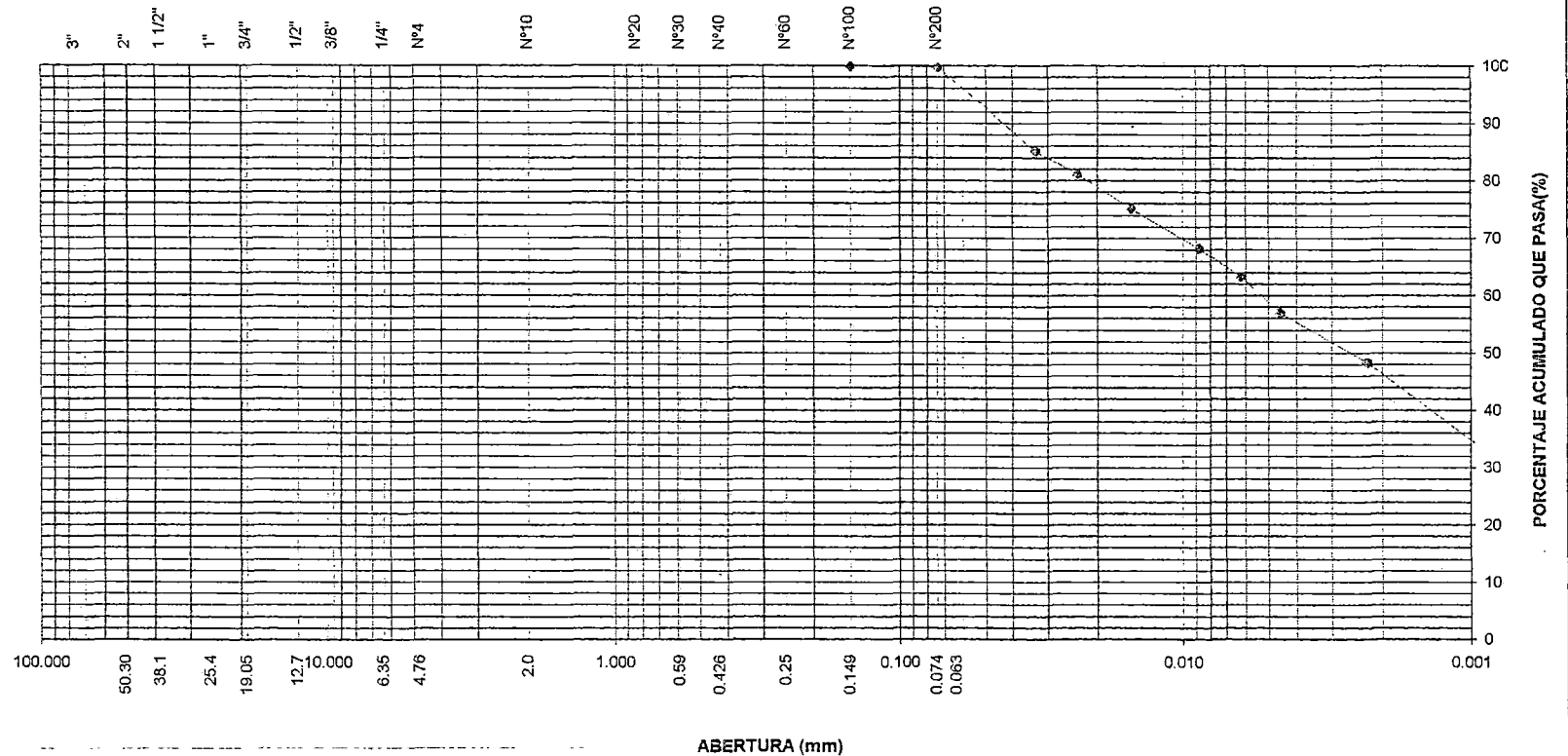
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR SEDIMENTACION
 ASTM D422**

Sondaje	C-5	Muestra	M-1	Prof.(m)	0.30-4.00
---------	-----	---------	-----	----------	-----------

L. Liquido	86.2	I. Plastic.	48.5	SUCS	CH
------------	------	-------------	------	------	----

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.000	
2"	50.300	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.525	
1/4"	6.350	
N°4	4.760	
N°10	2.000	
N°20	0.840	
N°30	0.590	
N°40	0.426	
N°60	0.250	
N°100	0.149	100
N°200	0.074	99.8
	0.0331	85.15
	0.0236	81.17
	0.0152	75.2
	0.0088	68.23
	0.0063	63.25
	0.0046	57.02
	0.0023	48.38
	0.0010	34.44
Limos (%)		36.55
Arcillas (%)		28.85
Coloides (%)		34.4

CURVA GRANULOMETRICA



INFORME N° S99- 345

SOLICITADO : Bachiller Hilario Chuquiano Agreda
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el diseño de la Laguna de Estabilización Dist.
Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
Fecha : Agosto de 1999

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

I.- ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080-90

I.1 Calicata : C-7
Muestra : M-2
Prof. (m) : 1.60-2.70
Clasif. SUCS : CH
Estado : Inalterado

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN

Especimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.35	6.35	6.35
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.775	1.775	1.775
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.327	1.327	1.327
Contenido De humedad inicial (%)	33.8	33.8	33.8
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.035	2.066	2.092
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.439	1.456	1.470
Contenido De humedad final (%)	41.4	41.9	42.3

ESFUERZOS

Especimen N°	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.4257	0.5837	0.7198

RESULTADOS

Angulo de fricción interna : 16°
Cohesión (kg/cm²) : 0.28



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N° 2 DE MECANICA DE SUELOS

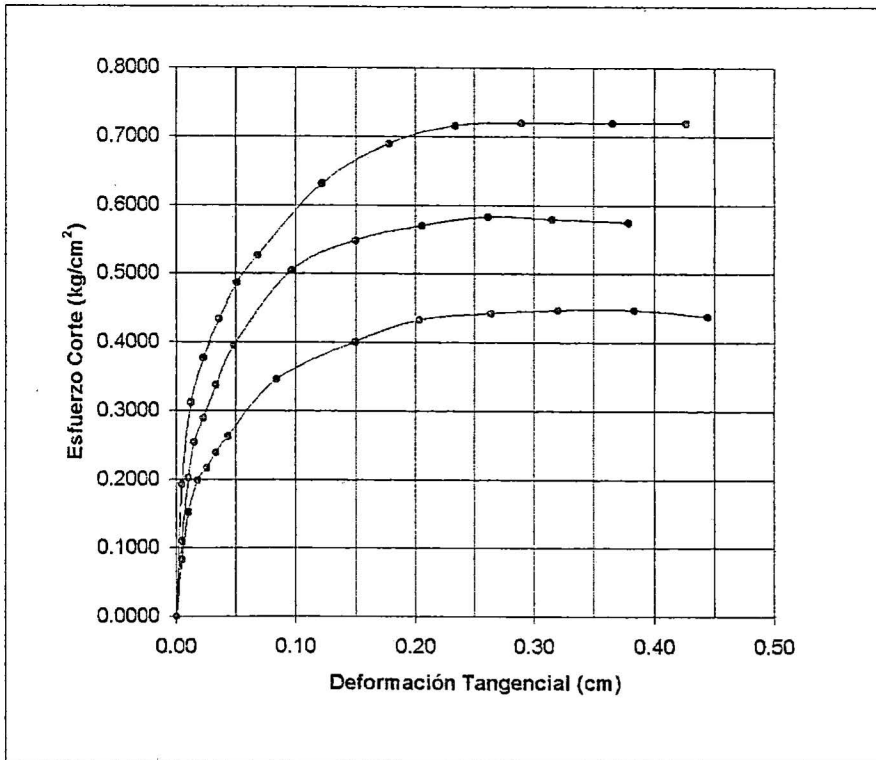
INFORME N° S99-345

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el iseño de la Laguna de Estabilización,
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
FECHA : Agosto 1999

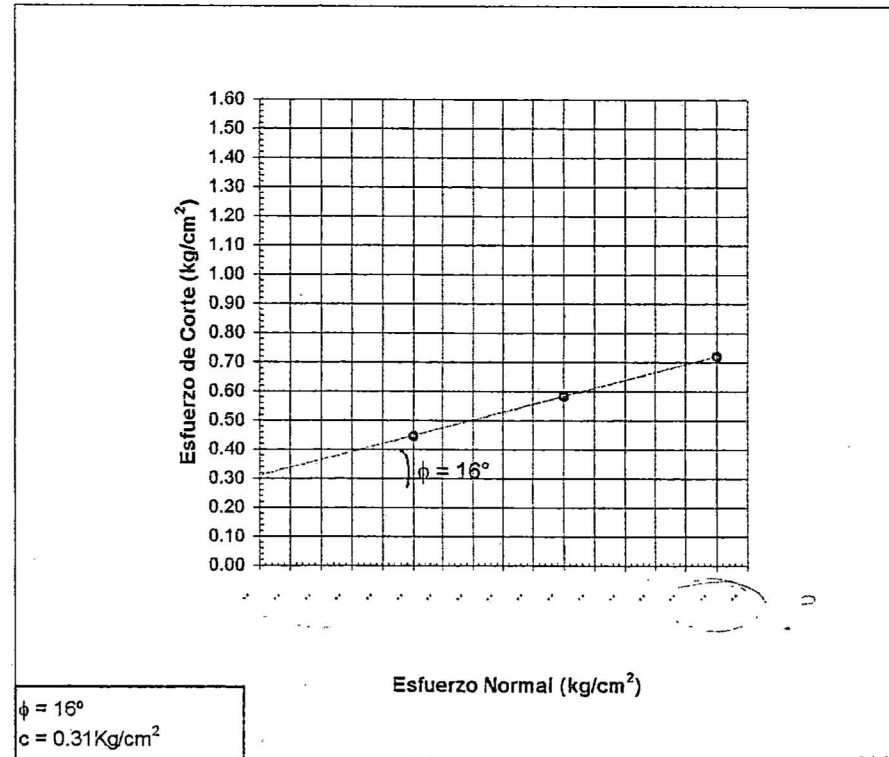
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

Calicata : C-7
Muestra : M-2
Prof.(m) : 1.60-2.70

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



**ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL
ASTM D2435**

INFORME N° : S99-345

SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA

**PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto**

UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto

FECHA : Agosto 1999

Calicata : C-7

Muestra : M-1

Prof(m) : 1.50

Estado : Inalterado

DATOS DEL ESPECIMEN

Altura (H ₁)	(mm)	38.0
Diámetro	(cm)	11.2
Altura de sólidos (H _s)	(mm)	21.0
Gravedad específica relativa de sólidos (S _s)		2.61

Grado de Saturación inicial (G ₁)	(%)	96.4
Grado de Saturación inicial (G ₂)	(%)	105.7
Humedad inicial (W ₁)	(%)	29.9
Humedad final (W ₂)	(%)	30.5

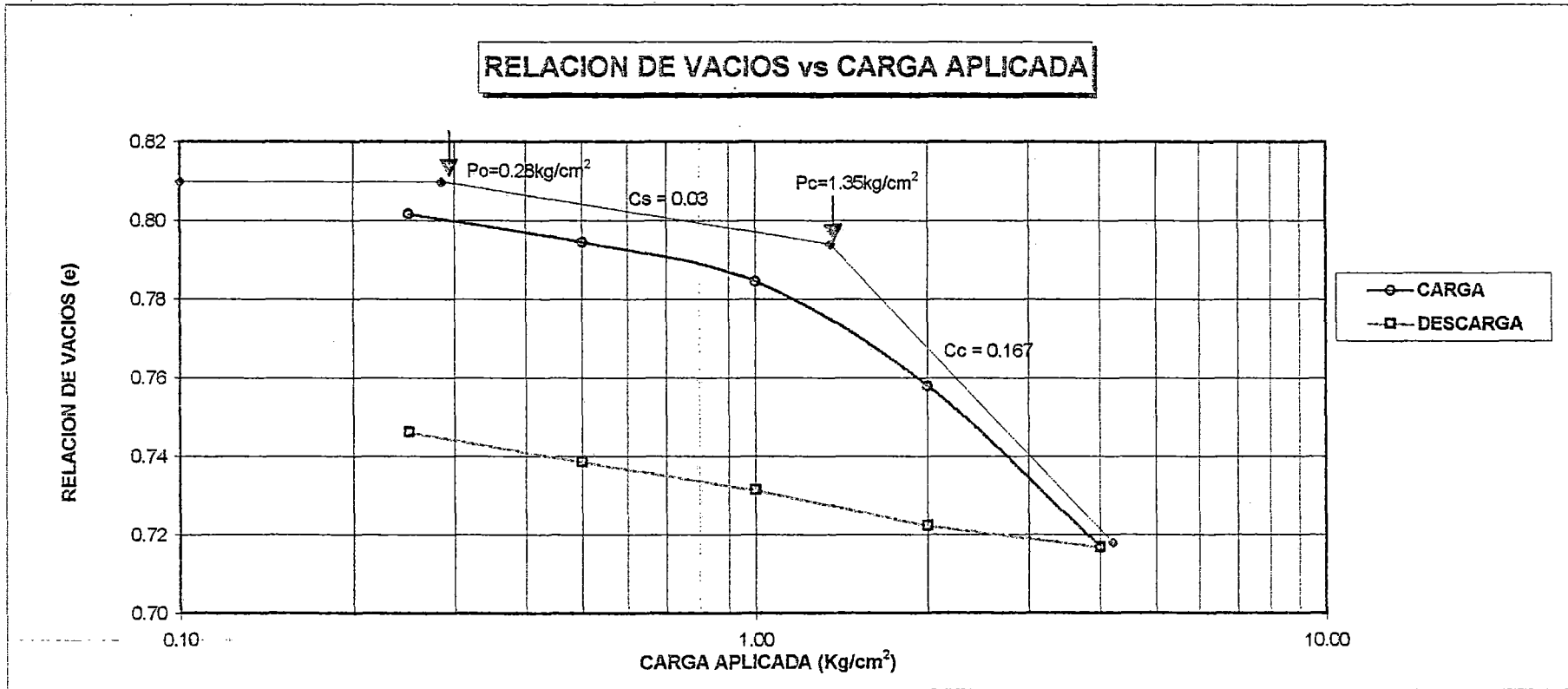
Carga Aplicada (Kg/cm ²)	Lectura Final (mm)	Asent. (mm)	Altura Promedio (mm)	Relación de Vacíos (e)	Contenido de agua (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Consolid. (%)	Altura Drenada (mm)
0.00	0.000	0.000	17.004	0.810	31.029	1.442	0.00	8.50
0.25	0.170	0.170	16.834	0.802	30.719	1.449	0.45	8.42
0.50	0.321	0.321	16.683	0.795	30.443	1.454	0.84	8.34
1.00	0.531	0.531	16.473	0.785	30.060	1.463	1.40	8.24
2.00	1.090	1.090	15.914	0.758	29.040	1.485	2.87	7.96
4.00	1.953	1.953	15.051	0.717	27.465	1.520	5.14	7.53
2.00	1.838	1.838	15.166	0.722	27.675	1.515	4.84	7.58
1.00	1.648	1.648	15.356	0.731	28.022	1.507	4.34	7.68
0.50	1.498	1.498	15.506	0.739	28.295	1.501	3.94	7.75
0.25	1.338	1.338	15.666	0.746	28.587	1.495	3.52	7.83
0.00	1.209	1.209	15.795	0.752	28.823	1.489	3.18	7.90

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de suelos

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL
ASTM D2435

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE: BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACION : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata : C-7
Muestra : M-1
Prof(m) : 1.5
Estado : Inalterado



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL ASTM D2435

INFORME N° : S99-345

SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA

PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto

UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto

FECHA : Agosto 1999

Calicata : C-10

Muestra : M-1

Prof(m) : 1.50

Estado : Inalterado

DATOS DEL ESPECIMEN

Altura (H ₁)	(mm)	38.0
Diámetro	(cm)	11.2
Altura de sólidos (H _s)	(mm)	21.8
Gravedad específica relativa de sólidos (S _s)		2.6

Grado de Saturación inicial (G ₁)	(%)	100.0
Grado de Saturación inicial (G ₂)	(%)	110.1
Humedad inicial (W ₁)	(%)	28.6
Humedad final (W ₂)	(%)	29.5

Carga Aplicada (Kg/cm ²)	Lectura Final (mm)	Asent. (mm)	Altura Promedio (mm)	Relación de Vacíos (e)	Contenido de agua (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Consolid. (%)	Altura Drenada (mm)
0.00	0.000	0.000	16.192	0.743	28.558	1.492	0.00	8.10
0.25	0.235	0.235	15.957	0.732	28.143	1.501	0.62	7.98
0.50	0.295	0.295	15.897	0.729	28.038	1.504	0.78	7.95
1.00	0.503	0.503	15.689	0.719	27.671	1.512	1.32	7.84
2.00	1.002	1.002	15.190	0.697	26.791	1.533	2.64	7.60
4.00	1.595	1.595	14.597	0.669	25.745	1.557	4.20	7.30
2.00	1.489	1.489	14.703	0.674	25.932	1.553	3.92	7.35
1.00	1.303	1.303	14.889	0.683	26.260	1.545	3.43	7.44
0.50	1.218	1.218	14.974	0.687	26.410	1.542	3.21	7.49
0.25	1.101	1.101	15.091	0.692	26.616	1.537	2.90	7.55
0.00	1.030	1.030	15.162	0.695	26.741	1.534	2.71	7.58

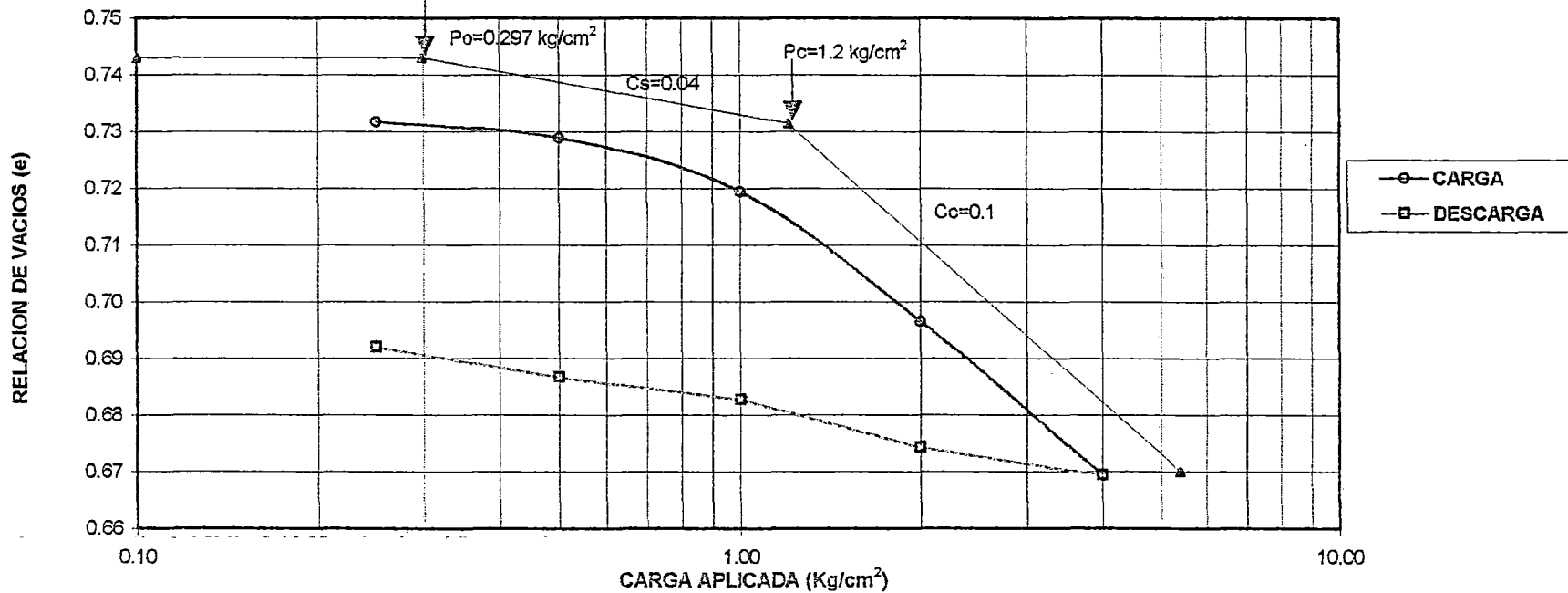
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de suelos

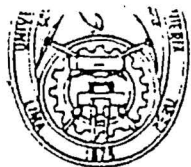
ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL
ASTM D2435

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE: BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACION : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

Calicata : C-10
Muestra : M-1
Prof(m) : 1.5
Estado : Inalterado

RELACION DE VACIOS vs CARGA APLICADA





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Fco. Secada Vignetta

CALICATA : C-1
 MUESTRA : MI-1
 ESTADO : Inalterada
 CLASIF. SUCS : CH
 PROFUNDIDAD : 0.90-1.50
 HUMEDAD INIC. : 43.82 %
 HUMEDAD FIN. : 36.61 %
 G. SATURAC. IN.: 95.67 %
 G. SATURAC. FN.: 94.41 %
 FECHA INICIO : 28/05/90
 FECHA TERMINO : 22/06/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA	MUESTRA : MI-1
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS	ESTADO : Inalterada
UBICACION : Fco. Secada Vignetta	DIAMETRO = 5.95 cm
FECHA INICIO : 28/05/90	ALTURA = 1.89 cm
FECHA TERMINO : 22/06/90	GRAV. ESP. = 2.67 gr/cm ³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.00	10.265	0:000	18.90	1.223	1.201	0.00	9.45	
0.10	10.233	0.032	18.88	1.219	1.203	0.17	9.44	
0.20	10.122	0.143	18.83	1.206	1.210	0.76	9.41	0.232
0.40	9.921	0.344	18.73	1.182	1.223	1.82	9.36	0.129
0.80	9.582	0.683	18.56	1.143	1.246	3.61	9.28	0.100
1.60	8.818	1.447	18.18	1.053	1.301	7.66	9.09	0.414
3.20	7.680	2.585	17.61	0.919	1.391	13.68	8.80	0.389
6.40	6.506	3.759	17.02	0.781	1.499	19.89	8.51	0.190
3.20	6.565	3.700	17.05	0.788	1.493	19.58	8.53	
1.60	6.674	3.591	17.10	0.801	1.483	19.00	8.55	
0.80	6.797	3.468	17.17	0.815	1.471	18.35	8.58	
0.40	6.920	3.345	17.23	0.830	1.459	17.70	8.61	
0.20	6.999	3.266	17.27	0.839	1.452	17.28	8.63	
0.10	7.077	3.188	17.31	0.848	1.445	16.87	8.65	

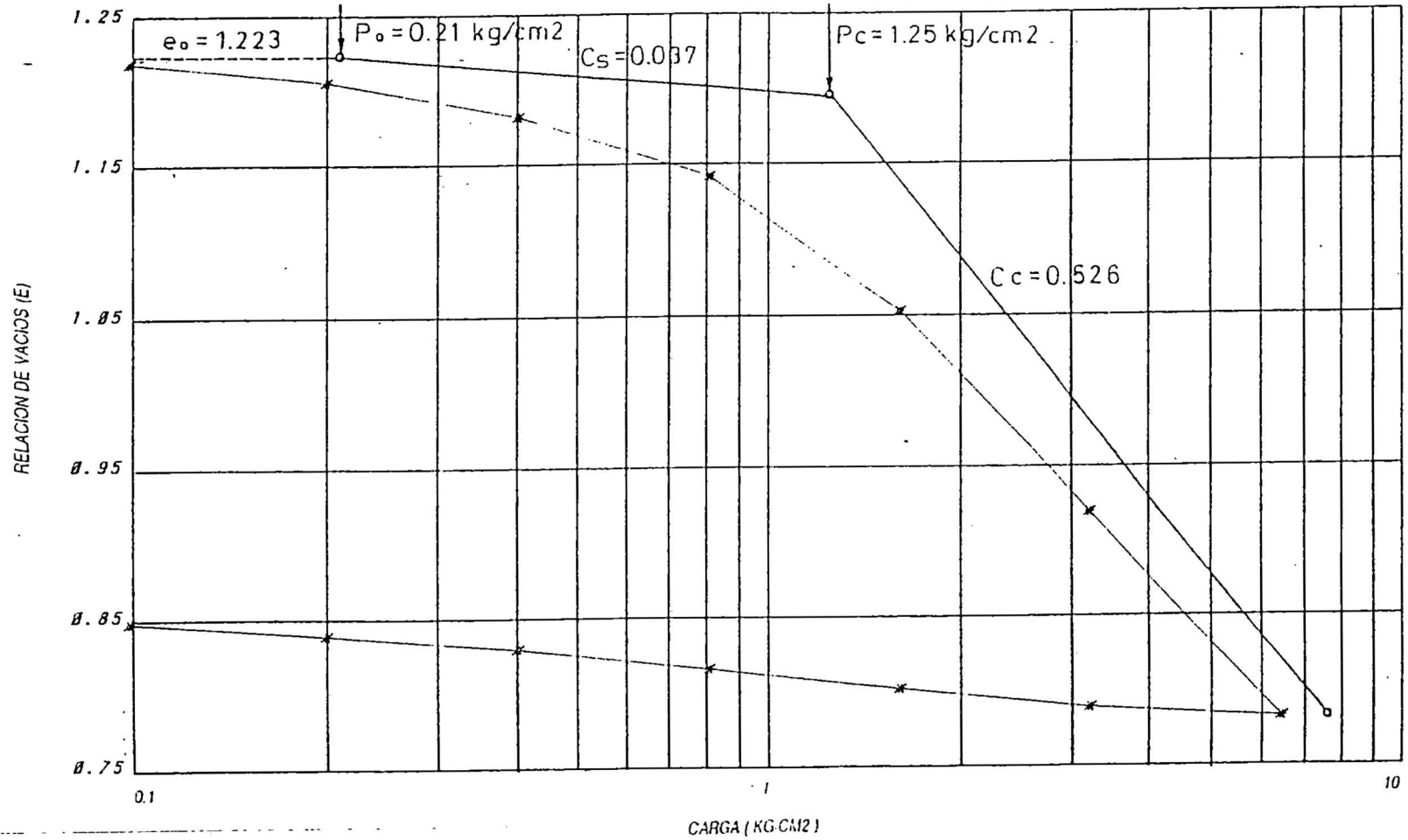
COEFICIENTE DE COMPRESION	Cc = 0.526
COEFICIENTE DE EXPANSION	Cs = 0.037
RELACION DE VACIOS INICIAL	e. = 1.223
PRESION DE CONSOLIDACION	Pc = 1.25 Kg/cm ²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Fco. Saceda Vignetta
 FECHA : 23/06/98

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M1-1
 ESTADO : Inalterada





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : Fco. Secada Vignetta

CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-2
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.60-1.90
HUMEDAD INIC. : 29.82 %
HUMEDAD FIN. : 33.52 %
G. SATURAC. IN. : 82.90 %
G. SATURAC. FN. : 98.91 %
FECHA INICIO : 15/10/90
FECHA TERMINO : 26/10/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA	MUESTRA : MI-2
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS	ESTADO : Inalterada
UBICACION : Fco. Secada Vignetta	DIAMETRO = 5.98 cm
FECHA INICIO : 15/10/90	ALTURA = 2.04 cm
FECHA TERMINO : 26/10/90	GRAV. ESP. = 2.65 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.00	12.141	0.000	20.40	0.953	1.357	0.00	10.20	
0.10	12.136	0.005	20.40	0.953	1.357	0.02	10.20	
0.20	12.106	0.035	20.38	0.950	1.359	0.17	10.19	0.064
0.40	12.003	0.138	20.33	0.940	1.366	0.68	10.17	0.036
0.80	11.849	0.292	20.25	0.925	1.377	1.43	10.13	0.139
1.60	11.589	0.552	20.12	0.900	1.395	2.71	10.06	0.215
3.20	11.129	1.012	19.89	0.856	1.428	4.96	9.95	0.210
6.40	10.302	1.839	19.48	0.777	1.491	9.01	9.74	0.089
3.20	10.383	1.758	19.52	0.785	1.485	8.62	9.76	
1.60	10.521	1.620	19.59	0.798	1.474	7.94	9.80	
0.80	10.698	1.443	19.68	0.815	1.460	7.07	9.84	
0.40	10.821	1.320	19.74	0.827	1.451	6.47	9.87	
0.20	10.949	1.192	19.80	0.839	1.441	5.84	9.90	
0.10	10.993	1.148	19.83	0.843	1.438	5.63	9.91	

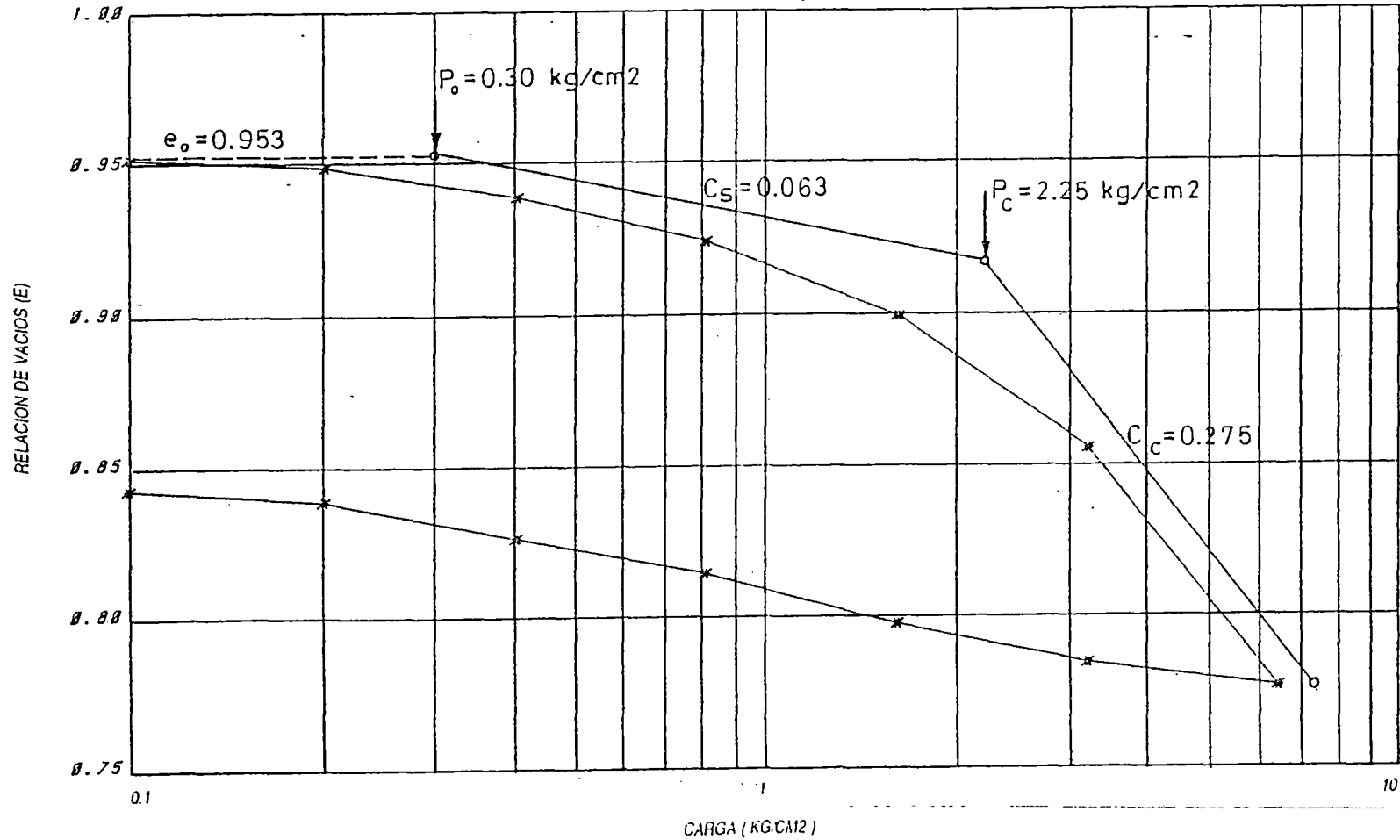
COEFICIENTE DE COMPRESION	Cc = 0.275
COEFICIENTE DE EXPANSION	Cs = 0.063
RELACION DE VACIOS INICIAL	e. = 0.953
PRESION DE CONSOLIDACION	Pc = 2.25 Kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Fca. Sacada Vignetta
 FECHA : 27/10/98

CALICATA : C-1
 MUESTRA : M1-2
 ESTADO : Inalterada





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : Av. Las Orquideas Cdra. 3

CALICATA : C-2
MUESTRA : MI-1
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.00-1.50
HUMEDAD INIC. : 36.41 %
HUMEDAD FIN. : 39.91 %
G. SATURAC. IN. : 88.39 %
G. SATURAC. FIN. : 100.00 %
FECHA INICIO : 03/11/90
FECHA TERMINO : 15/11/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA	MUESTRA : MI-1
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS	ESTADO : Inalterada
UBICACION : Av. Las Orquideas Cdra. 3	DIAMETRO = 5.96 cm
FECHA INICIO : 03/11/90	ALTURA = 1.93 cm
FECHA TERMINO : 15/11/90	GRAV. ESP. = 2.66 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.00	4.838	0.000	19.27	1.096	1.269	0.00	9.64	
0.10	4.859	-0.021	19.23	1.098	1.268	-0.11	9.64	
0.20	4.841	-0.003	19.27	1.096	1.269	-0.02	9.64	0.064
0.40	4.761	0.077	19.23	1.087	1.274	0.40	9.62	0.271
0.80	4.571	0.267	19.14	1.067	1.287	1.39	9.57	0.194
1.60	4.231	0.607	18.97	1.030	1.310	3.15	9.48	0.113
3.20	3.681	1.157	18.69	0.970	1.350	6.00	9.35	0.185
6.40	3.001	1.837	18.35	0.896	1.403	9.53	9.18	0.079
3.20	3.068	1.770	18.39	0.903	1.398	9.19	9.19	
1.60	3.228	1.610	18.47	0.921	1.385	8.35	9.23	
0.80	3.379	1.459	18.54	0.937	1.373	7.57	9.27	
0.40	3.512	1.326	18.61	0.952	1.363	6.88	9.30	
0.20	3.653	1.185	18.68	0.967	1.352	6.15	9.34	
0.10	3.718	1.120	18.71	0.974	1.347	5.81	9.36	

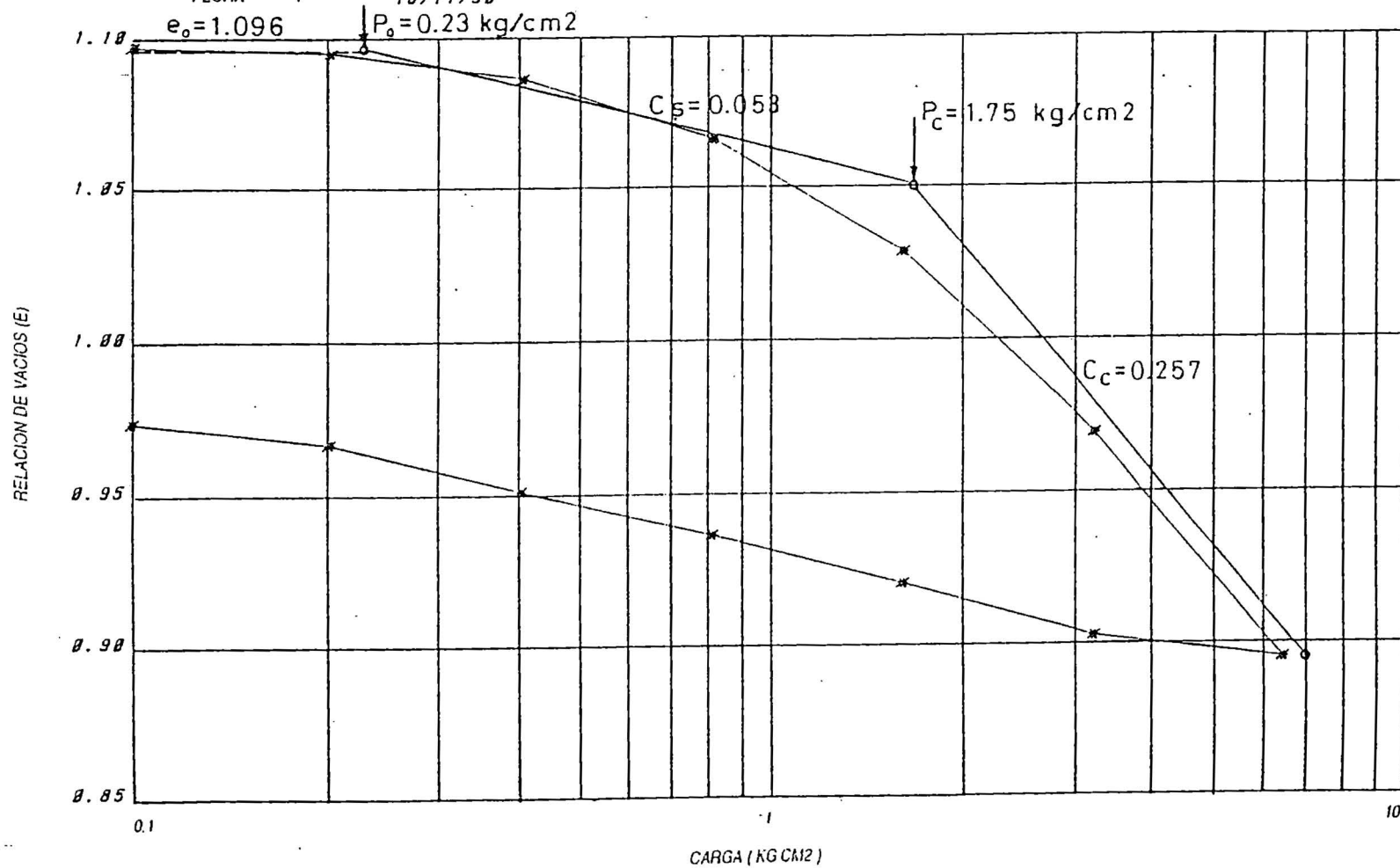
COEFICIENTE DE COMPRESION	Cc = 0.257
COEFICIENTE DE EXPANSION	Cs = 0.053
RELACION DE VACIOS INICIAL	e. = 1.096
PRESION DE CONSOLIDACION	Pc = 1.75 Kg/cm2

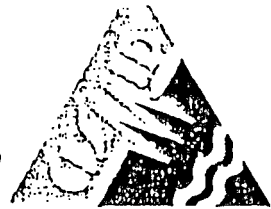
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm^2)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITUS
 UBICACION : Av. Las Orquideas Cdra. 3
 FECHA : 16/11/98

CALICATA : C-2
 MUESTRA : M1-1
 ESTADO : Inalterada





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : Urb. Calvo de Araujo

CALICATA : C-4
MUESTRA : MI-1
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.80-2.10
HUMEDAD INIC. : 22.41 %
HUMEDAD FIN. : 24.36 %
G. SATURAC. IN.: 87.36 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 28/05/91
FECHA TERMINO : 10/06/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 2

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA	MUESTRA : MI-1
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS	ESTADO : Inalterada
UBICACION : Urb. Calvo de Araujo	DIAMETRO = 6.00 cm
FECHA INICIO : 28/05/91	ALTURA = 1.91 cm
FECHA TERMINO : 10/06/91	GRAV. ESP. = 2.65 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.00	5.440	0.000	19.12	0.680	1.578	0.00	9.56	
0.10	5.425	0.015	19.11	0.678	1.579	0.08	9.56	
0.20	5.389	0.051	19.09	0.675	1.582	0.27	9.55	
0.40	5.244	0.196	19.02	0.662	1.594	1.03	9.51	0.048
0.80	5.061	0.379	18.93	0.646	1.610	1.98	9.47	0.248
1.60	4.869	0.571	18.83	0.630	1.626	2.99	9.42	0.260
3.20	4.564	0.876	18.68	0.603	1.653	4.58	9.34	0.242
6.40	4.072	1.368	18.44	0.560	1.699	7.15	9.22	0.235
3.20	4.110	1.330	18.46	0.563	1.696	6.96	9.23	
1.60	4.200	1.240	18.50	0.571	1.687	6.49	9.25	
0.80	4.297	1.143	18.55	0.579	1.678	5.98	9.27	
0.40	4.390	1.050	18.60	0.587	1.669	5.49	9.30	
0.20	4.440	1.000	18.62	0.592	1.665	5.23	9.31	
0.10	4.531	0.909	18.67	0.600	1.656	4.75	9.33	

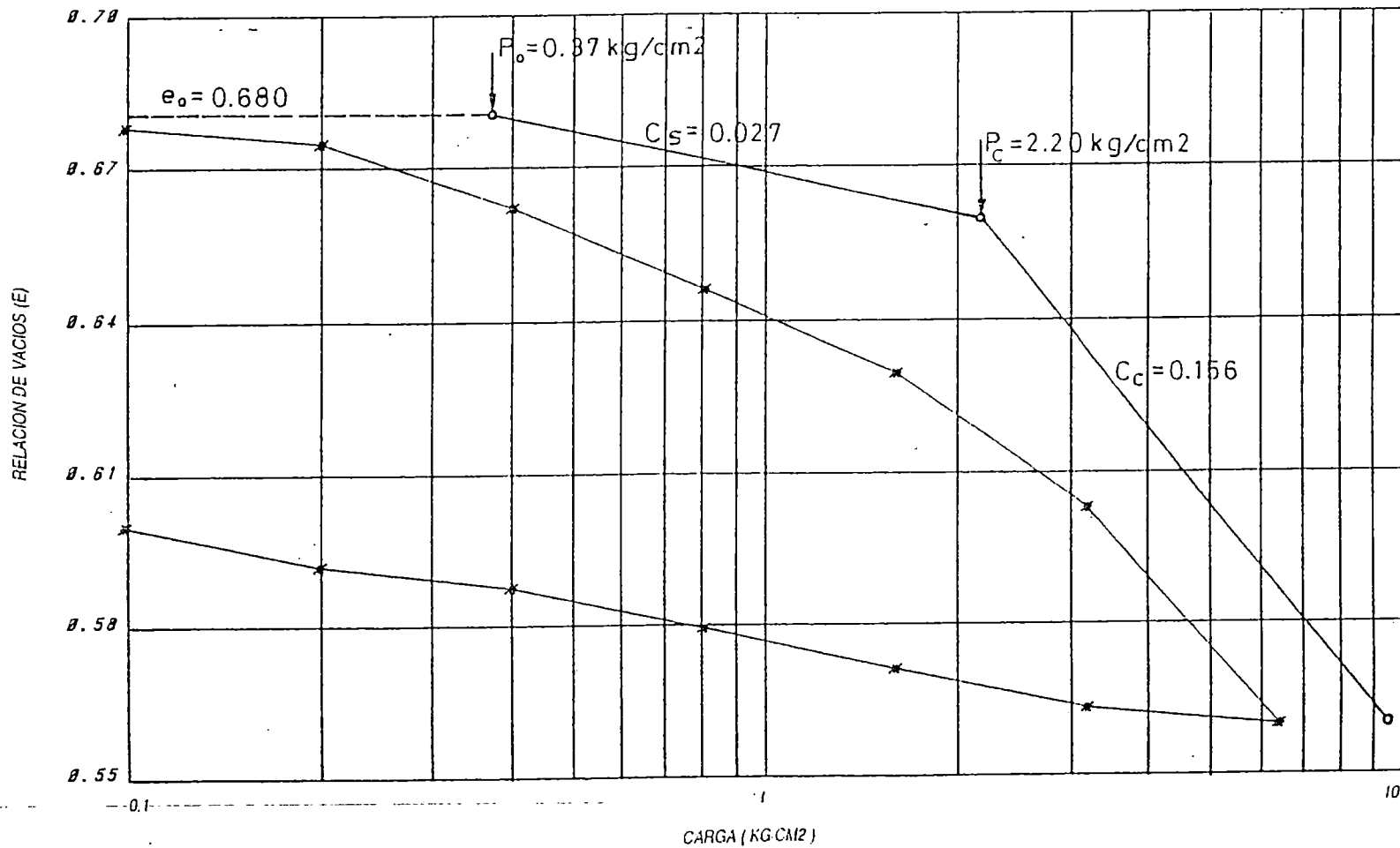
COEFICIENTE DE COMPRESION	Cc = 0.156
COEFICIENTE DE EXPANSION	Cs = 0.027
RELACION DE VACIOS INICIAL	e. = 0.680
PRESION DE CONSOLIDACION	Pc = 2.20 Kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Urb. Calvo de Araujo
 FECHA : 11/06/91

CALICATA : C-4
 MUESTRA : M1-1
 ESTADO : Inalterada





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : A.H. 9 de Octubre

CALICATA : C-5
MUESTRA : MI-1
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.95-2.20
HUMEDAD INIC. : 40.20 %
HUMEDAD FIN. : 39.47 %
G. SATURAC. IN.: 99.86 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 16/05/91
FECHA TERMINO : 28/05/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 2

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA	MUESTRA : MI-1
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS	ESTADO : Inalterada
UBICACION : A.H. 9 de Octubre	DIAMETRO = 5.95 cm
FECHA INICIO : 16/05/91	ALTURA = 1.92 cm
FECHA TERMINO : 28/05/91	GRAV. ESP. = 2.69 gr/cm ³

CARGA (Kg/cm ²)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm ² /min)
0.00	8.329	0.000	19.17	1.083	1.292	0.00	9.59	
0.10	8.326	0.003	19.17	1.083	1.292	0.02	9.58	
0.20	8.319	0.010	19.17	1.082	1.292	0.05	9.58	
0.40	8.230	0.099	19.12	1.072	1.298	0.52	9.56	0.268
0.80	8.040	0.289	19.03	1.051	1.311	1.51	9.51	0.066
1.60	7.724	0.605	18.87	1.017	1.334	3.16	9.43	0.112
3.20	6.982	1.347	18.50	0.936	1.389	7.03	9.25	0.063
6.40	6.137	2.192	18.07	0.845	1.458	11.43	9.04	0.023
3.20	6.217	2.112	18.11	0.853	1.451	11.02	9.06	
1.60	6.561	1.768	18.29	0.891	1.423	9.22	9.14	
0.80	6.829	1.500	18.42	0.920	1.401	7.82	9.21	
0.40	7.052	1.277	18.53	0.944	1.384	6.66	9.27	
0.20	7.095	1.234	18.55	0.949	1.380	6.44	9.28	
0.10	7.142	1.187	18.58	0.954	1.377	6.19	9.29	

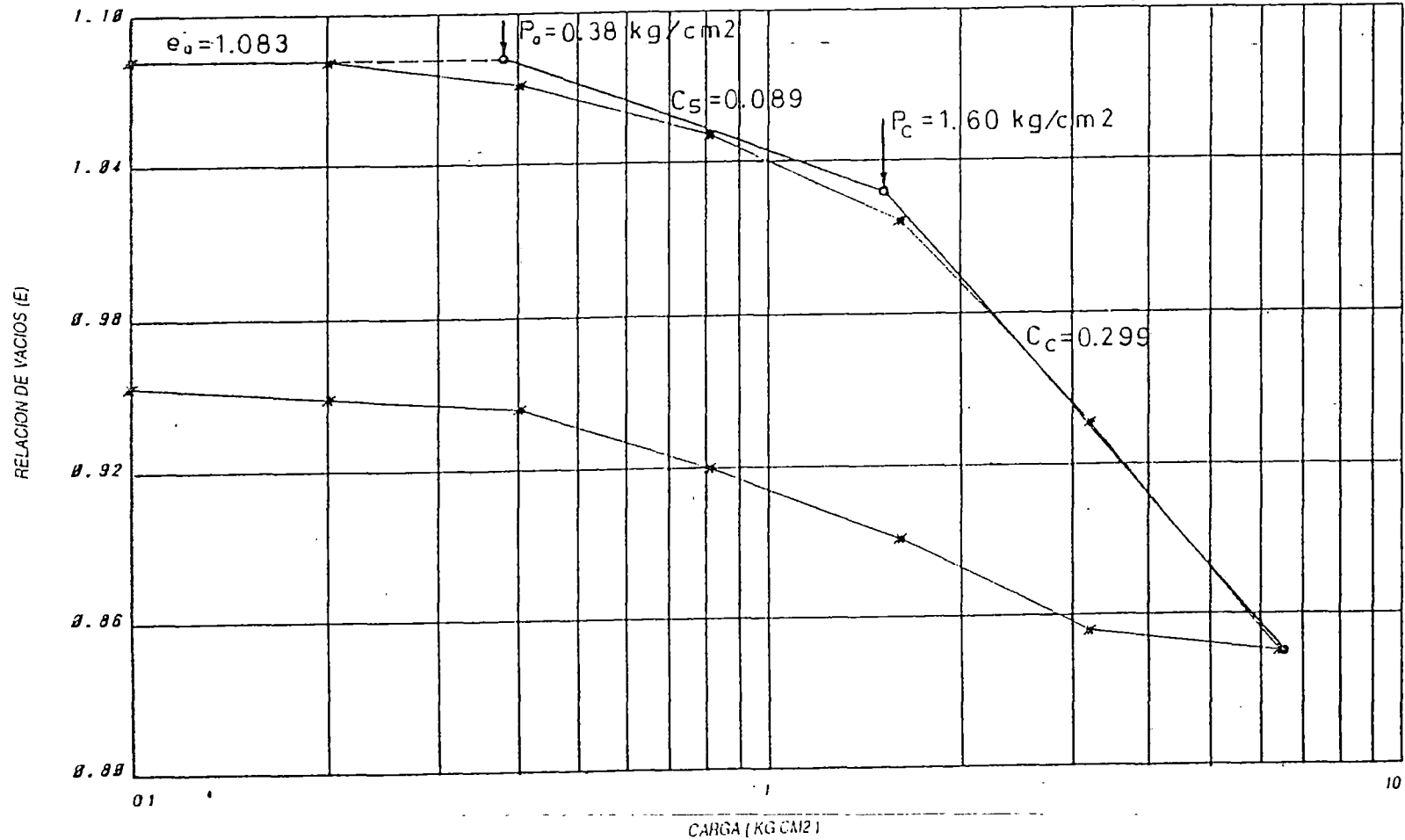
COEFICIENTE DE COMPRESION	Cc = 0.299
COEFICIENTE DE EXPANSION	Cs = 0.089
RELACION DE VACIOS INICIAL	e. = 1.083
PRESION DE CONSOLIDACION	Pc = 1.60 Kg/cm ²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm^2)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : A.H. 9 de Octubre
 FECHA : 08/05/91

CALICATA : C-5
 MUESTRA : M1-1
 ESTADO : Inalterada





ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : Garcilaso de La Vega

CALICATA : C-6
MUESTRA : MI-1
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.30-1.50
HUMEDAD INIC. : 26.09 %
HUMEDAD FIN. : 27.00 %
G. SATURAC. IN.: 92.97 %
G. SATURAC. FN.: 100.00 %
FECHA INICIO : 22/05/91
FECHA TERMINO : 04/06/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA MUESTRA : MI-1
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS ESTADO : Inalterada
 UBICACION : Garcilaso de la Vega DIAMETRO = 6.00 cm
 FECHA INICIO : 22/05/91 ALTURA = 1.92 cm
 FECHA TERMINO : 04/06/91 GRAV. ESP. = 2.64 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.00	3.751	0.000	19.20	0.741	1.516	0.00	9.60	
0.10	3.728	0.023	19.19	0.739	1.518	0.12	9.59	
0.20	3.690	0.061	19.17	0.735	1.521	0.32	9.58	
0.40	3.607	0.144	19.13	0.728	1.528	0.75	9.56	0.031
0.80	3.489	0.262	19.07	0.717	1.537	1.36	9.53	0.267
1.60	3.341	0.410	19.00	0.704	1.549	2.14	9.50	0.250
3.20	3.090	0.661	18.87	0.681	1.570	3.44	9.43	0.189
6.40	2.621	1.130	18.64	0.639	1.611	5.89	9.32	0.184
3.20	2.655	1.096	18.65	0.642	1.608	5.71	9.33	
1.60	2.737	1.014	18.69	0.649	1.601	5.28	9.35	
0.80	2.826	0.925	18.74	0.657	1.593	4.82	9.37	
0.40	2.911	0.840	18.78	0.665	1.586	4.38	9.39	
0.20	2.990	0.761	18.82	0.672	1.579	3.96	9.41	
0.10	3.019	0.732	18.83	0.675	1.577	3.81	9.42	

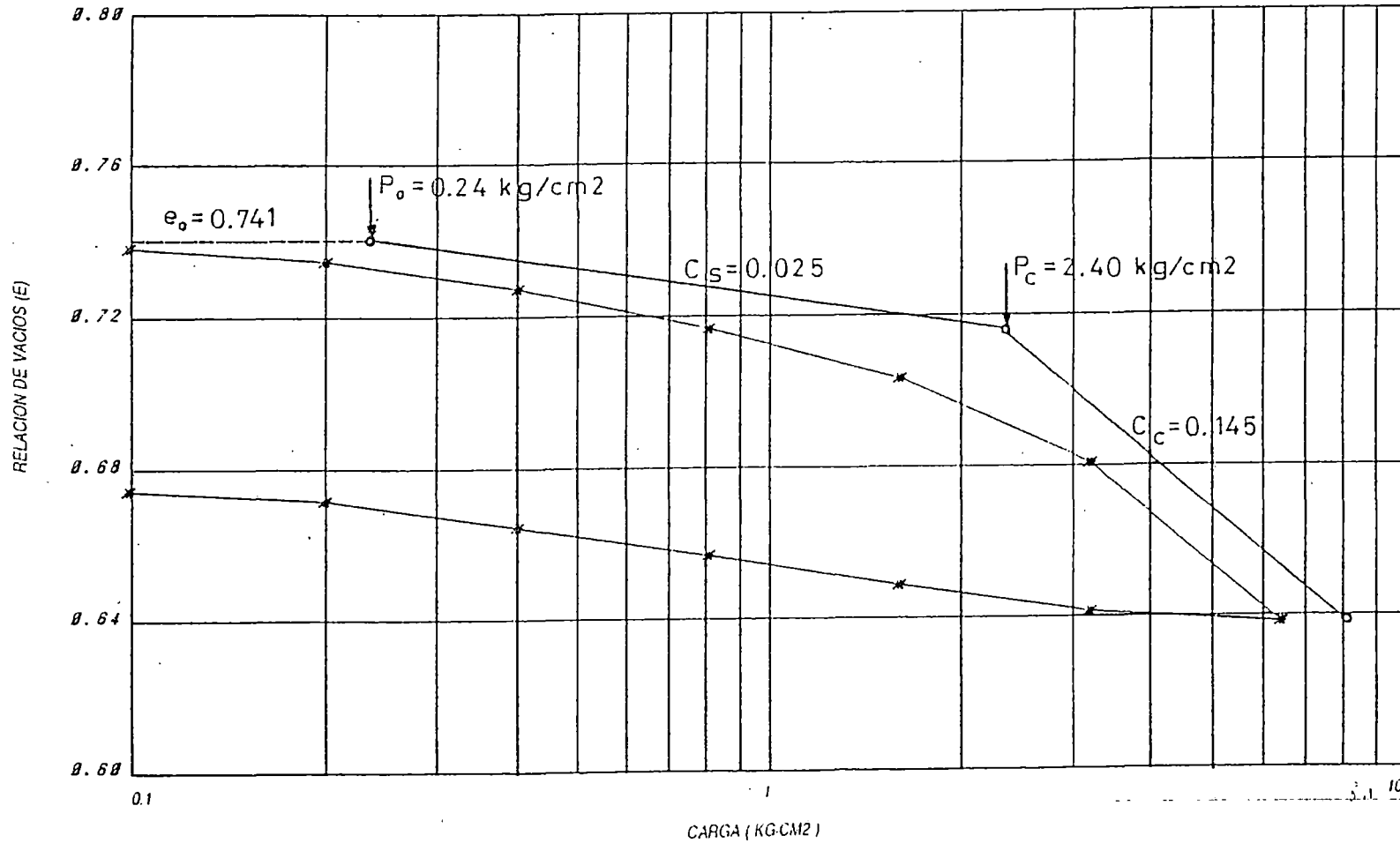
COEFICIENTE DE COMPRESION Cc = 0.145
 COEFICIENTE DE EXPANSION Cs = 0.025
 RELACION DE VACIOS INICIAL e. = 0.741
 PRESION DE CONSOLIDACION Pc = 2.40 Kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm^2)

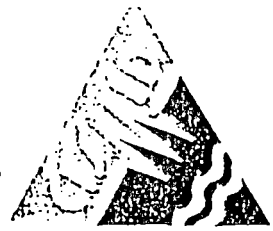
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Garcilaso de la Vega
 FECHA : 15/06/91

CALICATA : C-6
 MUESTRA : H1-1
 ESTADO : Inalterada





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
UBICACION : Atlantida y Jose Galvez

CALICATA : C-7
MUESTRA : MI-1
ESTADO : Inalterada
CLASIF. SUCS : CH
PROFUNDIDAD : 1.80-2.10
HUMEDAD INIC. : 27.31 %
HUMEDAD FIN. : 24.45 %
G. SATURAC. IN. : 88.46 %
G. SATURAC. FN. : 91.82 %
FECHA INICIO : 29/05/90
FECHA TERMINO : 23/06/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

ESPECIMEN # 1

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA MUESTRA : MI-1
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS ESTADO : Inalterada
 UBICACION : Atlantida y Jose Galvez DIAMETRO = 5.99 cm
 FECHA INICIO : 29/05/90 ALTURA = 1.93 cm
 FECHA TERMINO : 23/06/90 GRAV. ESP. = 2.63 gr/cm3

CARGA (Kg/cm2)	LECT. FINAL (mm)	ASENT. (mm)	ALT. PROM (mm)	RELAC. VACIOS (e)	DENS. SECA (gr/cc)	CONSOL. (%)	ALT. DREN (mm)	Cv. (cm2/min)
0.00	12.011	0.000	19.30	0.812	1.451	0.00	9.65	
0.10	11.978	0.033	19.28	0.809	1.454	0.17	9.64	
0.20	11.918	0.093	19.25	0.803	1.458	0.48	9.63	0.243
0.40	11.728	0.283	19.16	0.785	1.473	1.47	9.58	0.195
0.80	11.451	0.560	19.02	0.759	1.495	2.90	9.51	0.085
1.60	10.882	1.129	18.74	0.706	1.542	5.85	9.37	0.033
3.20	10.111	1.900	18.35	0.634	1.610	9.84	9.18	0.051
6.40	9.371	2.640	17.98	0.564	1.681	13.68	8.99	0.056
3.20	9.378	2.633	17.98	0.565	1.681	13.64	8.99	
1.60	9.429	2.582	18.01	0.570	1.676	13.38	9.00	
0.80	9.500	2.511	18.04	0.576	1.669	13.01	9.02	
0.40	9.550	2.461	18.07	0.581	1.664	12.75	9.03	
0.20	9.611	2.400	18.10	0.587	1.658	12.44	9.05	
0.10	9.631	2.380	18.11	0.589	1.656	12.33	9.06	

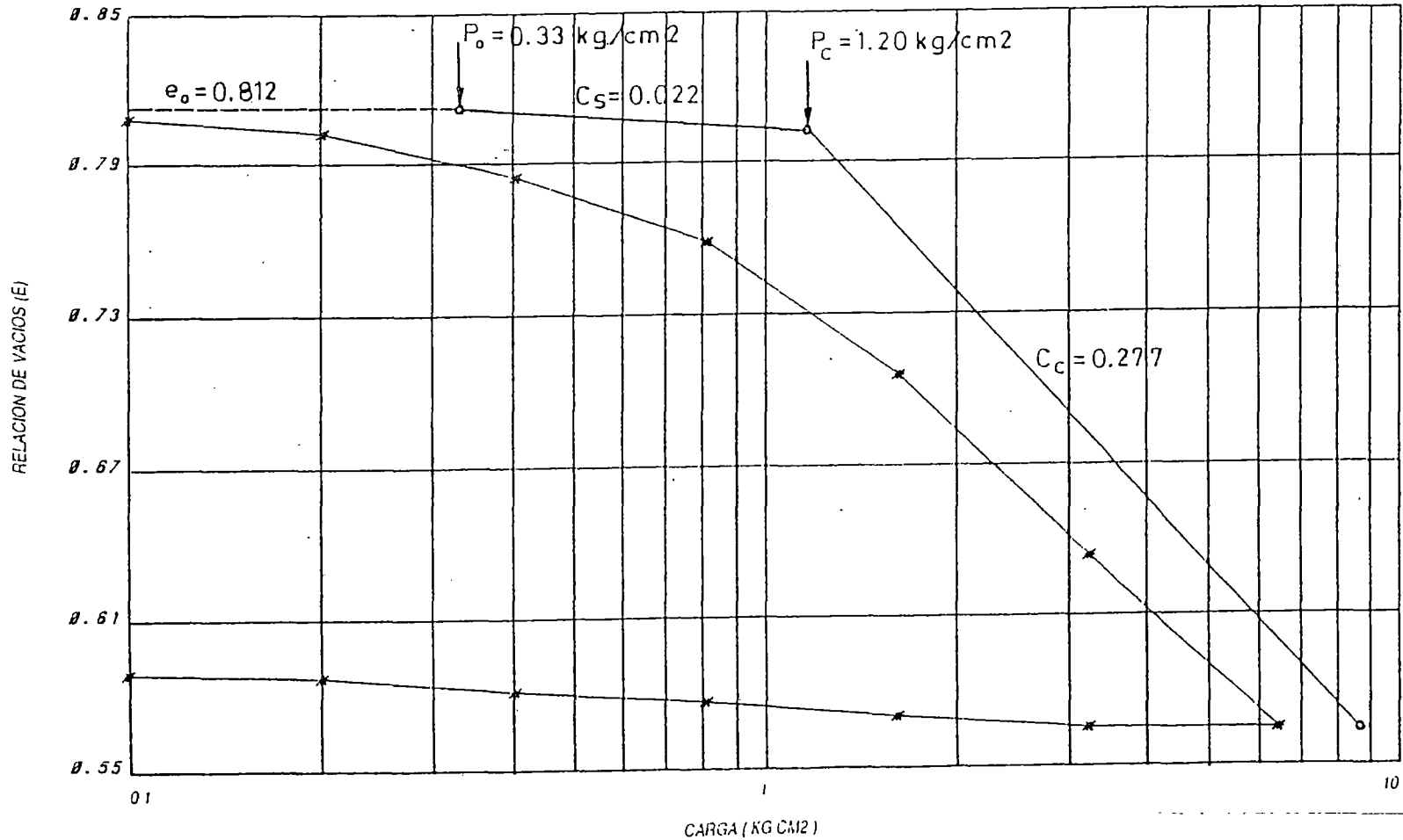
COEFICIENTE DE COMPRESION Cc = 0.277
 COEFICIENTE DE EXPANSION Cs = 0.022
 RELACION DE VACIOS INICIAL e. = 0.812
 PRESION DE CONSOLIDACION Pc = 1.20 Kg/cm2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

RELACION DE VACIOS (e) VS. CARGA (Kg/cm²)

PROYECTO : ESTUDIO GEOTEC. DE IQUITOS
 UBICACION : Atlántida y José Galvez
 FECHA : 23/06/98

CALICATA : C-7
 MUESTRA : M1-1
 ESTADO : Inalterada





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Fco. Secada Vignetta
CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD (m) : 0.90-1.50
CLASIFICACION (SUCS) : CH
ESTADO : Inalterada
TIPO DE ENSAYO : UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA : 2 mm/min
FECHA : 23/05/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 0.90-1.50
 FECHA : 23/05/90

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 3.38 cm
 ALTURA : 3.01 cm
 DENSIDAD SECA : 1.24 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 37.49 %
 HUMEDAD FINAL : 37.49 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMAS INICIAL : 2.00 kg/cm²

DEF	ESF. DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.22	0.00	2.00	2.22	2.11	0.11	0.22	0.05	1.11
0.10	0.32	0.00	2.00	2.32	2.16	0.16	0.32	0.07	1.16
0.15	0.40	0.00	2.00	2.40	2.20	0.20	0.40	0.09	1.20
0.25	0.58	0.00	2.00	2.58	2.29	0.29	0.58	0.13	1.29
0.50	0.84	0.00	2.00	2.84	2.42	0.42	0.84	0.17	1.42
0.75	1.04	0.00	2.00	3.04	2.52	0.52	1.04	0.21	1.52
1.00	1.15	0.00	2.00	3.15	2.58	0.58	1.15	0.22	1.58
1.25	1.24	0.00	2.00	3.24	2.62	0.62	1.24	0.24	1.62
1.50	1.32	0.00	2.00	3.32	2.66	0.66	1.32	0.25	1.66
1.75	1.39	0.00	2.00	3.39	2.70	0.70	1.39	0.26	1.70
2.00	1.41	0.00	2.00	3.41	2.71	0.71	1.41	0.26	1.71
2.50	1.44	0.00	2.00	3.44	2.72	0.72	1.44	0.26	1.72
3.00	1.45	0.00	2.00	3.45	2.73	0.73	1.45	0.27	1.73
3.50	1.46	0.00	2.00	3.46	2.73	0.73	1.46	0.27	1.73
4.00	1.48	0.00	2.00	3.48	2.74	0.74	1.48	0.27	1.74
4.50	1.49	0.00	2.00	3.49	2.75	0.75	1.49	0.27	1.75
5.00	1.50	0.00	2.00	3.50	2.75	0.75	1.50	0.27	1.75
5.50	1.50	0.00	2.00	3.50	2.75	0.75	1.50	0.27	1.75
6.00	1.52	0.00	2.00	3.52	2.76	0.76	1.52	0.28	1.76
7.00	1.52	0.00	2.00	3.52	2.76	0.76	1.52	0.28	1.76
8.00	1.52	0.00	2.00	3.52	2.76	0.76	1.52	0.28	1.76
9.00	1.53	0.00	2.00	3.53	2.77	0.77	1.53	0.28	1.77
10.00	1.53	0.00	2.00	3.53	2.77	0.77	1.53	0.28	1.77
11.00	1.53	0.00	2.00	3.53	2.77	0.77	1.53	0.28	1.77
12.00	1.54	0.00	2.00	3.54	2.77	0.77	1.54	0.28	1.77
13.00	1.54	0.00	2.00	3.54	2.77	0.77	1.54	0.28	1.77
14.00	1.54	0.00	2.00	3.54	2.77	0.77	1.54	0.28	1.77
15.00	1.55	0.00	2.00	3.55	2.78	0.78	1.55	0.28	1.78
16.00	1.55	0.00	2.00	3.55	2.78	0.78	1.55	0.28	1.78

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 0.90-1.50
 FECHA : 23/05/90

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 3.43 cm
 ALTURA : 8.06 cm
 DENSIDAD SECA : 1.27 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 38.89 %
 HUMEDAD FINAL : 38.89 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 3.00 Kg/cm²

DEF EK	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.27	0.00	3.00	3.27	3.14	0.14	0.27	0.04	1.09
0.10	0.43	0.00	3.00	3.43	3.22	0.22	0.43	0.37	1.14
0.15	0.58	0.00	3.00	3.58	3.29	0.29	0.58	0.99	1.19
0.25	0.80	0.00	3.00	3.80	3.40	0.40	0.80	0.12	1.27
0.50	1.09	0.30	3.00	4.09	3.55	0.55	1.09	0.15	1.36
0.75	1.24	0.00	3.00	4.24	3.62	0.62	1.24	0.17	1.41
1.00	1.33	0.00	3.00	4.33	3.67	0.67	1.33	0.18	1.44
1.25	1.37	0.00	3.00	4.37	3.69	0.69	1.37	0.19	1.46
1.50	1.41	0.00	3.00	4.41	3.71	0.71	1.41	0.19	1.47
1.75	1.44	0.00	3.00	4.44	3.72	0.72	1.44	0.19	1.48
2.00	1.46	0.00	3.00	4.46	3.73	0.73	1.46	0.20	1.49
2.50	1.49	0.00	3.00	4.49	3.75	0.75	1.49	0.20	1.50
3.00	1.52	0.00	3.00	4.52	3.76	0.76	1.52	0.20	1.51
3.50	1.54	0.00	3.00	4.54	3.77	0.77	1.54	0.20	1.51
4.00	1.55	0.00	3.00	4.55	3.78	0.78	1.55	0.21	1.52
4.50	1.55	0.00	3.00	4.55	3.78	0.78	1.55	0.21	1.52
5.00	1.55	0.00	3.00	4.55	3.78	0.78	1.55	0.21	1.52
5.50	1.57	0.00	3.00	4.57	3.79	0.79	1.57	0.21	1.52
6.00	1.57	0.00	3.00	4.57	3.79	0.79	1.57	0.21	1.52
7.00	1.57	0.00	3.00	4.57	3.79	0.79	1.57	0.21	1.52
8.00	1.58	0.00	3.00	4.58	3.79	0.79	1.58	0.21	1.53
9.00	1.58	0.00	3.00	4.58	3.79	0.79	1.58	0.21	1.53
10.00	1.58	0.00	3.00	4.58	3.79	0.79	1.58	0.21	1.53
11.00	1.59	0.00	3.00	4.59	3.80	0.80	1.59	0.21	1.53
12.00	1.59	0.00	3.00	4.59	3.80	0.80	1.59	0.21	1.53
13.00	1.59	0.00	3.00	4.59	3.80	0.80	1.59	0.21	1.53
14.00	1.61	0.00	3.00	4.61	3.81	0.81	1.61	0.21	1.54
15.00	1.61	0.00	3.00	4.61	3.81	0.81	1.61	0.21	1.54
16.00	1.61	0.00	3.00	4.61	3.81	0.81	1.61	0.21	1.54

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 0.90-1.50
 FECHA : 23/05/90

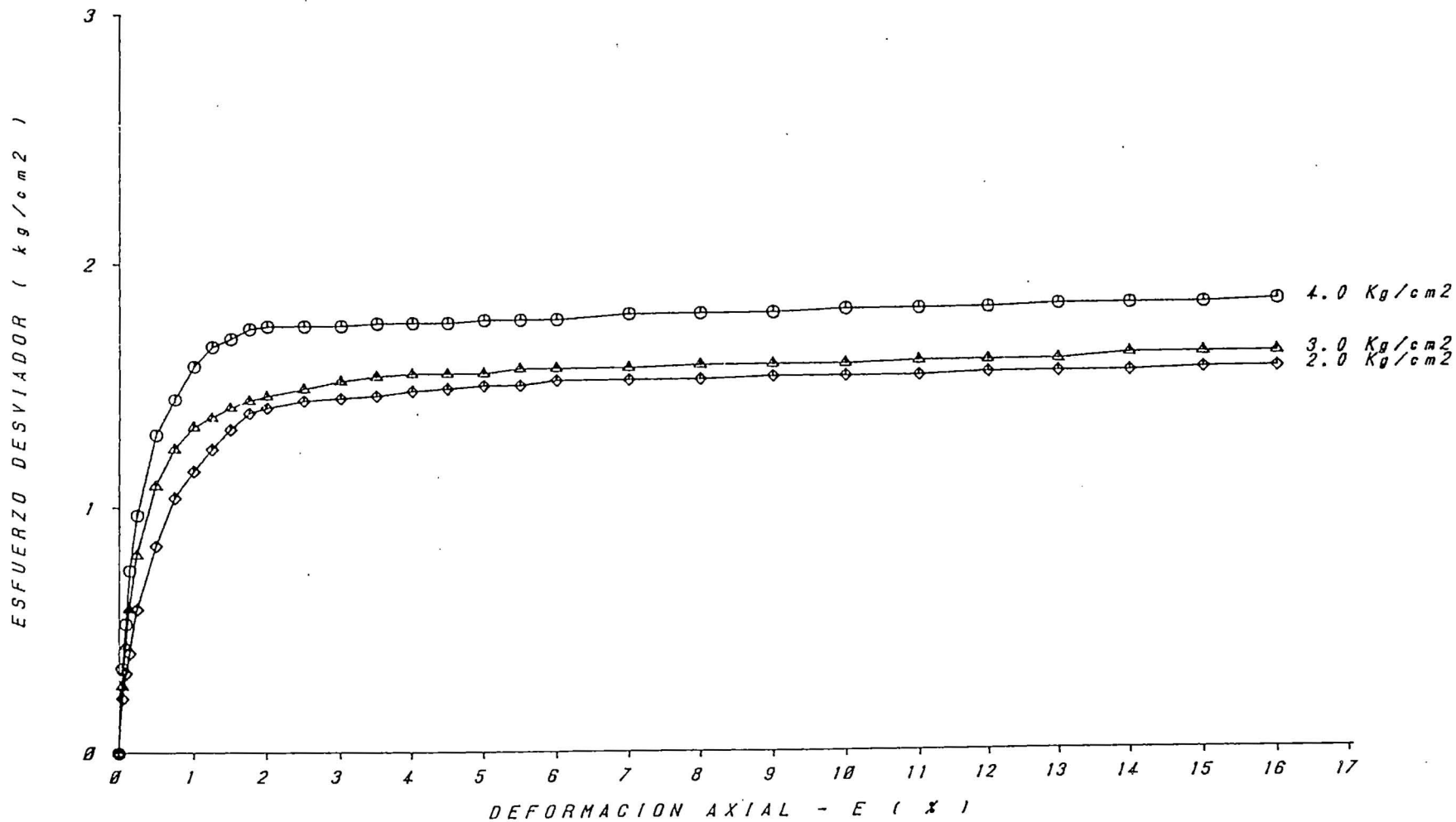
ESPECIMEN : 3
 DIAMETRO : 3.57 cm
 ALTURA : 7.10 cm
 DENSIDAD SECA : 1.25 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 39.00 %
 HUMEDAD FINAL : 39.00 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 4.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMAS INICIAL : 4.00 Kg/cm²

DEF EK	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.34	0.00	4.00	4.34	4.17	0.17	0.34	0.04	1.09
0.10	0.52	0.00	4.00	4.52	4.26	0.26	0.52	0.06	1.13
0.15	0.74	0.00	4.00	4.74	4.37	0.37	0.74	0.08	1.19
0.25	0.97	0.00	4.00	4.97	4.49	0.49	0.97	0.11	1.24
0.50	1.30	0.00	4.00	5.30	4.65	0.65	1.30	0.14	1.33
0.75	1.45	0.00	4.00	5.45	4.73	0.73	1.45	0.15	1.36
1.00	1.59	0.00	4.00	5.59	4.80	0.80	1.59	0.17	1.40
1.25	1.67	0.00	4.00	5.67	4.84	0.84	1.67	0.17	1.42
1.50	1.70	0.00	4.00	5.70	4.85	0.85	1.70	0.18	1.43
1.75	1.74	0.00	4.00	5.74	4.87	0.87	1.74	0.18	1.44
2.00	1.75	0.00	4.00	5.75	4.88	0.88	1.75	0.18	1.44
2.50	1.75	0.00	4.00	5.75	4.88	0.88	1.75	0.18	1.44
3.00	1.75	0.00	4.00	5.75	4.88	0.88	1.75	0.18	1.44
3.50	1.76	0.00	4.00	5.76	4.88	0.88	1.76	0.18	1.44
4.00	1.76	0.00	4.00	5.76	4.88	0.88	1.76	0.18	1.44
4.50	1.76	0.00	4.00	5.76	4.88	0.88	1.76	0.18	1.44
5.00	1.77	0.00	4.00	5.77	4.89	0.89	1.77	0.18	1.44
5.50	1.77	0.00	4.00	5.77	4.89	0.89	1.77	0.18	1.44
6.00	1.77	0.00	4.00	5.77	4.89	0.89	1.77	0.18	1.44
7.00	1.79	0.00	4.00	5.79	4.90	0.90	1.79	0.18	1.45
8.00	1.79	0.00	4.00	5.79	4.90	0.90	1.79	0.18	1.45
9.00	1.79	0.00	4.00	5.79	4.90	0.90	1.79	0.18	1.45
10.00	1.80	0.00	4.00	5.80	4.90	0.90	1.80	0.18	1.45
11.00	1.80	0.00	4.00	5.80	4.90	0.90	1.80	0.18	1.45
12.00	1.80	0.00	4.00	5.80	4.90	0.90	1.80	0.18	1.45
13.00	1.81	0.00	4.00	5.81	4.91	0.91	1.81	0.18	1.45
14.00	1.81	0.00	4.00	5.81	4.91	0.91	1.81	0.18	1.45
15.00	1.81	0.00	4.00	5.81	4.91	0.91	1.81	0.18	1.45
16.00	1.82	0.00	4.00	5.82	4.91	0.91	1.82	0.19	1.46

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Fco. Secada Vignetta
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/98

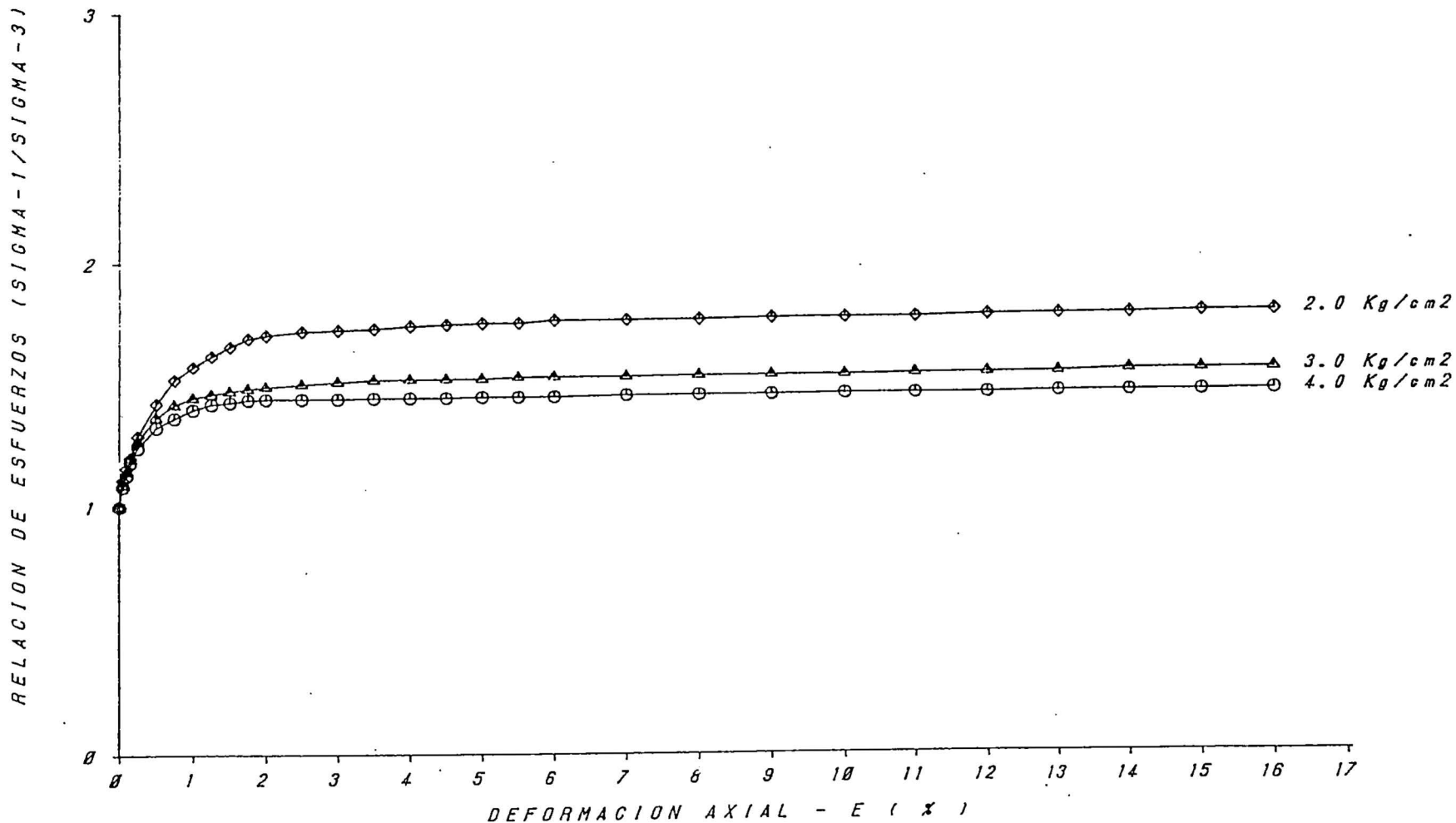
CALICATA : C-1
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 0.90-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Fco. Secada Vignetta
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/90

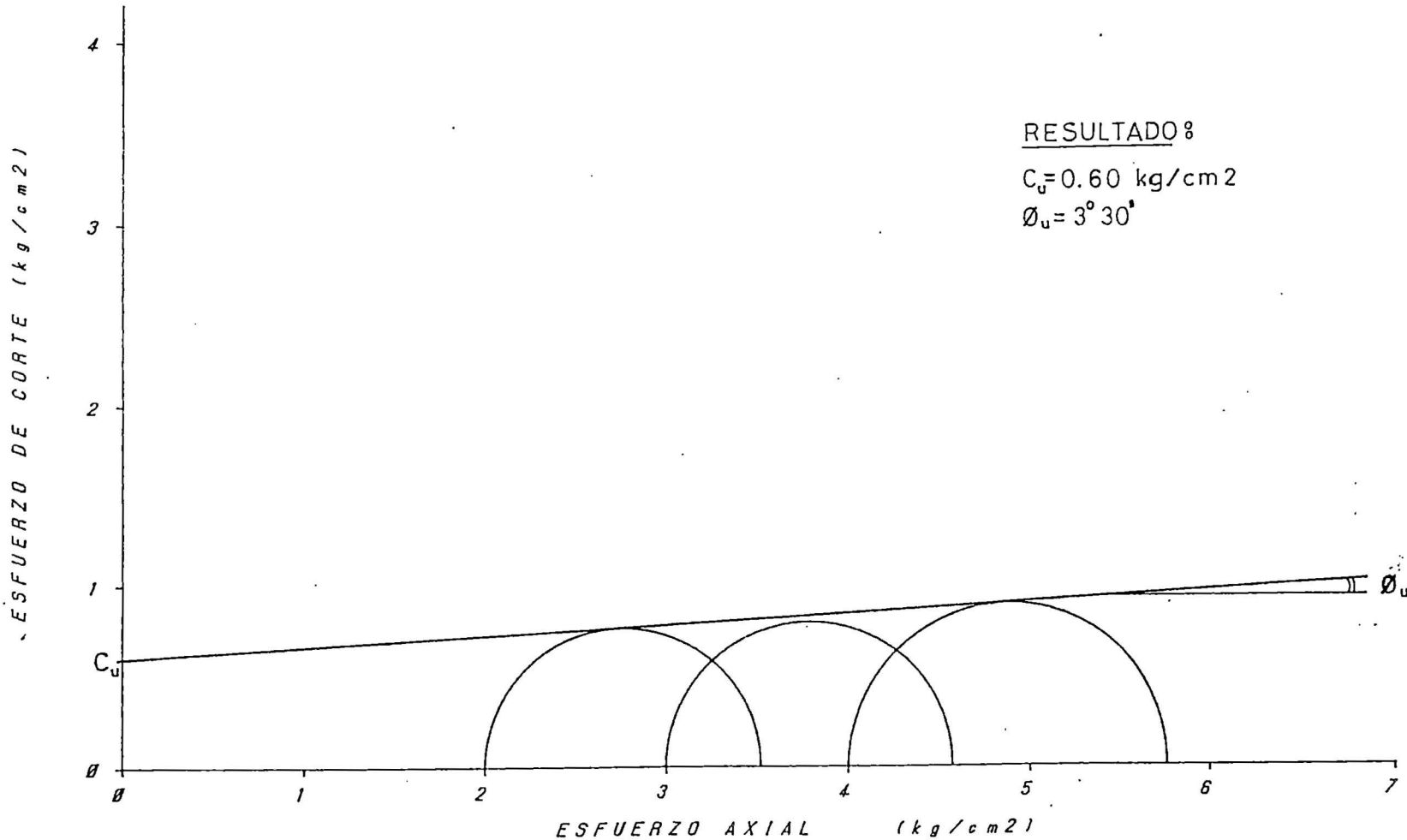
CALICATA : C-1
MUESTRA : MI-1
PROF. (m) : 0.90-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH



CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IOUITOS
LUGAR : Fco. Secada Vignetta
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/90

CALICATA : C-1
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 0.90-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Av. Las Orquideas Cdra. 3
CALICATA : C-2
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD (m) : 1.00-1.50
CLASIFICACION (SUCS) : CH
ESTADO : Inalterada
TIPO DE ENSAYO : UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA : 0.20 mm/min
FECHA : 30/10/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.00-1.50
 FECHA : 30/10/90

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 4.95 cm
 ALTURA : 9.93 cm
 DENSIDAD SECA : 1.38 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 31.5%
 HUMEDAD FINAL : 31.5%
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 2.00 kg/cm²

DEF E _x	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2σ kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.19	0.00	2.00	2.19	2.10	0.10	0.19	0.05	1.10
0.10	0.24	0.00	2.00	2.24	2.12	0.12	0.24	0.06	1.12
0.15	0.32	0.00	2.00	2.32	2.16	0.16	0.32	0.07	1.16
0.25	0.44	0.00	2.00	2.44	2.22	0.22	0.44	0.10	1.22
0.50	0.71	0.00	2.00	2.71	2.36	0.36	0.71	0.15	1.36
0.75	1.13	0.00	2.00	3.13	2.57	0.57	1.13	0.22	1.57
1.00	1.63	0.00	2.00	3.63	2.82	0.82	1.63	0.29	1.82
1.25	1.98	0.00	2.00	3.98	2.99	0.99	1.98	0.33	1.99
1.50	2.25	0.00	2.00	4.25	3.13	1.13	2.25	0.36	2.13
1.75	2.42	0.00	2.00	4.42	3.21	1.21	2.42	0.38	2.21
2.00	2.56	0.00	2.00	4.56	3.28	1.28	2.56	0.39	2.28
2.50	2.76	0.00	2.00	4.76	3.38	1.38	2.76	0.41	2.38
3.00	2.86	0.00	2.00	4.86	3.43	1.43	2.86	0.42	2.43
3.50	2.89	0.00	2.00	4.89	3.45	1.45	2.89	0.42	2.45
4.00	2.90	0.00	2.00	4.90	3.45	1.45	2.90	0.42	2.45
4.50	2.87	0.00	2.00	4.87	3.44	1.44	2.87	0.42	2.44
5.00	2.82	0.00	2.00	4.82	3.41	1.41	2.82	0.41	2.41
5.50	2.82	0.00	2.00	4.82	3.41	1.41	2.82	0.41	2.41
6.00	2.81	0.00	2.00	4.81	3.41	1.41	2.81	0.41	2.41
7.00	2.77	0.00	2.00	4.77	3.39	1.39	2.77	0.41	2.39
8.00	2.72	0.00	2.00	4.72	3.36	1.36	2.72	0.40	2.36
9.00	2.62	0.00	2.00	4.62	3.31	1.31	2.62	0.40	2.31
10.00	2.55	0.00	2.00	4.55	3.28	1.28	2.55	0.39	2.28
11.00	2.50	0.00	2.00	4.50	3.25	1.25	2.50	0.38	2.25
12.00	2.47	0.00	2.00	4.47	3.24	1.24	2.47	0.38	2.24
13.00	2.45	0.00	2.00	4.45	3.23	1.23	2.45	0.38	2.23
14.00	2.43	0.00	2.00	4.43	3.22	1.22	2.43	0.38	2.22
15.00	2.42	0.00	2.00	4.42	3.21	1.21	2.42	0.38	2.21
16.00	2.41	0.00	2.00	4.41	3.21	1.21	2.41	0.38	2.21

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD (m) : 1.00-1.50
FECHA : 30/10/90

ESPECIMEN : 2
DIAMETRO : 5.01 cm
ALTURA : 9.97 cm
DENSIDAD SECA : 1.38 gr/cm³
HUMEDAD INICIAL : 31.31 %
HUMEDAD FINAL : 31.31 %
PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 kg/cm²
CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
ESF. EFECT. SIGMAS INICIAL : 3.00 kg/cm²

DEF	ESF.DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX-	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.11	0.00	3.00	3.11	3.06	0.05	0.11	0.02	1.04
0.10	0.23	0.00	3.00	3.23	3.12	0.12	0.23	0.04	1.06
0.15	0.31	0.00	3.00	3.31	3.16	0.16	0.31	0.05	1.10
0.25	0.43	0.00	3.00	3.43	3.22	0.22	0.43	0.07	1.14
0.50	0.83	0.00	3.00	3.83	3.42	0.42	0.83	0.12	1.28
0.75	1.12	0.00	3.00	4.12	3.56	0.56	1.12	0.16	1.37
1.00	1.64	0.00	3.00	4.64	3.82	0.82	1.64	0.21	1.55
1.25	2.10	0.00	3.00	5.10	4.05	1.05	2.10	0.26	1.70
1.50	2.49	0.00	3.00	5.49	4.25	1.25	2.49	0.29	1.83
1.75	2.75	0.00	3.00	5.75	4.38	1.38	2.75	0.31	1.92
2.00	2.97	0.00	3.00	5.97	4.49	1.49	2.97	0.33	1.99
2.50	3.28	0.00	3.00	6.28	4.64	1.64	3.28	0.35	2.09
3.00	3.48	0.00	3.00	6.48	4.74	1.74	3.48	0.37	2.16
3.50	3.59	0.00	3.00	6.59	4.80	1.80	3.59	0.37	2.20
4.00	3.63	0.00	3.00	6.63	4.84	1.84	3.63	0.38	2.23
4.50	3.63	0.00	3.00	6.63	4.82	1.82	3.63	0.38	2.21
5.00	3.63	0.00	3.00	6.63	4.82	1.82	3.63	0.38	2.21
5.50	3.61	0.00	3.00	6.61	4.81	1.81	3.61	0.38	2.20
6.00	3.59	0.00	3.00	6.59	4.80	1.80	3.59	0.37	2.20
7.00	3.56	0.00	3.00	6.56	4.78	1.78	3.56	0.37	2.19
8.00	3.54	0.00	3.00	6.54	4.77	1.77	3.54	0.37	2.18
9.00	3.52	0.00	3.00	6.52	4.76	1.76	3.52	0.37	2.17
10.00	3.51	0.00	3.00	6.51	4.76	1.76	3.51	0.37	2.17
11.00	3.50	0.00	3.00	6.50	4.75	1.75	3.50	0.37	2.17
12.00	3.49	0.00	3.00	6.49	4.75	1.75	3.49	0.37	2.16
13.00	3.48	0.00	3.00	6.48	4.74	1.74	3.48	0.37	2.16
14.00	3.47	0.00	3.00	6.47	4.74	1.74	3.47	0.37	2.16
15.00	3.46	0.00	3.00	6.46	4.73	1.73	3.46	0.37	2.15
16.00	3.45	0.00	3.00	6.45	4.73	1.73	3.45	0.37	2.15

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.00-1.50
 FECHA : 30/10/90

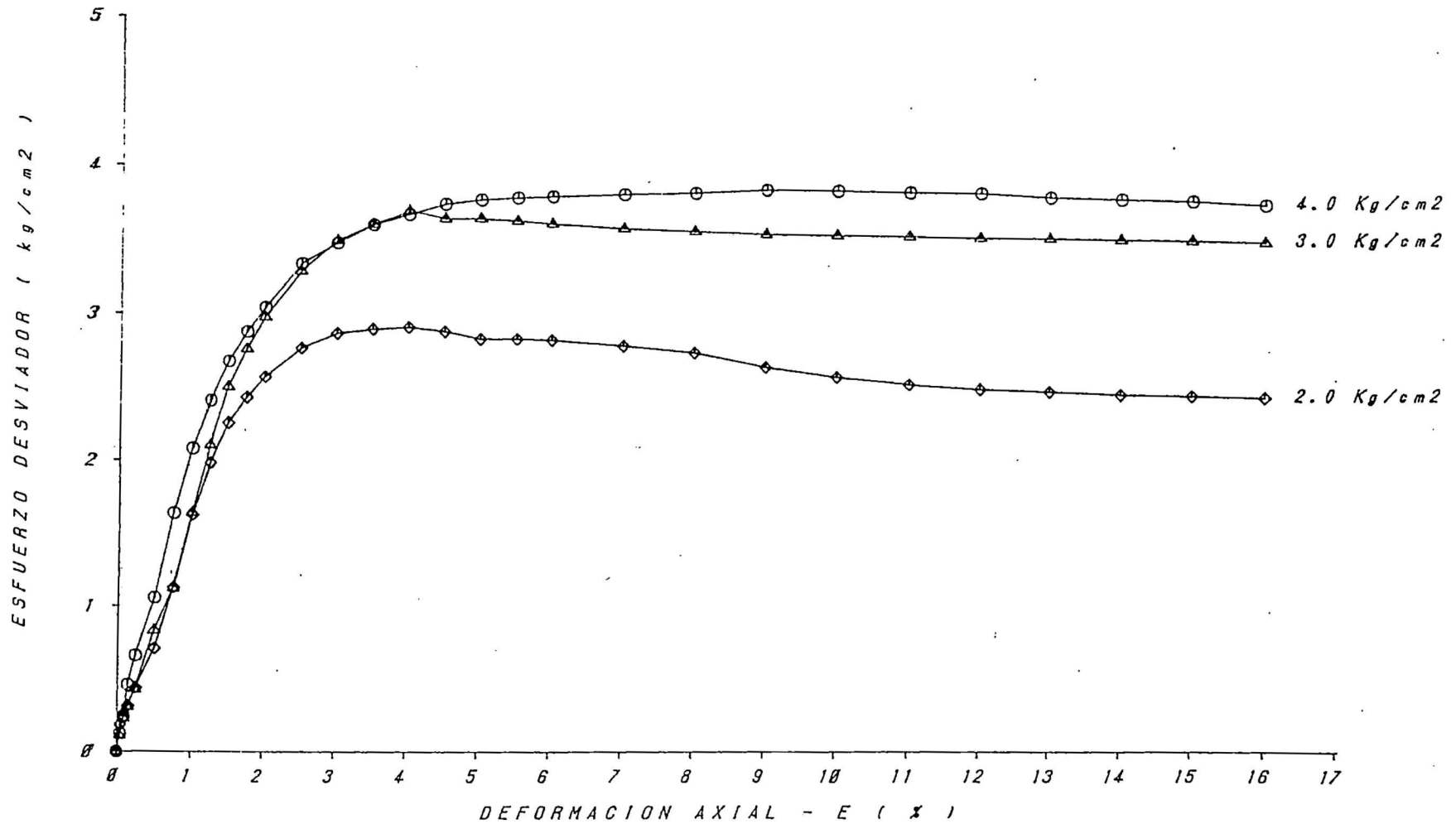
ESPECIMEN : 3
 DIAMETRO : 5.04 cm
 ALTURA : 9.97 cm
 DENSIDAD SECA : 1.36 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 33.07 %
 HUMEDAD FINAL : 33.07 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 4.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 4.00 Kg/cm²

DEF	ESF. DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.13	0.00	4.00	4.13	4.07	0.07	0.13	0.02	1.03
0.10	0.25	0.00	4.00	4.25	4.15	0.15	0.25	0.03	1.06
0.15	0.46	0.00	4.00	4.46	4.23	0.23	0.46	0.05	1.12
0.25	0.66	0.00	4.00	4.66	4.33	0.33	0.66	0.08	1.17
0.50	1.06	0.00	4.00	5.06	4.53	0.53	1.06	0.12	1.27
0.75	1.64	0.00	4.00	5.64	4.82	0.82	1.64	0.17	1.41
1.00	2.03	0.00	4.00	6.03	5.04	1.04	2.03	0.21	1.52
1.25	2.40	0.00	4.00	6.40	5.20	1.20	2.40	0.23	1.60
1.50	2.67	0.00	4.00	6.67	5.34	1.34	2.67	0.25	1.67
1.75	2.87	0.00	4.00	6.87	5.44	1.44	2.87	0.26	1.72
2.00	3.04	0.00	4.00	7.04	5.52	1.52	3.04	0.28	1.76
2.50	3.33	0.00	4.00	7.33	5.67	1.67	3.33	0.29	1.83
3.00	3.47	0.00	4.00	7.47	5.74	1.74	3.47	0.30	1.87
3.50	3.59	0.00	4.00	7.59	5.80	1.80	3.59	0.31	1.90
4.00	3.66	0.00	4.00	7.66	5.83	1.83	3.66	0.31	1.92
4.50	3.73	0.00	4.00	7.73	5.87	1.87	3.73	0.32	1.93
5.00	3.76	0.00	4.00	7.76	5.88	1.88	3.76	0.32	1.94
5.50	3.77	0.00	4.00	7.77	5.89	1.89	3.77	0.32	1.94
6.00	3.78	0.00	4.00	7.78	5.89	1.89	3.78	0.32	1.95
7.00	3.79	0.00	4.00	7.79	5.90	1.90	3.79	0.32	1.95
8.00	3.80	0.00	4.00	7.80	5.90	1.90	3.80	0.32	1.95
9.00	3.82	0.00	4.00	7.82	5.91	1.91	3.82	0.32	1.96
10.00	3.81	0.00	4.00	7.81	5.91	1.91	3.81	0.32	1.95
11.00	3.80	0.00	4.00	7.80	5.90	1.90	3.80	0.32	1.95
12.00	3.79	0.00	4.00	7.79	5.90	1.90	3.79	0.32	1.95
13.00	3.76	0.00	4.00	7.76	5.88	1.88	3.76	0.32	1.94
14.00	3.74	0.00	4.00	7.74	5.87	1.87	3.74	0.32	1.94
15.00	3.73	0.00	4.00	7.73	5.87	1.87	3.73	0.32	1.93
16.00	3.70	0.00	4.00	7.70	5.85	1.85	3.70	0.32	1.93

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Av. Las Orquideas Cdra. 3
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 30/10/90

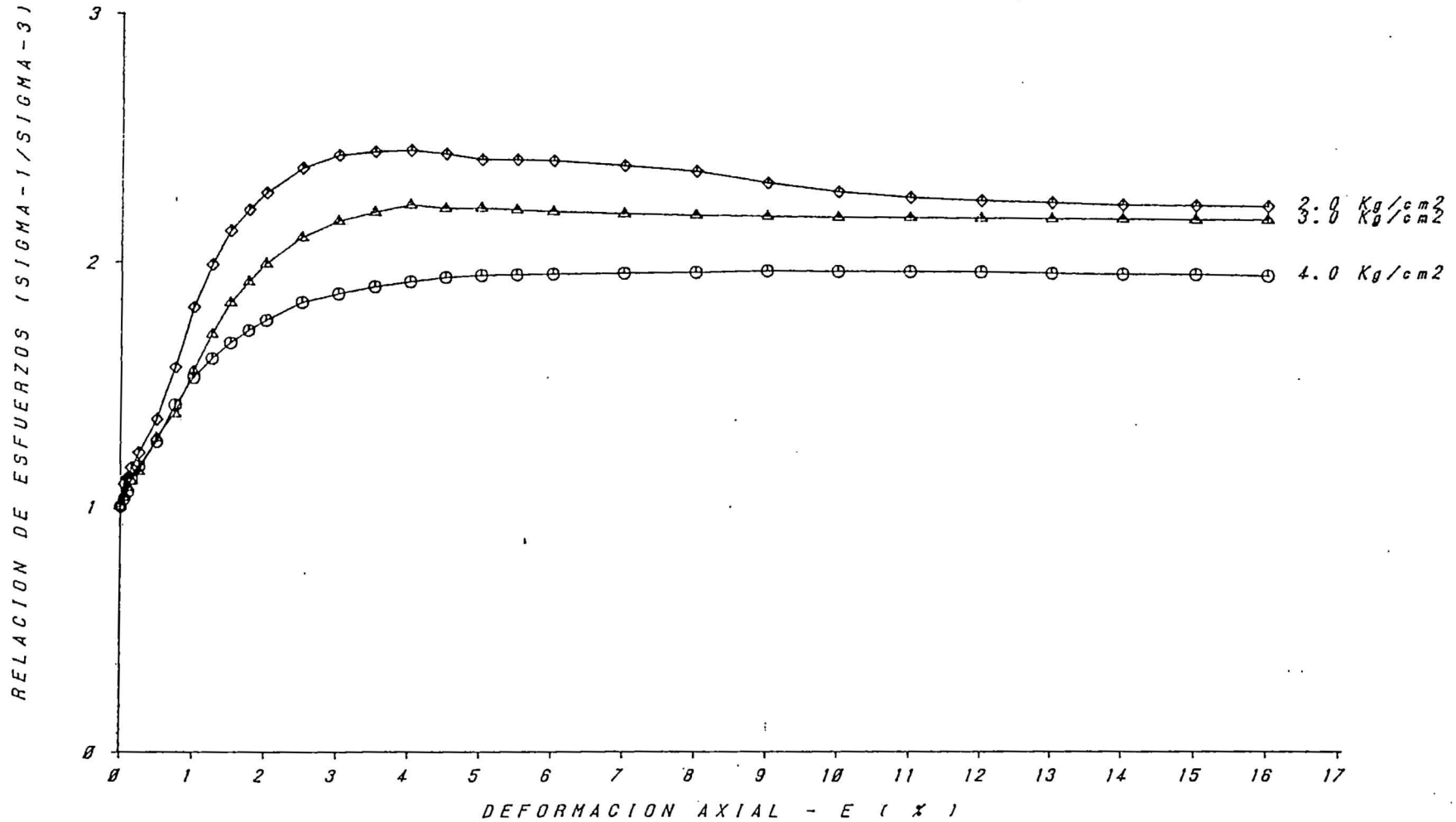
CALICATA : C-2
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.00-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 LUGAR : Av. Las Orquideas Cdra. 3
 TIPO DE ENSAYO : UU
 FECHA : 30/10/90

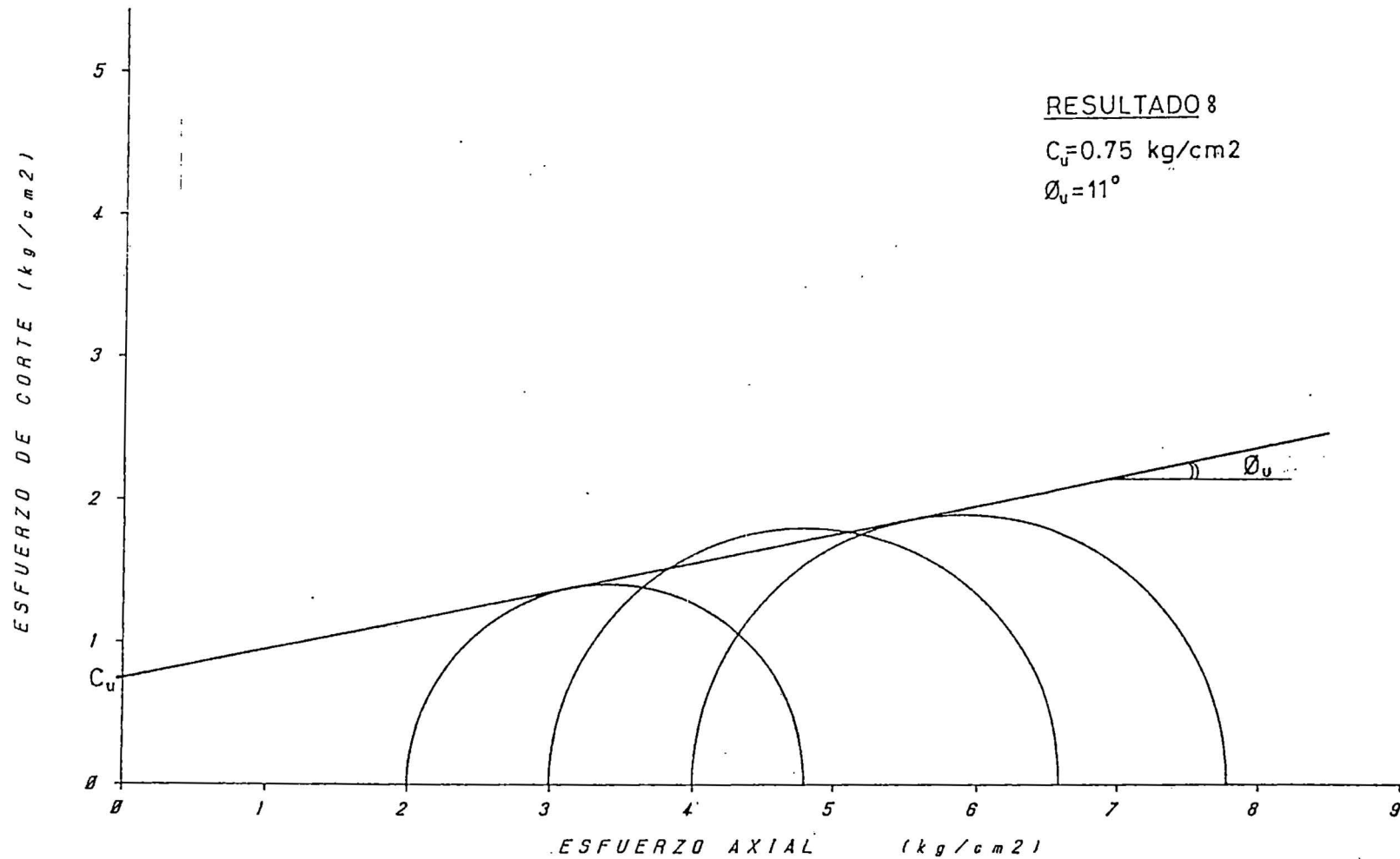
CALICATA : C-2
 MUESTRA : MI-1
 PROF. (m) : 1.00-1.50
 CLASIF. (SUCS) : CH



CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Av. Las Orquideas Cdra. 3
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 30/10/90

CALICATA : C-2
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.00-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE	:	CONCYTEC - JICA
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR	:	Psje. San Lorenzo Cdra. 3
CALICATA	:	C-3
MUESTRA	:	MI-1
PROFUNDIDAD (m)	:	1.60-2.00
CLASIFICACION (SUCS)	:	SC
ESTADO	:	Inalterada
TIPO DE ENSAYO	:	UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA	:	2 mm/min
FECHA	:	31/10/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.60-2.00
 FECHA : 31/10/90

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 3.67 cm
 ALTURA : 8.02 cm
 DENSIDAD SECA : 1.70 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 15.64 %
 HUMEDAD FINAL : 15.64 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 1.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFACT. SIGMAS INICIAL : 1.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.48	0.00	1.00	1.48	1.24	0.24	0.48	0.19	1.48
0.10	0.54	0.00	1.00	1.54	1.27	0.27	0.54	0.21	1.54
0.15	0.61	0.00	1.00	1.61	1.31	0.31	0.61	0.23	1.61
0.25	0.74	0.00	1.00	1.74	1.37	0.37	0.74	0.27	1.74
0.50	0.87	0.00	1.00	1.87	1.44	0.44	0.87	0.30	1.87
0.75	0.96	0.00	1.00	1.96	1.48	0.48	0.96	0.32	1.96
1.00	1.07	0.00	1.00	2.07	1.54	0.54	1.07	0.35	2.07
1.25	1.13	0.00	1.00	2.13	1.57	0.57	1.13	0.36	2.13
1.50	1.19	0.00	1.00	2.19	1.60	0.60	1.19	0.37	2.19
1.75	1.24	0.00	1.00	2.24	1.62	0.62	1.24	0.38	2.24
2.00	1.28	0.00	1.00	2.28	1.64	0.64	1.28	0.39	2.28
2.50	1.39	0.00	1.00	2.39	1.70	0.70	1.39	0.41	2.39
3.00	1.41	0.00	1.00	2.41	1.71	0.71	1.41	0.41	2.41
3.50	1.44	0.00	1.00	2.44	1.72	0.72	1.44	0.42	2.44
4.00	1.49	0.00	1.00	2.49	1.75	0.75	1.49	0.43	2.49
4.50	1.52	0.00	1.00	2.52	1.76	0.76	1.52	0.43	2.52
5.00	1.55	0.00	1.00	2.55	1.78	0.78	1.55	0.44	2.55
5.50	1.59	0.00	1.00	2.59	1.80	0.80	1.59	0.44	2.59
6.00	1.63	0.00	1.00	2.63	1.82	0.82	1.63	0.45	2.63
7.00	1.67	0.00	1.00	2.67	1.84	0.84	1.67	0.46	2.67
8.00	1.71	0.00	1.00	2.71	1.86	0.86	1.71	0.46	2.71
9.00	1.76	0.00	1.00	2.76	1.88	0.88	1.76	0.47	2.76
10.00	1.79	0.00	1.00	2.79	1.90	0.90	1.79	0.47	2.79
11.00	1.81	0.00	1.00	2.81	1.91	0.91	1.81	0.48	2.81
12.00	1.85	0.00	1.00	2.85	1.93	0.93	1.85	0.48	2.85
13.00	1.89	0.00	1.00	2.89	1.95	0.95	1.89	0.49	2.89
14.00	1.93	0.00	1.00	2.93	1.97	0.97	1.93	0.49	2.93
15.00	1.96	0.00	1.00	2.96	1.98	0.98	1.96	0.49	2.96
16.00	1.98	0.00	1.00	2.98	1.99	0.99	1.98	0.50	2.98

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.60-2.00
 FECHA : 31/10/90

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 3.61 cm
 ALTURA : 7.98 cm
 DENSIDAD SECA : 1.62 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 15.69 %
 HUMEDAD FINAL : 15.69 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 2.00 Kg/cm²

DEF ES	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2σ kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	QBLIC SI/S5
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.39	0.00	2.00	2.39	2.20	0.20	0.39	0.39	1.20
0.10	0.48	0.00	2.00	2.48	2.24	0.24	0.48	0.11	1.24
0.15	0.56	0.00	2.00	2.56	2.28	0.28	0.56	0.12	1.28
0.25	0.74	0.00	2.00	2.74	2.37	0.37	0.74	0.16	1.37
0.50	0.95	0.00	2.00	2.95	2.48	0.48	0.95	0.19	1.48
0.75	1.10	0.00	2.00	3.10	2.55	0.55	1.10	0.22	1.55
1.00	1.23	0.00	2.00	3.23	2.62	0.62	1.23	0.24	1.62
1.25	1.33	0.00	2.00	3.33	2.67	0.67	1.33	0.25	1.67
1.50	1.40	0.00	2.00	3.40	2.70	0.70	1.40	0.26	1.70
1.75	1.49	0.00	2.00	3.49	2.75	0.75	1.49	0.27	1.75
2.00	1.55	0.00	2.00	3.55	2.78	0.78	1.55	0.28	1.78
2.50	1.64	0.00	2.00	3.64	2.82	0.82	1.64	0.29	1.82
3.00	1.75	0.00	2.00	3.75	2.88	0.88	1.75	0.30	1.88
3.50	1.81	0.00	2.00	3.81	2.91	0.91	1.81	0.31	1.91
4.00	1.88	0.00	2.00	3.88	2.94	0.94	1.88	0.32	1.94
4.50	1.90	0.00	2.00	3.90	2.95	0.95	1.90	0.32	1.95
5.00	1.94	0.00	2.00	3.94	2.97	0.97	1.94	0.33	1.97
5.50	1.98	0.00	2.00	3.98	2.99	0.99	1.98	0.33	1.99
6.00	2.02	0.00	2.00	4.02	3.01	1.01	2.02	0.34	2.01
7.00	2.10	0.00	2.00	4.10	3.05	1.05	2.10	0.34	2.05
8.00	2.15	0.00	2.00	4.15	3.08	1.08	2.15	0.35	2.08
9.00	2.19	0.00	2.00	4.19	3.10	1.10	2.19	0.35	2.10
10.00	2.21	0.00	2.00	4.21	3.11	1.11	2.21	0.36	2.11
11.00	2.25	0.00	2.00	4.25	3.13	1.13	2.25	0.36	2.13
12.00	2.29	0.00	2.00	4.29	3.15	1.15	2.29	0.36	2.15
13.00	2.36	0.00	2.00	4.36	3.18	1.18	2.36	0.37	2.18
14.00	2.40	0.00	2.00	4.40	3.20	1.20	2.40	0.38	2.20
15.00	2.41	0.00	2.00	4.41	3.21	1.21	2.41	0.38	2.21
16.00	2.46	0.00	2.00	4.46	3.23	1.23	2.46	0.38	2.23

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.60-2.00
 FECHA : 31/10/90

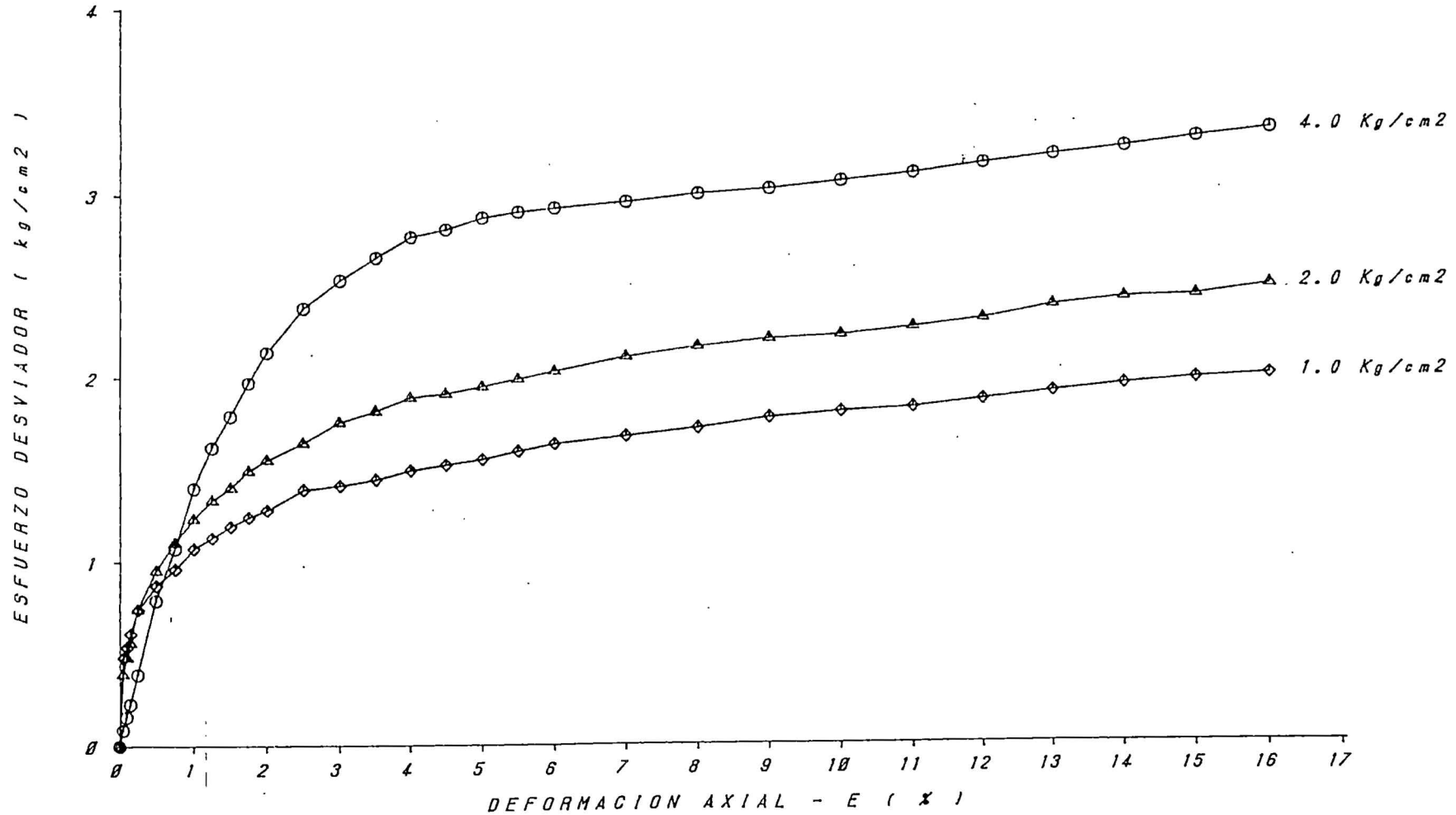
ESPECIMEN : 3
 DIAMETRO : 3.72 cm
 ALTURA : 7.94 cm
 DENSIDAD SECA : 1.66 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 15.83 %
 HUMEDAD FINAL : 15.83 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 4.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 4.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2σ kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.09	0.00	4.00	4.09	4.05	0.05	0.09	0.01	1.02
0.10	0.16	0.00	4.00	4.16	4.03	0.08	0.16	0.02	1.04
0.15	0.23	0.00	4.00	4.23	4.12	0.12	0.23	0.03	1.06
0.25	0.39	0.00	4.00	4.39	4.20	0.20	0.39	0.05	1.10
0.50	0.79	0.00	4.00	4.79	4.40	0.40	0.79	0.09	1.20
0.75	1.07	0.00	4.00	5.07	4.54	0.54	1.07	0.12	1.27
1.00	1.40	0.00	4.00	5.40	4.70	0.70	1.40	0.15	1.35
1.25	1.62	0.00	4.00	5.62	4.81	0.81	1.62	0.17	1.41
1.50	1.79	0.00	4.00	5.79	4.90	0.90	1.79	0.18	1.45
1.75	1.97	0.00	4.00	5.97	4.99	0.99	1.97	0.20	1.49
2.00	2.14	0.00	4.00	6.14	5.07	1.07	2.14	0.21	1.54
2.50	2.38	0.00	4.00	6.38	5.19	1.19	2.38	0.23	1.60
3.00	2.53	0.00	4.00	6.53	5.27	1.27	2.53	0.24	1.63
3.50	2.65	0.00	4.00	6.65	5.33	1.33	2.65	0.25	1.66
4.00	2.76	0.00	4.00	6.76	5.38	1.38	2.76	0.26	1.69
4.50	2.80	0.00	4.00	6.80	5.40	1.40	2.80	0.26	1.70
5.00	2.86	0.00	4.00	6.86	5.43	1.43	2.86	0.26	1.72
5.50	2.89	0.00	4.00	6.89	5.45	1.45	2.89	0.27	1.72
6.00	2.91	0.00	4.00	6.91	5.46	1.46	2.91	0.27	1.73
7.00	2.94	0.00	4.00	6.94	5.47	1.47	2.94	0.27	1.74
8.00	2.98	0.00	4.00	6.98	5.49	1.49	2.98	0.27	1.75
9.00	3.00	0.00	4.00	7.00	5.50	1.50	3.00	0.27	1.75
10.00	3.04	0.00	4.00	7.04	5.52	1.52	3.04	0.28	1.75
11.00	3.08	0.00	4.00	7.08	5.54	1.54	3.08	0.28	1.77
12.00	3.13	0.00	4.00	7.13	5.57	1.57	3.13	0.28	1.78
13.00	3.17	0.00	4.00	7.17	5.59	1.59	3.17	0.28	1.79
14.00	3.21	0.00	4.00	7.21	5.61	1.61	3.21	0.29	1.80
15.00	3.26	0.00	4.00	7.26	5.63	1.63	3.26	0.29	1.82
16.00	3.30	0.00	4.00	7.30	5.65	1.65	3.30	0.29	1.83

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 LUGAR : Psje. San Lorenzo Cdra. 3
 TIPO DE ENSAYO : UU
 FECHA : 31/10/90

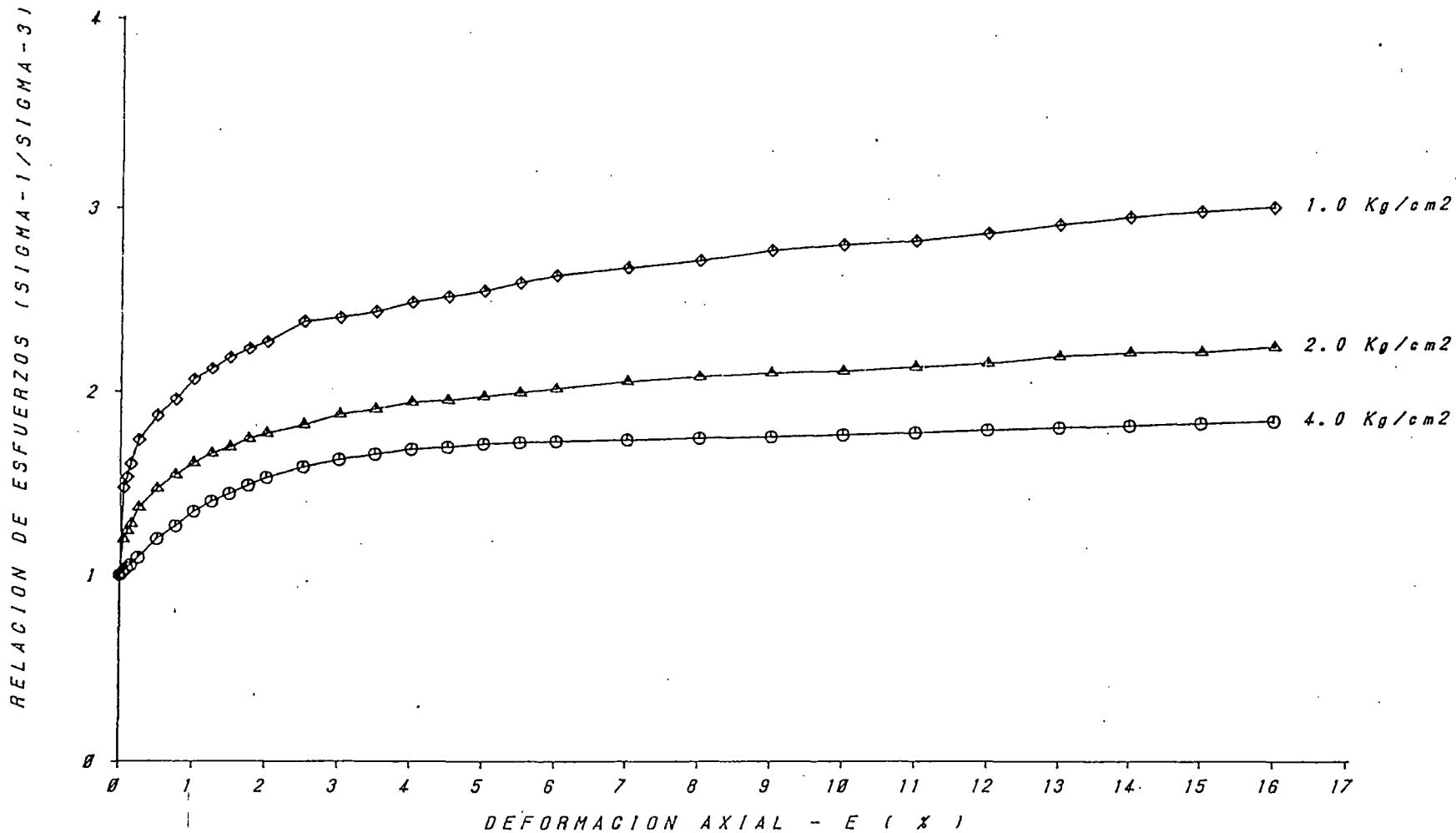
CALICATA : C-3
 MUESTRA : M1-1
 PROF. (m) : 1.60-2.00
 CLASIF. (SUCS) : SC



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Psje. San Lorenzo Cdra. 3
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 31/10/90

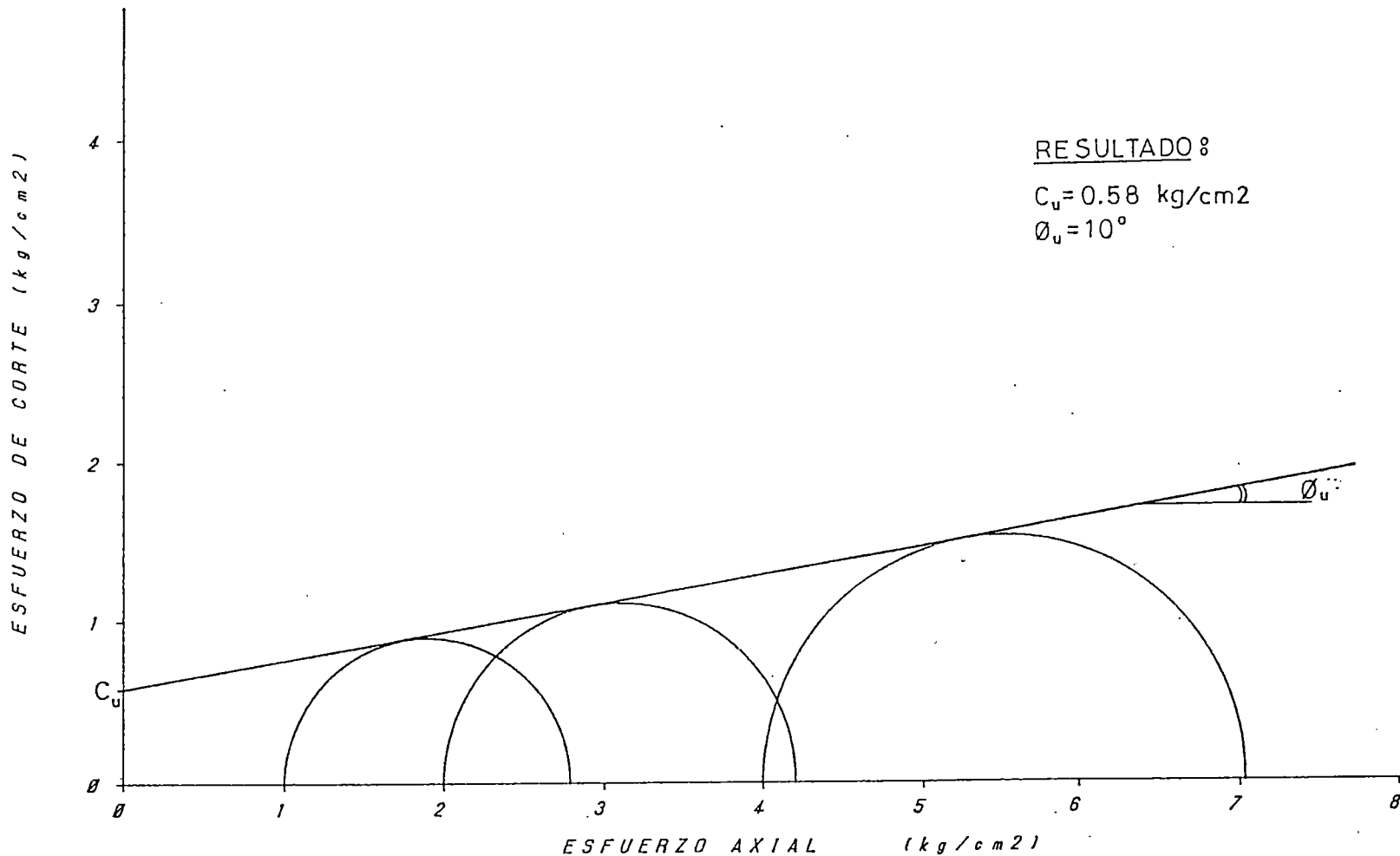
CALICATA : C-3
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.60-2.00
CLASIF. (SUCS) : SC



CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Psje. San Lorenzo Cdra. 3
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 31/10/90

CALICATA : C-3
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.60-2.00
CLASIF. (SUCS) : SC





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 LUGAR : Urb. Calvo de Araujo - FONAVI
 CALICATA : C-4
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
 CLASIFICACION (SUCS) : CH
 ESTADO : Inalterada
 TIPO DE ENSAYO : UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
 VELOCIDAD DE CARGA : 0.2 mm/min
 FECHA : 23/05/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.30-2.10
 FECHA : 23/05/91

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 5.10 cm
 ALTURA : 9.92 cm
 DENSIDAD SECA : 1.57 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 23.56 %
 HUMEDAD FINAL : 23.56 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 1.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 1.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF.DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.13	0.00	1.00	1.13	1.09	0.09	0.18	0.08	1.18
0.10	0.32	0.00	1.00	1.32	1.16	0.16	0.32	0.14	1.32
0.15	0.44	0.00	1.00	1.44	1.22	0.22	0.44	0.18	1.44
0.25	0.67	0.00	1.00	1.67	1.34	0.34	0.67	0.25	1.67
0.50	1.19	0.00	1.00	2.19	1.60	0.60	1.19	0.37	2.19
0.75	1.58	0.00	1.00	2.58	1.79	0.79	1.58	0.44	2.58
1.00	1.86	0.00	1.00	2.86	1.95	0.95	1.86	0.48	2.86
1.25	2.03	0.00	1.00	3.03	2.02	1.02	2.03	0.50	3.03
1.50	2.16	0.00	1.00	3.16	2.08	1.08	2.16	0.52	3.16
1.75	2.24	0.00	1.00	3.24	2.12	1.12	2.24	0.53	3.24
2.00	2.32	0.00	1.00	3.32	2.16	1.16	2.32	0.54	3.32
2.50	2.41	0.00	1.00	3.41	2.21	1.21	2.41	0.55	3.41
3.00	2.47	0.00	1.00	3.47	2.24	1.24	2.47	0.55	3.47
3.50	2.53	0.00	1.00	3.53	2.27	1.27	2.53	0.56	3.53
4.00	2.55	0.00	1.00	3.55	2.28	1.28	2.55	0.56	3.55
4.50	2.56	0.00	1.00	3.56	2.28	1.28	2.56	0.56	3.56
5.00	2.58	0.00	1.00	3.58	2.29	1.29	2.58	0.56	3.58
5.50	2.59	0.00	1.00	3.59	2.30	1.30	2.59	0.56	3.59
6.00	2.62	0.00	1.00	3.62	2.31	1.31	2.62	0.57	3.62
7.00	2.64	0.00	1.00	3.64	2.32	1.32	2.64	0.57	3.64
8.00	2.67	0.00	1.00	3.67	2.34	1.34	2.67	0.57	3.67
9.00	2.72	0.00	1.00	3.72	2.36	1.36	2.72	0.58	3.72
10.00	2.77	0.00	1.00	3.77	2.39	1.39	2.77	0.58	3.77
11.00	2.82	0.00	1.00	3.82	2.41	1.41	2.82	0.59	3.82
12.00	2.87	0.00	1.00	3.87	2.44	1.44	2.87	0.59	3.87
13.00	2.94	0.00	1.00	3.94	2.47	1.47	2.94	0.60	3.94
14.00	2.99	0.00	1.00	3.99	2.50	1.50	2.99	0.60	3.99

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTÉCNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
 FECHA : 23/05/91

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 5.00 cm
 ALTURA : 9.96 cm
 DENSIDAD SECA : 1.57 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 23.53 %
 HUMEDAD FINAL : 23.53 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 3.00 kg/cm²

DEF	ESF.DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.41	0.00	3.00	3.41	3.21	0.21	0.41	0.06	1.14
0.10	0.57	0.00	3.00	3.57	3.29	0.29	0.57	0.09	1.19
0.15	0.71	0.00	3.00	3.71	3.36	0.36	0.71	0.11	1.24
0.25	0.92	0.00	3.00	3.92	3.46	0.46	0.92	0.13	1.31
0.50	1.32	0.00	3.00	4.32	3.66	0.66	1.32	0.18	1.44
0.75	1.61	0.00	3.00	4.61	3.81	0.81	1.61	0.21	1.54
1.00	1.80	0.00	3.00	4.80	3.90	0.90	1.80	0.23	1.60
1.25	1.96	0.00	3.00	4.96	3.98	0.98	1.96	0.25	1.65
1.50	2.07	0.00	3.00	5.07	4.04	1.04	2.07	0.26	1.69
1.75	2.19	0.00	3.00	5.19	4.10	1.10	2.19	0.27	1.73
2.00	2.27	0.00	3.00	5.27	4.14	1.14	2.27	0.27	1.76
2.50	2.40	0.00	3.00	5.40	4.20	1.20	2.40	0.29	1.80
3.00	2.49	0.00	3.00	5.49	4.25	1.25	2.49	0.29	1.83
3.50	2.56	0.00	3.00	5.56	4.28	1.28	2.56	0.30	1.85
4.00	2.64	0.00	3.00	5.64	4.32	1.32	2.64	0.31	1.88
4.50	2.69	0.00	3.00	5.69	4.35	1.35	2.69	0.31	1.90
5.00	2.76	0.00	3.00	5.76	4.38	1.38	2.76	0.32	1.92
5.50	2.81	0.00	3.00	5.81	4.41	1.41	2.81	0.32	1.94
6.00	2.84	0.00	3.00	5.84	4.42	1.42	2.84	0.32	1.95
7.00	2.93	0.00	3.00	5.93	4.47	1.47	2.93	0.33	1.98
8.00	3.03	0.00	3.00	6.03	4.52	1.52	3.03	0.34	2.01
9.00	3.12	0.00	3.00	6.12	4.56	1.56	3.12	0.34	2.04
10.00	3.21	0.00	3.00	6.21	4.61	1.61	3.21	0.35	2.07
11.00	3.29	0.00	3.00	6.29	4.65	1.65	3.29	0.35	2.10
12.00	3.37	0.00	3.00	6.37	4.69	1.69	3.37	0.36	2.12
13.00	3.43	0.00	3.00	6.43	4.72	1.72	3.43	0.36	2.14
14.00	3.50	0.00	3.00	6.50	4.75	1.75	3.50	0.37	2.17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
 FECHA : 23/05/91

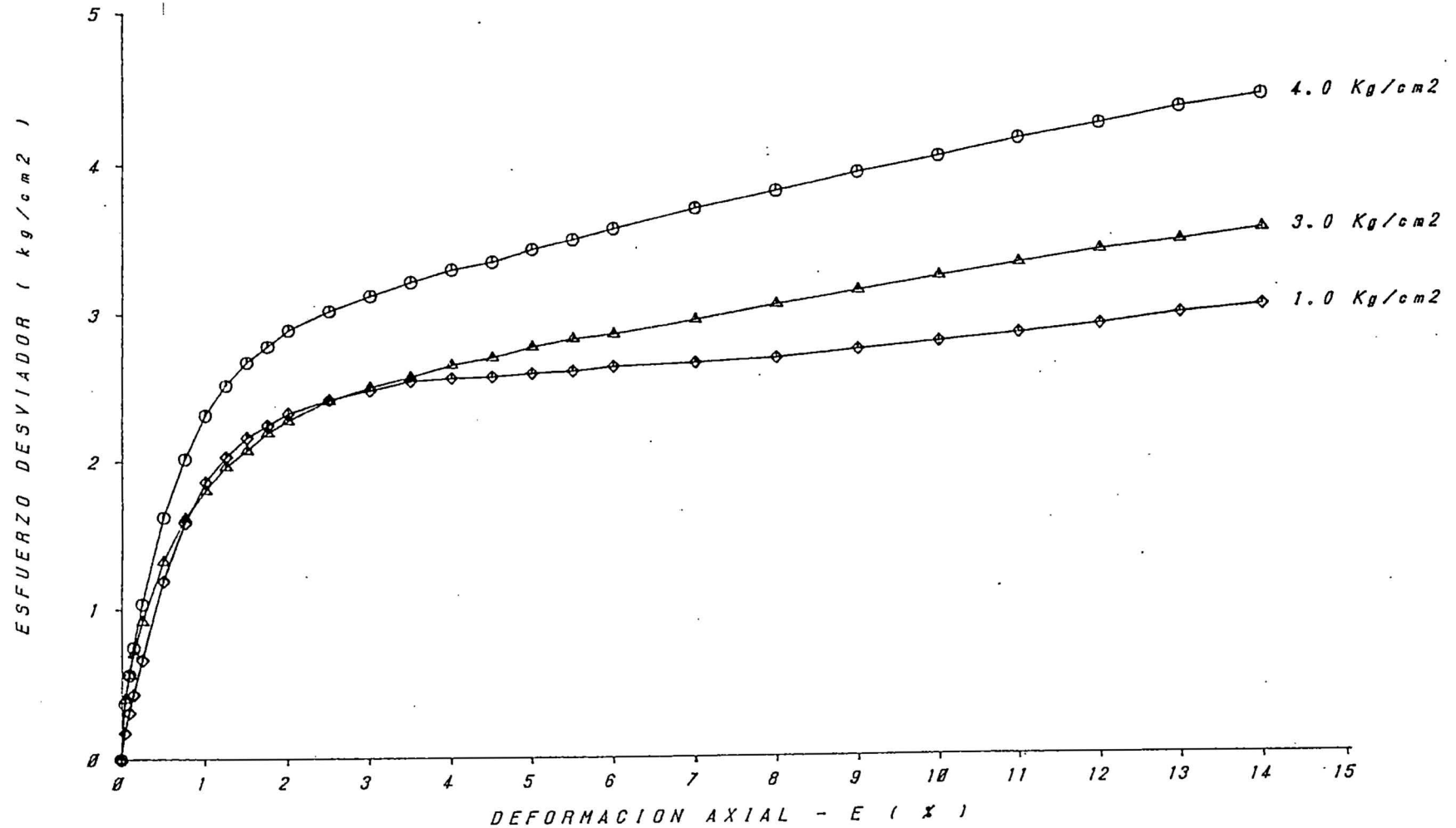
ESPECIMEN : 3
 DIAMETRO : 5.01 cm
 ALTURA : 9.99 cm
 DENSIDAD SECA : 1.58 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 22.32 %
 HUMEDAD FINAL : 22.32 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 4.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 4.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.36	0.00	4.00	4.36	4.19	0.19	0.38	0.05	1.10
0.10	0.57	0.00	4.00	4.57	4.29	0.29	0.57	0.07	1.14
0.15	0.75	0.00	4.00	4.75	4.38	0.38	0.75	0.09	1.19
0.25	1.04	0.00	4.00	5.04	4.52	0.52	1.04	0.12	1.26
0.50	1.62	0.00	4.00	5.62	4.81	0.81	1.62	0.17	1.41
0.75	2.02	0.00	4.00	6.02	5.01	1.01	2.02	0.20	1.51
1.00	2.31	0.00	4.00	6.31	5.16	1.16	2.31	0.22	1.58
1.25	2.51	0.00	4.00	6.51	5.26	1.26	2.51	0.24	1.63
1.50	2.67	0.00	4.00	6.67	5.34	1.34	2.67	0.25	1.67
1.75	2.78	0.00	4.00	6.78	5.39	1.39	2.78	0.26	1.70
2.00	2.89	0.00	4.00	6.89	5.45	1.45	2.89	0.27	1.72
2.50	3.02	0.00	4.00	7.02	5.51	1.51	3.02	0.27	1.76
3.00	3.12	0.00	4.00	7.12	5.56	1.56	3.12	0.28	1.78
3.50	3.21	0.00	4.00	7.21	5.61	1.61	3.21	0.29	1.80
4.00	3.29	0.00	4.00	7.29	5.65	1.65	3.29	0.29	1.82
4.50	3.34	0.00	4.00	7.34	5.67	1.67	3.34	0.29	1.84
5.00	3.42	0.00	4.00	7.42	5.71	1.71	3.42	0.30	1.86
5.50	3.48	0.00	4.00	7.48	5.74	1.74	3.48	0.30	1.87
6.00	3.55	0.00	4.00	7.55	5.78	1.78	3.55	0.31	1.89
7.00	3.68	0.00	4.00	7.68	5.84	1.84	3.68	0.32	1.92
8.00	3.79	0.00	4.00	7.79	5.90	1.90	3.79	0.32	1.95
9.00	3.91	0.00	4.00	7.91	5.96	1.96	3.91	0.33	1.98
10.00	4.01	0.00	4.00	8.01	6.01	2.01	4.01	0.33	2.00
11.00	4.12	0.00	4.00	8.12	6.06	2.06	4.12	0.34	2.03
12.00	4.21	0.00	4.00	8.21	6.11	2.11	4.21	0.34	2.05
13.00	4.31	0.00	4.00	8.31	6.16	2.16	4.31	0.35	2.08
14.00	4.39	0.00	4.00	8.39	6.20	2.20	4.39	0.35	2.10

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Urb. Calvo de Araujo - FONAVI
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/91

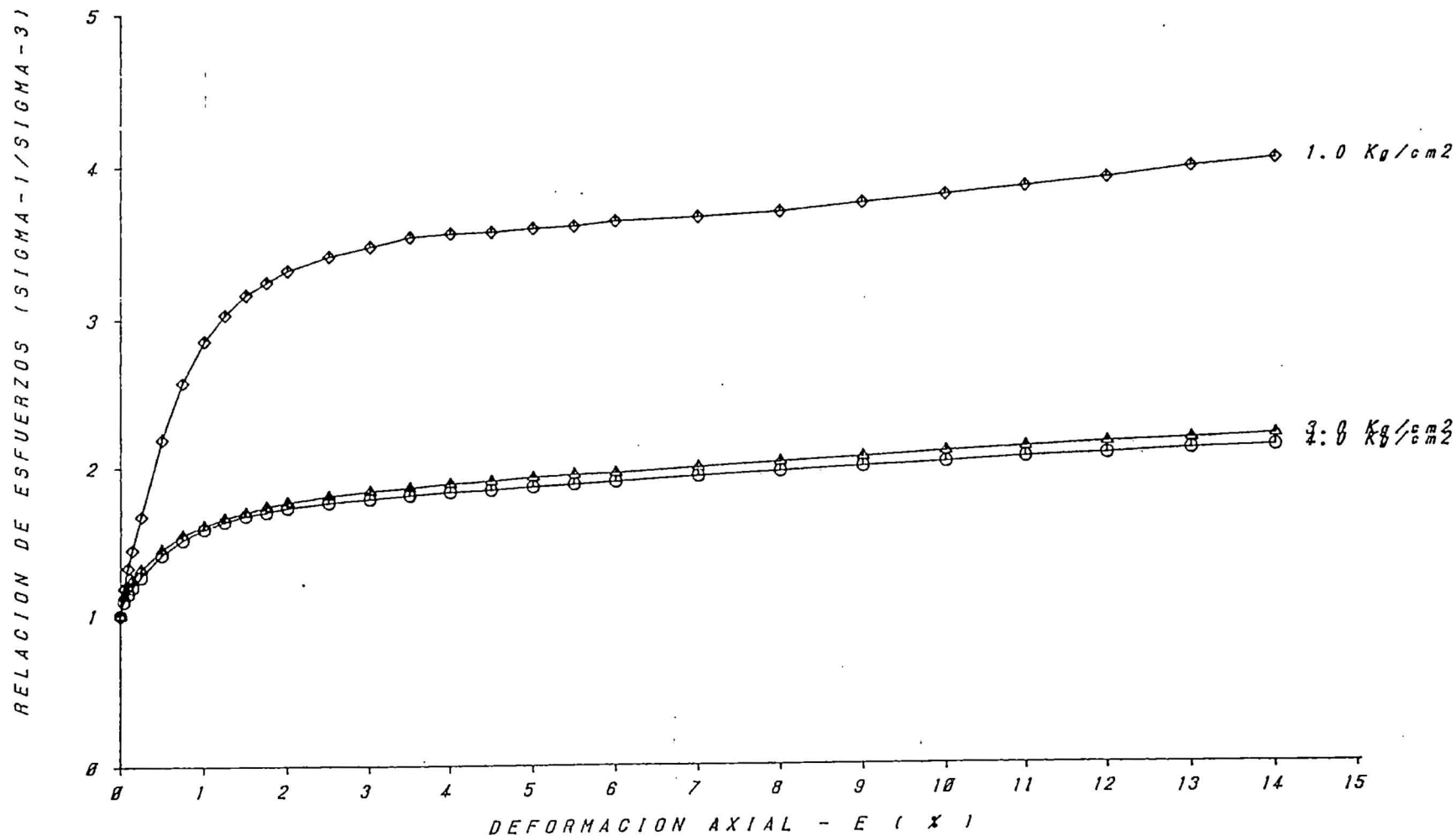
CALICATA : C-4
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.80-2.10
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 LUGAR : Urb. Calvo de Araujo - FONAVI
 TIPO DE ENSAYO : UU
 FECHA : 23/05/91

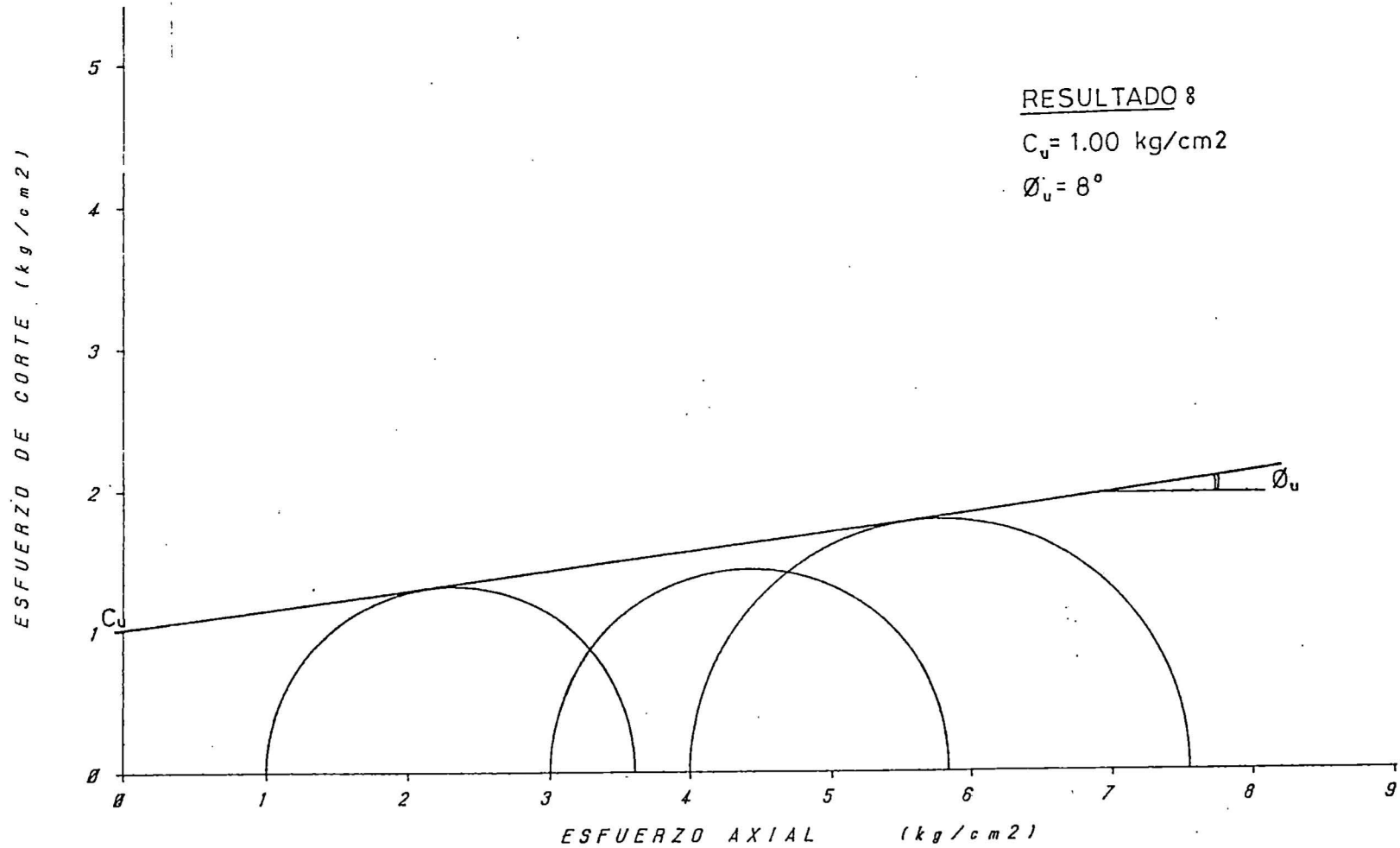
CALICATA : C-4
 MUESTRA : MI-1
 PROF. (m) : 1.80-2.10
 CLASIF. (SUCS) : CH



CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Urb. Calvo de Araujo - FONAVI
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/91

CALICATA : C-4
HUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.80-2.10
CLASIF. (SUCS) : CH





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



RE-7

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE	:	CONCYTEC - JICA
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR	:	A.H. 9 de Octubre
CALICATA	:	C-5
MUESTRA	:	MI-1
PROFUNDIDAD (m)	:	1.95-2.20
CLASIFICACION (SUCS)	:	CH
ESTADO	:	Inalterada
TIPO DE ENSAYO	:	UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA	:	0.20 mm/min
FECHA	:	26/04/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.95-2.20
 FECHA : 26/04/91

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 5.04 cm
 ALTURA : 9.98 cm
 DENSIDAD SECA : 1.27 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 42.25 %
 HUMEDAD FINAL : 42.25 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 1.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 1.00 Kg/cm²

DEF	ESF. DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.09	0.00	1.00	1.09	1.05	0.05	0.09	0.04	1.09
0.10	0.18	0.00	1.00	1.18	1.09	0.09	0.18	0.08	1.18
0.15	0.22	0.00	1.00	1.22	1.11	0.11	0.22	0.10	1.22
0.25	0.34	0.00	1.00	1.34	1.17	0.17	0.34	0.15	1.34
0.50	0.52	0.00	1.00	1.52	1.26	0.26	0.52	0.21	1.52
0.75	0.62	0.00	1.00	1.62	1.31	0.31	0.62	0.24	1.62
1.00	0.71	0.00	1.00	1.71	1.36	0.36	0.71	0.26	1.71
1.25	0.80	0.00	1.00	1.80	1.40	0.40	0.80	0.29	1.80
1.50	0.84	0.00	1.00	1.84	1.42	0.42	0.84	0.30	1.84
1.75	0.88	0.00	1.00	1.88	1.44	0.44	0.88	0.31	1.88
2.00	0.93	0.00	1.00	1.93	1.47	0.47	0.93	0.32	1.93
2.50	0.97	0.00	1.00	1.97	1.49	0.49	0.97	0.33	1.97
3.00	1.01	0.00	1.00	2.01	1.51	0.51	1.01	0.34	2.01
3.50	1.04	0.00	1.00	2.04	1.52	0.52	1.04	0.34	2.04
4.00	1.06	0.00	1.00	2.06	1.53	0.53	1.06	0.35	2.06
4.50	1.07	0.00	1.00	2.07	1.54	0.54	1.07	0.35	2.07
5.00	1.10	0.00	1.00	2.10	1.55	0.55	1.10	0.35	2.10
5.50	1.13	0.00	1.00	2.13	1.57	0.57	1.13	0.36	2.13
6.00	1.14	0.00	1.00	2.14	1.57	0.57	1.14	0.36	2.14
7.00	1.14	0.00	1.00	2.14	1.57	0.57	1.14	0.36	2.14
8.00	1.13	0.00	1.00	2.13	1.57	0.57	1.13	0.36	2.13
9.00	1.11	0.00	1.00	2.11	1.56	0.56	1.11	0.36	2.11
10.00	1.10	0.00	1.00	2.10	1.55	0.55	1.10	0.35	2.10
11.00	1.10	0.00	1.00	2.10	1.55	0.55	1.10	0.35	2.10

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.95-2.20
 FECHA : 26/04/91

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 5.01 cm
 ALTURA : 10.00 cm
 DENSIDAD SECA : 1.25 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 42.33 %
 HUMEDAD FINAL : 42.88 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 2.00 Kg/cm²

DEF %	ESF.DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	q kg/cm ²	2q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.05	0.00	2.00	2.05	2.03	0.03	0.05	0.01	1.03
0.10	0.14	0.00	2.00	2.14	2.07	0.07	0.14	0.03	1.07
0.15	0.25	0.00	2.00	2.25	2.13	0.13	0.25	0.06	1.13
0.25	0.40	0.00	2.00	2.40	2.20	0.20	0.40	0.09	1.20
0.50	0.65	0.00	2.00	2.65	2.33	0.33	0.65	0.14	1.33
0.75	0.87	0.00	2.00	2.87	2.44	0.44	0.87	0.18	1.44
1.00	0.93	0.00	2.00	2.98	2.49	0.49	0.98	0.20	1.49
1.25	1.06	0.00	2.00	3.06	2.53	0.53	1.06	0.21	1.53
1.50	1.10	0.00	2.00	3.10	2.55	0.55	1.10	0.22	1.55
1.75	1.13	0.00	2.00	3.13	2.57	0.57	1.13	0.22	1.57
2.00	1.14	0.00	2.00	3.14	2.57	0.57	1.14	0.22	1.57
2.50	1.15	0.00	2.00	3.15	2.58	0.58	1.15	0.22	1.58
3.00	1.17	0.00	2.00	3.17	2.59	0.59	1.17	0.23	1.59
3.50	1.18	0.00	2.00	3.18	2.59	0.59	1.18	0.23	1.59
4.00	1.19	0.00	2.00	3.19	2.60	0.60	1.19	0.23	1.60
4.50	1.19	0.00	2.00	3.19	2.60	0.60	1.19	0.23	1.60
5.00	1.20	0.00	2.00	3.20	2.60	0.60	1.20	0.23	1.60
5.50	1.20	0.00	2.00	3.20	2.60	0.60	1.20	0.23	1.60
6.00	1.19	0.00	2.00	3.19	2.60	0.60	1.19	0.23	1.60
7.00	1.19	0.00	2.00	3.19	2.60	0.60	1.19	0.23	1.60
8.00	1.18	0.00	2.00	3.18	2.59	0.59	1.18	0.23	1.59
9.00	1.18	0.00	2.00	3.18	2.59	0.59	1.18	0.23	1.59
10.00	1.17	0.00	2.00	3.17	2.59	0.59	1.17	0.23	1.59
11.00	1.16	0.00	2.00	3.16	2.58	0.58	1.16	0.22	1.58

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD (m) : 1.95-2.20
FECHA : 26/04/91

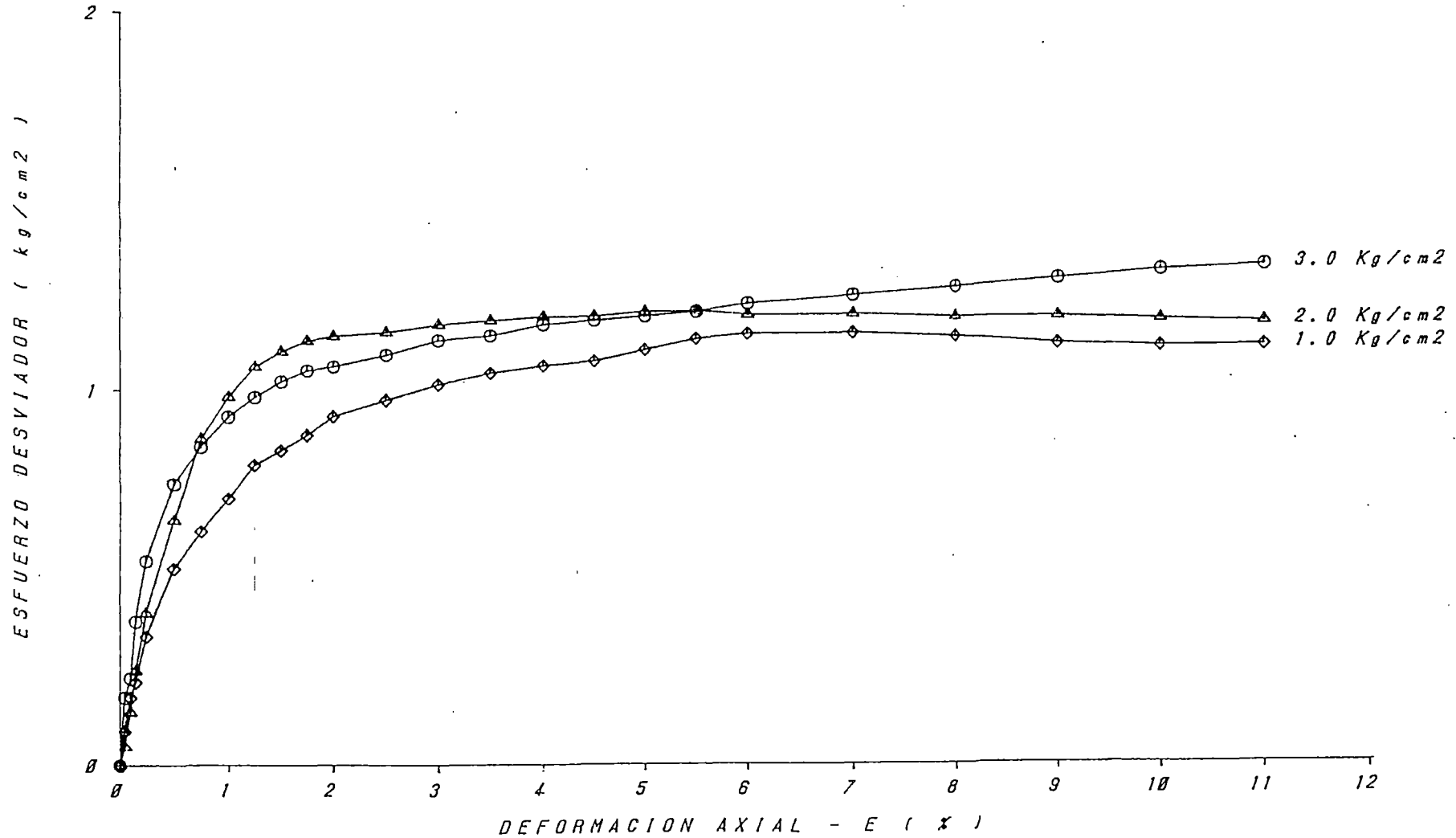
ESPECIMEN : 3
DIAMETRO : 5.09 cm
ALTURA : 9.97 cm
DENSIDAD SECA : 1.29 gr/cm³
HUMEDAD INICIAL : 37.50 %
HUMEDAD FINAL : 37.50 %
PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 Kg/cm²
CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 3.00 Kg/cm²

DEF %	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.18	0.00	3.00	3.18	3.09	0.09	0.18	0.03	1.06
0.10	0.23	0.00	3.00	3.23	3.12	0.12	0.23	0.04	1.08
0.15	0.38	0.00	3.00	3.38	3.19	0.19	0.38	0.06	1.13
0.25	0.54	0.00	3.00	3.54	3.27	0.27	0.54	0.08	1.18
0.50	0.75	0.00	3.00	3.75	3.38	0.38	0.75	0.11	1.25
0.75	0.85	0.00	3.00	3.85	3.43	0.43	0.85	0.12	1.28
1.00	0.95	0.00	3.00	3.95	3.47	0.47	0.95	0.13	1.31
1.25	0.98	0.00	3.00	3.98	3.49	0.49	0.98	0.14	1.33
1.50	1.02	0.00	3.00	4.02	3.51	0.51	1.02	0.15	1.34
1.75	1.05	0.00	3.00	4.05	3.53	0.53	1.05	0.15	1.35
2.00	1.06	0.00	3.00	4.06	3.53	0.53	1.06	0.15	1.35
2.50	1.09	0.00	3.00	4.09	3.55	0.55	1.09	0.15	1.36
3.00	1.13	0.00	3.00	4.13	3.57	0.57	1.13	0.16	1.38
3.50	1.14	0.00	3.00	4.14	3.57	0.57	1.14	0.16	1.38
4.00	1.17	0.00	3.00	4.17	3.59	0.59	1.17	0.16	1.39
4.50	1.18	0.00	3.00	4.18	3.59	0.59	1.18	0.16	1.39
5.00	1.19	0.00	3.00	4.19	3.60	0.60	1.19	0.17	1.40
5.50	1.20	0.00	3.00	4.20	3.60	0.60	1.20	0.17	1.40
6.00	1.22	0.00	3.00	4.22	3.61	0.61	1.22	0.17	1.41
7.00	1.24	0.00	3.00	4.24	3.62	0.62	1.24	0.17	1.41
8.00	1.26	0.00	3.00	4.26	3.63	0.63	1.26	0.17	1.42
9.00	1.28	0.00	3.00	4.28	3.64	0.64	1.28	0.18	1.43
10.00	1.30	0.00	3.00	4.30	3.65	0.65	1.30	0.18	1.43
11.00	1.31	0.00	3.00	4.31	3.66	0.66	1.31	0.18	1.44

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : A.H. 9 de Octubre
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 26/04/91

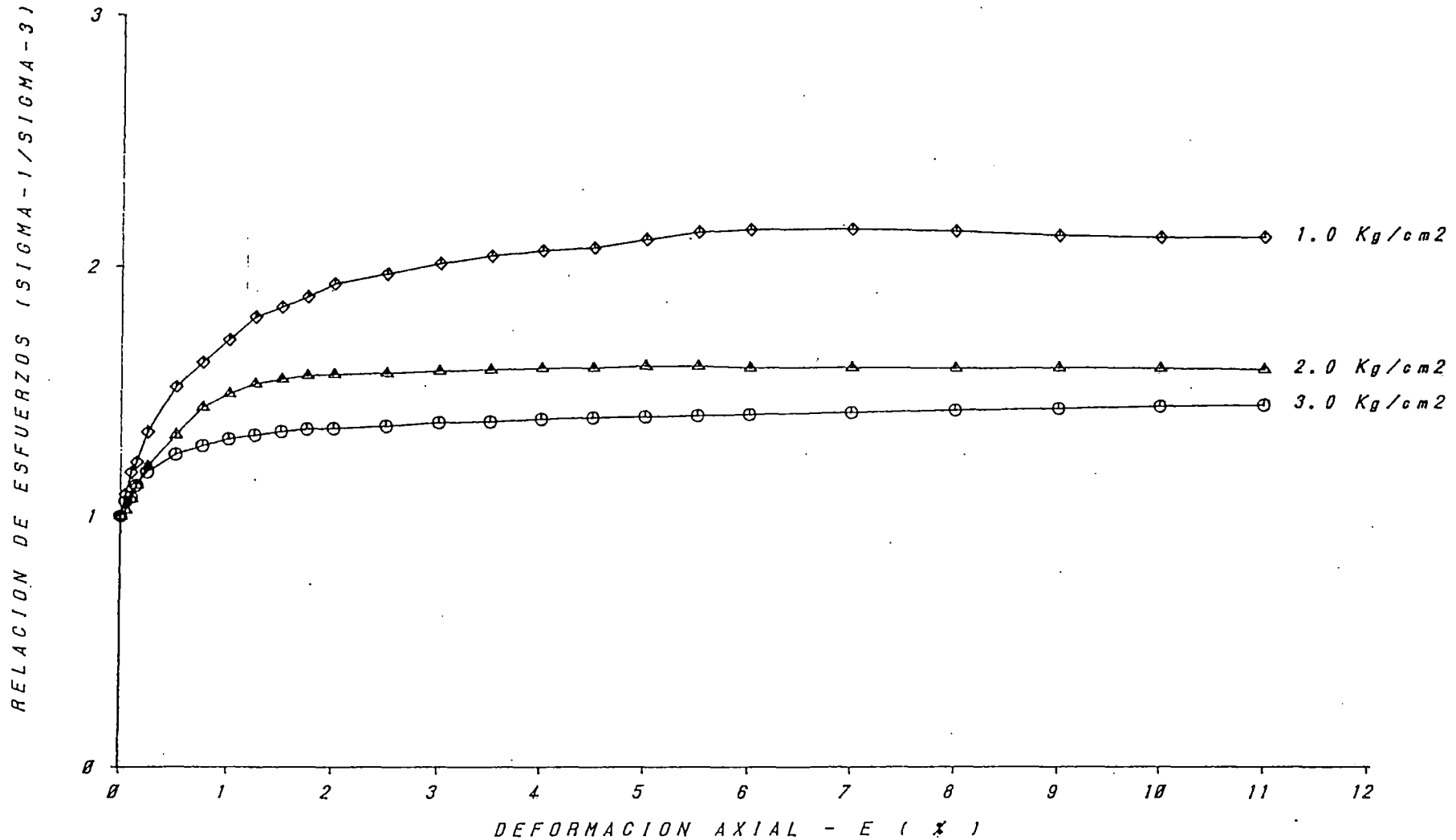
CALICATA : C-5
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.95-2.20
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : A.H. 9 de Octubre
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 26/04/91

CALICATA : C-5
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.95-2.20
CLASIF. (SUCS) : CH



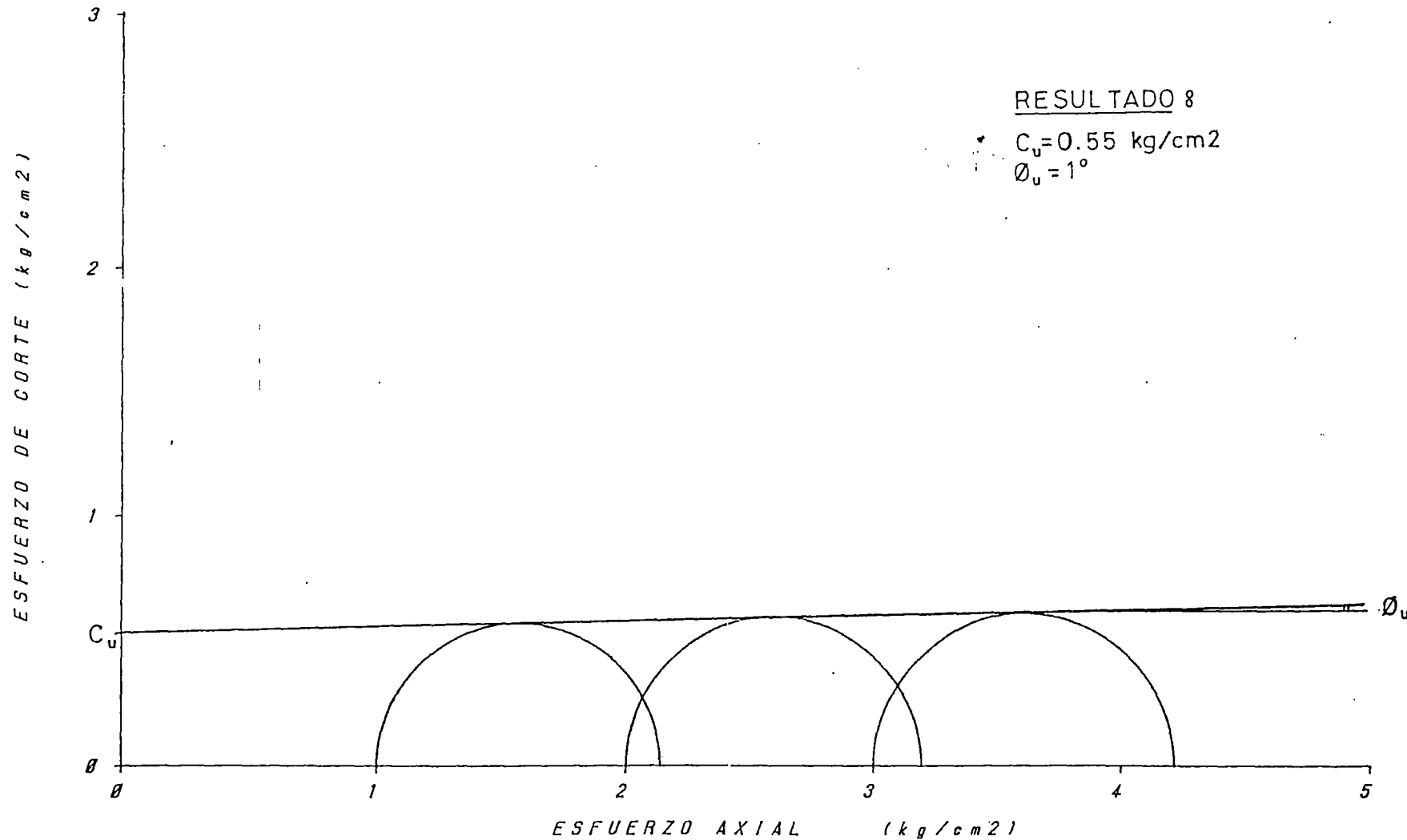
CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : A.H. 9 de Octubre
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 26/04/91

CALICATA : C-5
MUESTRA : MI-1
PROF. (m) : 1.95-2.20
CLASIF. (SUCS) : CH

RESULTADO 8

$C_u = 0.55 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi_u = 1^\circ$





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



RE-6

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE	:	CONCYTEC - JICA
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR	:	Garcilaso de la Vega Cdra. 2
CALICATA	:	C-6
MUESTRA	:	MI-1
PROFUNDIDAD (m)	:	1.30-1.50
CLASIFICACION (SUCS)	:	CH
ESTADO	:	Inalterada
TIPO DE ENSAYO	:	UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA	:	0.2 mm/min
FECHA	:	23/05/91

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.30-1.50
 FECHA : 23/05/91

ESPECIMEN : 1
 DIAMETRO : 5.13 cm
 ALTURA : 9.95 cm
 DENSIDAD SECA : 1.52 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 25.58 %
 HUMEDAD FINAL : 25.58 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 2.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.16	0.00	2.00	2.16	2.03	0.08	0.16	0.04	1.08
0.10	0.32	0.00	2.00	2.32	2.16	0.16	0.32	0.07	1.16
0.15	0.51	0.00	2.00	2.51	2.26	0.26	0.51	0.11	1.26
0.25	0.79	0.00	2.00	2.79	2.40	0.40	0.79	0.16	1.40
0.50	1.36	0.00	2.00	3.36	2.66	0.66	1.36	0.25	1.66
0.75	1.78	0.00	2.00	3.78	2.89	0.89	1.78	0.31	1.89
1.00	2.05	0.00	2.00	4.05	3.03	1.03	2.05	0.34	2.03
1.25	2.21	0.00	2.00	4.21	3.11	1.11	2.21	0.36	2.11
1.50	2.33	0.00	2.00	4.33	3.17	1.17	2.33	0.37	2.17
1.75	2.40	0.00	2.00	4.40	3.20	1.20	2.40	0.38	2.20
2.00	2.43	0.00	2.00	4.43	3.22	1.22	2.43	0.38	2.22
2.50	2.51	0.00	2.00	4.51	3.26	1.26	2.51	0.39	2.26
3.00	2.55	0.00	2.00	4.55	3.28	1.28	2.55	0.39	2.28
3.60	2.59	0.00	2.00	4.59	3.30	1.30	2.59	0.39	2.30
4.00	2.62	0.00	2.00	4.62	3.31	1.31	2.62	0.40	2.31
4.50	2.65	0.00	2.00	4.65	3.33	1.33	2.65	0.40	2.33
5.00	2.68	0.00	2.00	4.68	3.34	1.34	2.68	0.40	2.34
5.50	2.71	0.00	2.00	4.71	3.36	1.36	2.71	0.40	2.36
6.00	2.73	0.00	2.00	4.73	3.37	1.37	2.73	0.41	2.37
7.00	2.78	0.00	2.00	4.78	3.39	1.39	2.78	0.41	2.39
8.00	2.82	0.00	2.00	4.82	3.41	1.41	2.82	0.41	2.41
9.00	2.86	0.00	2.00	4.86	3.43	1.43	2.86	0.42	2.43
10.00	2.87	0.00	2.00	4.87	3.44	1.44	2.87	0.42	2.44
11.00	2.90	0.00	2.00	4.90	3.45	1.45	2.90	0.42	2.45
12.00	2.93	0.00	2.00	4.93	3.47	1.47	2.93	0.42	2.47
13.00	2.94	0.00	2.00	4.94	3.47	1.47	2.94	0.42	2.47

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTÉCNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.30-1.50
 FECHA : 23/05/91

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 5.07 cm
 ALTURA : 9.94 cm
 DENSIDAD SECA : 1.52 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 25.21 %
 HUMEDAD FINAL : 25.21 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFFECT. SIGMA₃ INICIAL : 3.00 Kg/cm²

DEF	ESF. DESV	P.P.	SIGMA-3	SIGMA-1	P	Q	2Q	Q/P	OBLIC
EX	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.30
0.05	0.25	0.00	3.00	3.25	3.13	0.13	0.25	0.04	1.08
0.10	0.51	0.00	3.00	3.51	3.26	0.26	0.51	0.08	1.17
0.15	0.67	0.00	3.00	3.67	3.34	0.34	0.67	0.10	1.22
0.25	0.95	0.00	3.00	3.95	3.48	0.48	0.95	0.14	1.32
0.50	1.49	0.00	3.00	4.49	3.75	0.75	1.49	0.20	1.50
0.75	1.89	0.00	3.00	4.89	3.95	0.95	1.89	0.24	1.63
1.00	2.15	0.00	3.00	5.15	4.08	1.08	2.15	0.26	1.72
1.25	2.40	0.00	3.00	5.40	4.20	1.20	2.40	0.29	1.80
1.50	2.56	0.00	3.00	5.56	4.28	1.28	2.56	0.30	1.85
1.75	2.69	0.00	3.00	5.69	4.35	1.35	2.69	0.31	1.90
2.00	2.78	0.00	3.00	5.78	4.39	1.39	2.78	0.32	1.93
2.50	2.90	0.00	3.00	5.90	4.45	1.45	2.90	0.33	1.97
3.00	2.98	0.00	3.00	5.98	4.49	1.49	2.98	0.33	1.99
3.50	3.03	0.00	3.00	6.03	4.52	1.52	3.03	0.34	2.01
4.00	3.07	0.00	3.00	6.07	4.54	1.54	3.07	0.34	2.02
4.50	3.11	0.00	3.00	6.11	4.56	1.56	3.11	0.34	2.04
5.00	3.13	0.00	3.00	6.13	4.57	1.57	3.13	0.34	2.04
5.50	3.17	0.00	3.00	6.17	4.59	1.59	3.17	0.35	2.06
6.00	3.21	0.00	3.00	6.21	4.61	1.61	3.21	0.35	2.07
7.00	3.29	0.00	3.00	6.29	4.65	1.65	3.29	0.35	2.10
8.00	3.37	0.00	3.00	6.37	4.69	1.69	3.37	0.36	2.12
9.00	3.43	0.00	3.00	6.43	4.72	1.72	3.43	0.36	2.14
10.00	3.48	0.00	3.00	6.48	4.74	1.74	3.48	0.37	2.16
11.00	3.52	0.00	3.00	6.52	4.76	1.76	3.52	0.37	2.17
12.00	3.57	0.00	3.00	6.57	4.79	1.79	3.57	0.37	2.19
13.00	3.61	0.00	3.00	6.61	4.81	1.81	3.61	0.38	2.20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.30-1.50
 FECHA : 23/05/91

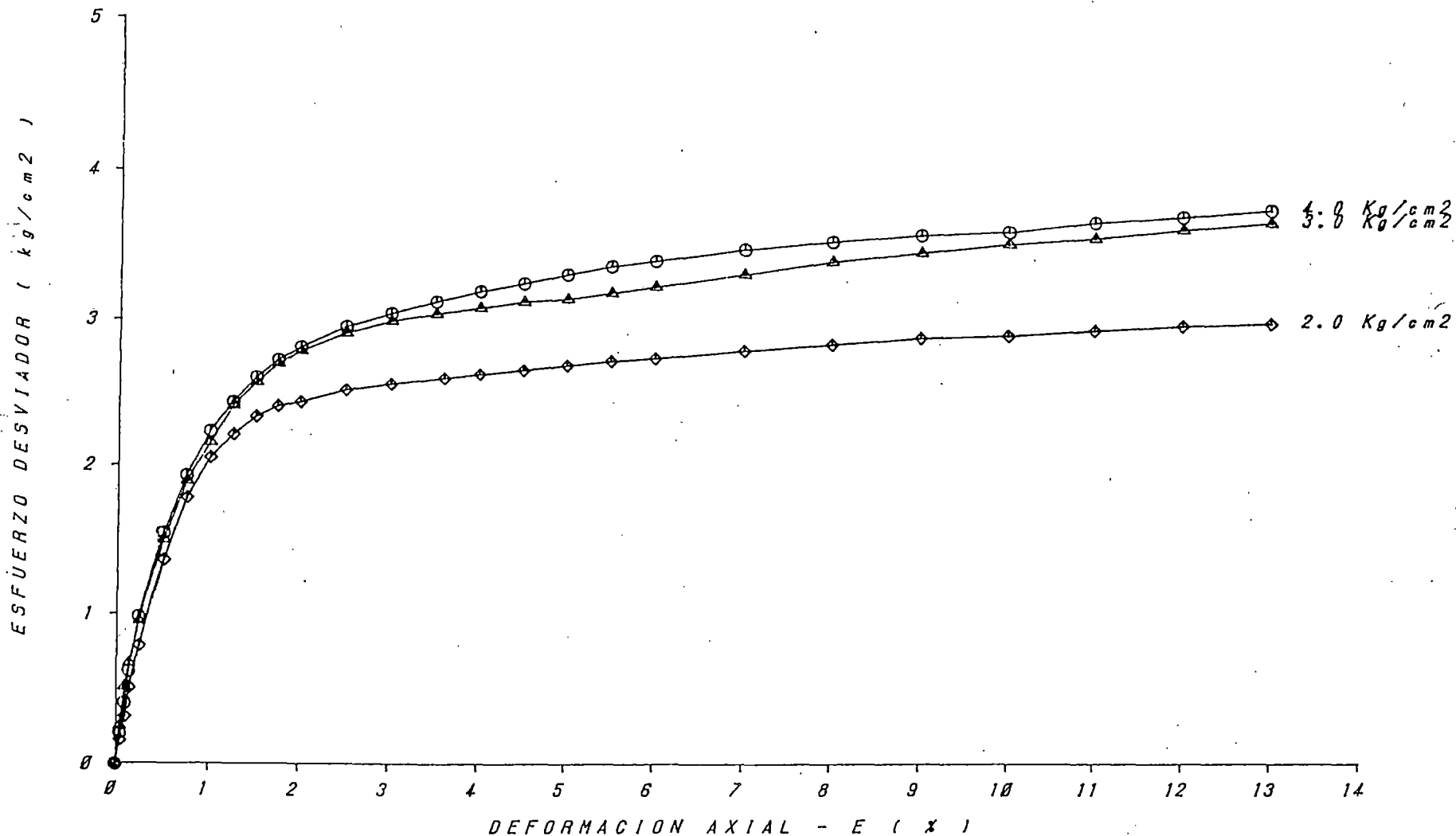
ESPECIMEN : 3
 DIAMETRO : 5.03 cm
 ALTURA : 9.98 cm
 DENSIDAD SECA : 1.50 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 26.02 %
 HUMEDAD FINAL : 26.02 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 4.00 kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 4.00 kg/cm²

DEF E%	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.21	0.00	4.00	4.21	4.11	0.11	0.21	0.03	1.05
0.10	0.41	0.00	4.00	4.41	4.21	0.21	0.41	0.05	1.10
0.15	0.62	0.00	4.00	4.62	4.31	0.31	0.62	0.07	1.16
0.25	0.98	0.00	4.00	4.98	4.49	0.49	0.98	0.11	1.25
0.50	1.54	0.00	4.00	5.54	4.77	0.77	1.54	0.16	1.39
0.75	1.93	0.00	4.00	5.93	4.97	0.97	1.93	0.19	1.48
1.00	2.23	0.00	4.00	6.23	5.12	1.12	2.23	0.22	1.56
1.25	2.43	0.00	4.00	6.43	5.22	1.22	2.43	0.23	1.61
1.50	2.60	0.00	4.00	6.60	5.30	1.30	2.60	0.25	1.65
1.75	2.72	0.00	4.00	6.72	5.36	1.36	2.72	0.25	1.68
2.00	2.31	0.00	4.00	6.81	5.41	1.41	2.81	0.26	1.70
2.50	2.95	0.00	4.00	6.95	5.48	1.48	2.95	0.27	1.74
3.00	3.04	0.00	4.00	7.04	5.52	1.52	3.04	0.28	1.76
3.50	3.12	0.00	4.00	7.12	5.56	1.56	3.12	0.28	1.73
4.00	3.19	0.00	4.00	7.19	5.60	1.60	3.19	0.29	1.80
4.50	3.24	0.00	4.00	7.24	5.62	1.62	3.24	0.29	1.81
5.00	3.30	0.00	4.00	7.30	5.65	1.65	3.30	0.29	1.83
5.50	3.35	0.00	4.00	7.35	5.68	1.68	3.35	0.30	1.84
6.00	3.39	0.00	4.00	7.39	5.70	1.70	3.39	0.30	1.85
7.00	3.46	0.00	4.00	7.46	5.73	1.73	3.46	0.30	1.87
8.00	3.51	0.00	4.00	7.51	5.76	1.76	3.51	0.30	1.88
9.00	3.55	0.00	4.00	7.55	5.78	1.78	3.55	0.31	1.89
10.00	3.57	0.00	4.00	7.57	5.79	1.79	3.57	0.31	1.89
11.00	3.63	0.00	4.00	7.63	5.82	1.82	3.63	0.31	1.91
12.00	3.66	0.00	4.00	7.66	5.83	1.83	3.66	0.31	1.92
13.00	3.70	0.00	4.00	7.70	5.85	1.85	3.70	0.32	1.93

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Garcilaso de la Vega Cdra. 2
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/91

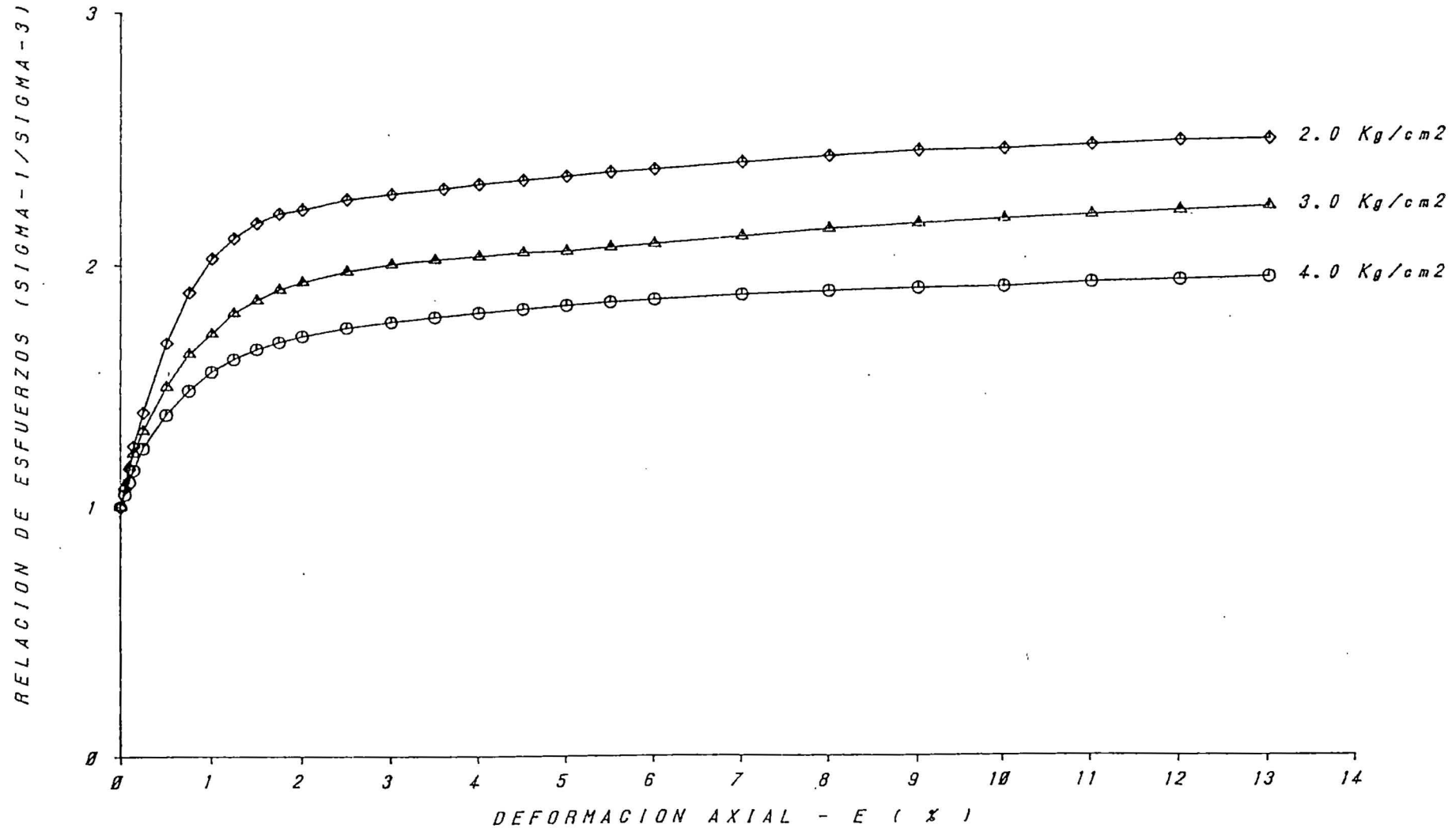
CALICATA : C-6
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.30-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Garcilaso de la Vega Cdra. 2
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/91

CALICATA : C-6
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.30-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH



CIRCULO DE MOHR

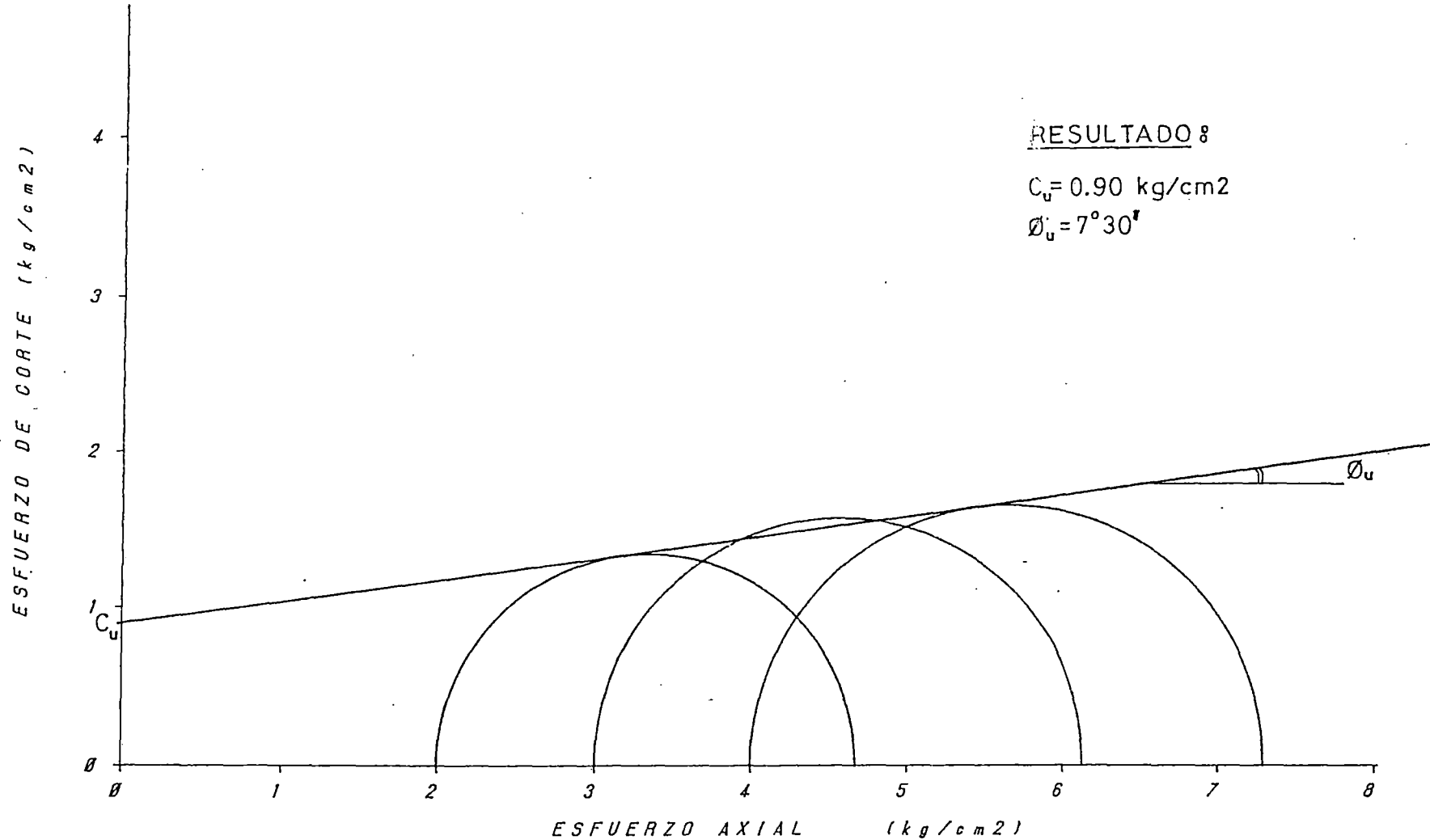
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Garcilaso de la Vega Cdra. 2
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 23/05/91

CALICATA : C-6
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.30-1.50
CLASIF. (SUCS) : CH

RESULTADO :

$C_u = 0.90 \text{ kg/cm}^2$

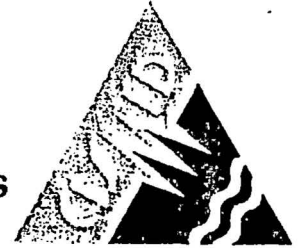
$\phi_u = 7^\circ 30'$





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES



RE-4

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

SOLICITANTE	:	CONCYTEC - JICA
PROYECTO	:	ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR	:	Atlantida y Jose Galvez
CALICATA	:	C-7
MUESTRA	:	MI-1
PROFUNDIDAD (m)	:	1.80-2.10
CLASIFICACION (SUCS)	:	CH
ESTADO	:	Inalterada
TIPO DE ENSAYO	:	UU NO CONSOLIDADO - NO DRENADO
VELOCIDAD DE CARGA	:	2 mm/min
FECHA	:	25/05/90

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
MUESTRA : MI-1
PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
FECHA : 25/05/90

ESPECIMEN : 1
DIAMETRO : 3.45 cm
ALTURA : 7.90 cm
DENSIDAD SECA : 1.51 gr/cm³
HUMEDAD INICIAL : 27.48 %
HUMEDAD FINAL : 27.48 %
PRESION DE CELDA INICIAL : 1.00 kg/cm²
CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 kg/cm²
ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 1.00 kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.10	0.00	1.00	1.10	1.05	0.05	0.10	0.05	1.10
0.10	0.14	0.00	1.00	1.14	1.07	0.07	0.14	0.07	1.14
0.15	0.18	0.00	1.00	1.18	1.09	0.09	0.18	0.08	1.18
0.25	0.23	0.00	1.00	1.23	1.12	0.12	0.23	0.10	1.23
0.50	0.31	0.00	1.00	1.31	1.16	0.16	0.31	0.13	1.31
0.75	0.38	0.00	1.00	1.38	1.19	0.19	0.38	0.16	1.38
1.00	0.41	0.00	1.00	1.41	1.21	0.21	0.41	0.17	1.41
1.25	0.47	0.00	1.00	1.47	1.24	0.24	0.47	0.19	1.47
1.50	0.52	0.00	1.00	1.52	1.26	0.26	0.52	0.21	1.52
1.75	0.56	0.00	1.00	1.56	1.28	0.28	0.56	0.22	1.56
2.00	0.58	0.00	1.00	1.58	1.29	0.29	0.58	0.22	1.58
2.50	0.63	0.00	1.00	1.63	1.32	0.32	0.63	0.24	1.63
3.00	0.69	0.00	1.00	1.69	1.35	0.35	0.69	0.26	1.69
3.50	0.73	0.00	1.00	1.73	1.37	0.37	0.73	0.27	1.73
4.00	0.76	0.00	1.00	1.76	1.38	0.38	0.76	0.28	1.76
4.50	0.79	0.00	1.00	1.79	1.40	0.40	0.79	0.28	1.79
5.00	0.82	0.00	1.00	1.82	1.41	0.41	0.82	0.29	1.82
5.50	0.83	0.00	1.00	1.83	1.42	0.42	0.83	0.29	1.83
6.00	0.84	0.00	1.00	1.84	1.42	0.42	0.84	0.30	1.84
7.00	0.87	0.00	1.00	1.87	1.44	0.44	0.87	0.30	1.87
8.00	0.91	0.00	1.00	1.91	1.46	0.46	0.91	0.31	1.91
9.00	0.94	0.00	1.00	1.94	1.47	0.47	0.94	0.32	1.94
10.00	0.97	0.00	1.00	1.97	1.49	0.49	0.97	0.33	1.97
11.00	0.98	0.00	1.00	1.98	1.49	0.49	0.98	0.33	1.98
12.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.50	0.50	1.00	0.33	2.00
13.00	1.01	0.00	1.00	2.01	1.51	0.51	1.01	0.34	2.01
14.00	1.02	0.00	1.00	2.02	1.51	0.51	1.02	0.34	2.02
15.00	1.04	0.00	1.00	2.04	1.52	0.52	1.04	0.34	2.04
16.00	1.04	0.00	1.00	2.04	1.52	0.52	1.04	0.34	2.04

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
 FECHA : 25/05/90

ESPECIMEN : 2
 DIAMETRO : 3.32 cm
 ALTURA : 8.03 cm
 DENSIDAD SECA : 1.63 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 23.38 %
 HUMEDAD FINAL : 23.38 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 2.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 2.00 Kg/cm²

DEF EX	ESF. DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.19	0.00	2.00	2.19	2.10	0.10	0.19	0.05	1.10
0.10	0.27	0.00	2.00	2.27	2.14	0.14	0.27	0.06	1.14
0.15	0.36	0.00	2.00	2.36	2.18	0.18	0.36	0.08	1.18
0.25	0.47	0.00	2.00	2.47	2.24	0.24	0.47	0.11	1.24
0.50	0.56	0.00	2.00	2.56	2.28	0.28	0.56	0.12	1.28
0.75	0.63	0.00	2.00	2.63	2.32	0.32	0.63	0.14	1.32
1.00	0.69	0.00	2.00	2.69	2.35	0.35	0.69	0.15	1.35
1.25	0.74	0.00	2.00	2.74	2.37	0.37	0.74	0.16	1.37
1.50	0.78	0.00	2.00	2.78	2.39	0.39	0.78	0.16	1.39
1.75	0.80	0.00	2.00	2.80	2.40	0.40	0.80	0.17	1.40
2.00	0.83	0.00	2.00	2.83	2.42	0.42	0.83	0.17	1.42
2.50	0.87	0.00	2.00	2.87	2.44	0.44	0.87	0.18	1.44
3.00	0.91	0.00	2.00	2.91	2.46	0.46	0.91	0.19	1.46
3.50	0.93	0.00	2.00	2.93	2.47	0.47	0.93	0.19	1.47
4.00	0.97	0.00	2.00	2.97	2.49	0.49	0.97	0.20	1.49
4.50	1.00	0.00	2.00	3.00	2.50	0.50	1.00	0.20	1.50
5.00	1.02	0.00	2.00	3.02	2.51	0.51	1.02	0.20	1.51
5.50	1.05	0.00	2.00	3.05	2.53	0.53	1.05	0.21	1.53
6.00	1.07	0.00	2.00	3.07	2.54	0.54	1.07	0.21	1.54
7.00	1.10	0.00	2.00	3.10	2.55	0.55	1.10	0.22	1.55
8.00	1.11	0.00	2.00	3.11	2.56	0.56	1.11	0.22	1.56
9.00	1.14	0.00	2.00	3.14	2.57	0.57	1.14	0.22	1.57
10.00	1.17	0.00	2.00	3.17	2.59	0.59	1.17	0.23	1.59
11.00	1.19	0.00	2.00	3.19	2.60	0.60	1.19	0.23	1.60
12.00	1.20	0.00	2.00	3.20	2.60	0.60	1.20	0.23	1.60
13.00	1.22	0.00	2.00	3.22	2.61	0.61	1.22	0.23	1.61
14.00	1.23	0.00	2.00	3.23	2.62	0.62	1.23	0.24	1.62
15.00	1.24	0.00	2.00	3.24	2.62	0.62	1.24	0.24	1.62
16.00	1.26	0.00	2.00	3.26	2.63	0.63	1.26	0.24	1.63

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID.

ENSAYO TRIAXIAL

SOLICITANTE : CONCYTEC - JICA
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
 MUESTRA : MI-1
 PROFUNDIDAD (m) : 1.80-2.10
 FECHA : 25/05/00

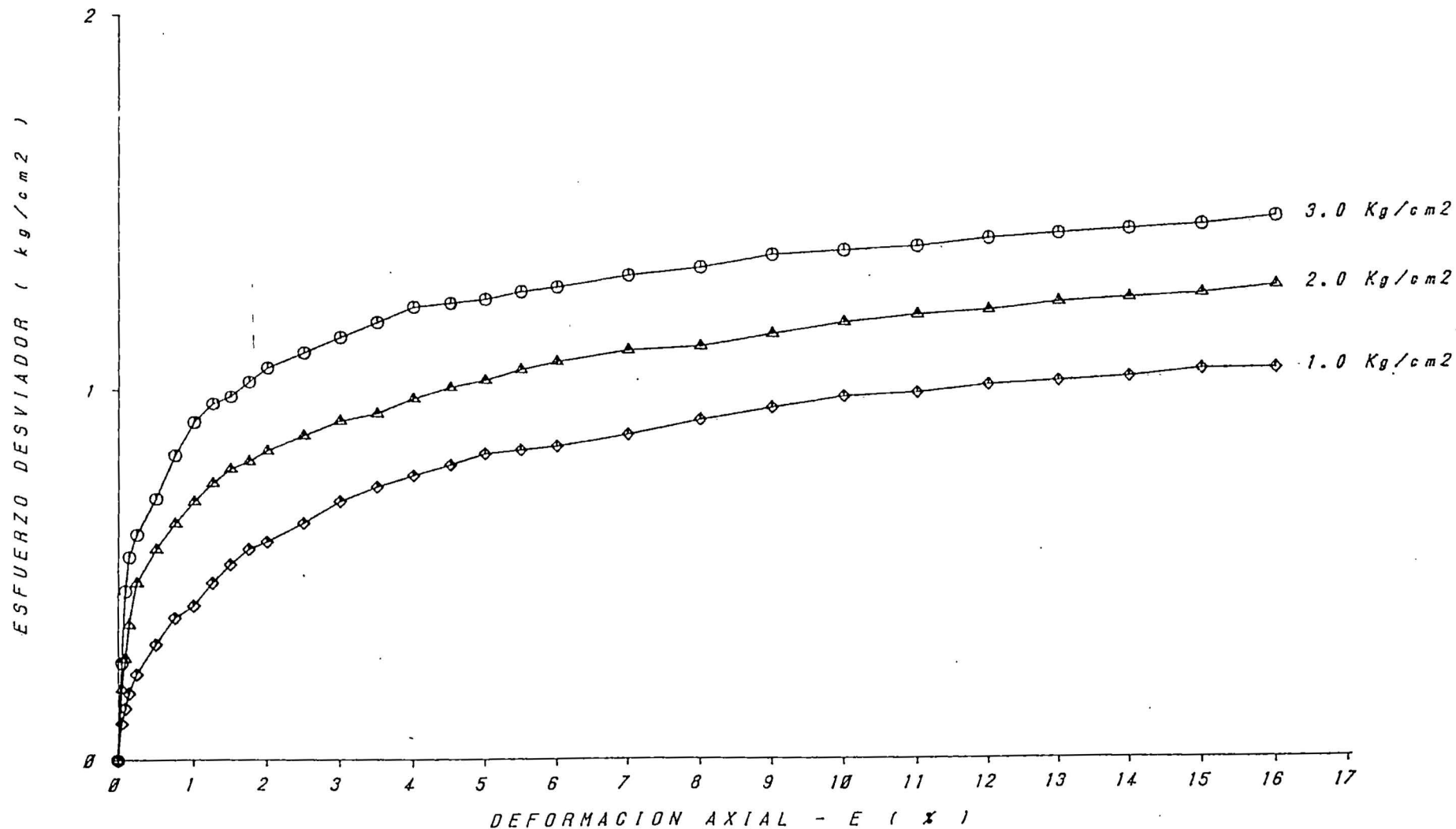
ESPECIMEN : 5
 DIAMETRO : 3.32 cm
 ALTURA : 8.01 cm
 DENSIDAD SECA : 1.54 gr/cm³
 HUMEDAD INICIAL : 27.31 %
 HUMEDAD FINAL : 27.31 %
 PRESION DE CELDA INICIAL : 3.00 Kg/cm²
 CONTRA PRESION INICIAL : 0.00 Kg/cm²
 ESF. EFECT. SIGMA₃ INICIAL : 3.00 Kg/cm²

DEF %	ESF.DESV kg/cm ²	P.P. kg/cm ²	SIGMA-3 kg/cm ²	SIGMA-1 kg/cm ²	P kg/cm ²	Q kg/cm ²	2Q kg/cm ²	Q/P kg/cm ²	OBLIC S1/S3
0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
0.05	0.26	0.00	3.00	3.26	3.13	0.13	0.26	0.04	1.09
0.10	0.45	0.00	3.00	3.45	3.23	0.23	0.45	0.07	1.15
0.15	0.54	0.00	3.00	3.54	3.27	0.27	0.54	0.08	1.18
0.25	0.60	0.00	3.00	3.60	3.30	0.30	0.60	0.09	1.20
0.50	0.70	0.00	3.00	3.70	3.35	0.35	0.70	0.10	1.23
0.75	0.82	0.00	3.00	3.82	3.41	0.41	0.82	0.12	1.27
1.00	0.91	0.00	3.00	3.91	3.46	0.46	0.91	0.13	1.30
1.25	0.96	0.00	3.00	3.96	3.48	0.48	0.96	0.14	1.32
1.50	0.98	0.00	3.00	3.98	3.49	0.49	0.98	0.14	1.33
1.75	1.02	0.00	3.00	4.02	3.51	0.51	1.02	0.15	1.34
2.00	1.06	0.00	3.00	4.06	3.53	0.53	1.06	0.15	1.35
2.50	1.10	0.00	3.00	4.10	3.55	0.55	1.10	0.15	1.37
3.00	1.14	0.00	3.00	4.14	3.57	0.57	1.14	0.16	1.38
3.50	1.18	0.00	3.00	4.18	3.59	0.59	1.18	0.16	1.39
4.00	1.22	0.00	3.00	4.22	3.61	0.61	1.22	0.17	1.41
4.50	1.23	0.00	3.00	4.23	3.62	0.62	1.23	0.17	1.41
5.00	1.24	0.00	3.00	4.24	3.62	0.62	1.24	0.17	1.41
5.50	1.26	0.00	3.00	4.26	3.63	0.63	1.26	0.17	1.42
6.00	1.27	0.00	3.00	4.27	3.64	0.64	1.27	0.17	1.42
7.00	1.30	0.00	3.00	4.30	3.65	0.65	1.30	0.18	1.43
8.00	1.32	0.00	3.00	4.32	3.66	0.66	1.32	0.18	1.44
9.00	1.35	0.00	3.00	4.35	3.68	0.68	1.35	0.18	1.45
10.00	1.36	0.00	3.00	4.36	3.68	0.68	1.36	0.18	1.45
11.00	1.37	0.00	3.00	4.37	3.69	0.69	1.37	0.19	1.46
12.00	1.39	0.00	3.00	4.39	3.70	0.70	1.39	0.19	1.46
13.00	1.40	0.00	3.00	4.40	3.70	0.70	1.40	0.19	1.47
14.00	1.41	0.00	3.00	4.41	3.71	0.71	1.41	0.19	1.47
15.00	1.42	0.00	3.00	4.42	3.71	0.71	1.42	0.19	1.47
16.00	1.44	0.00	3.00	4.44	3.72	0.72	1.44	0.19	1.48

ESFUERZO DESVIADOR vs DEFORMACION AXIAL

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Atlantida y Jose Galvez
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 25/05/90

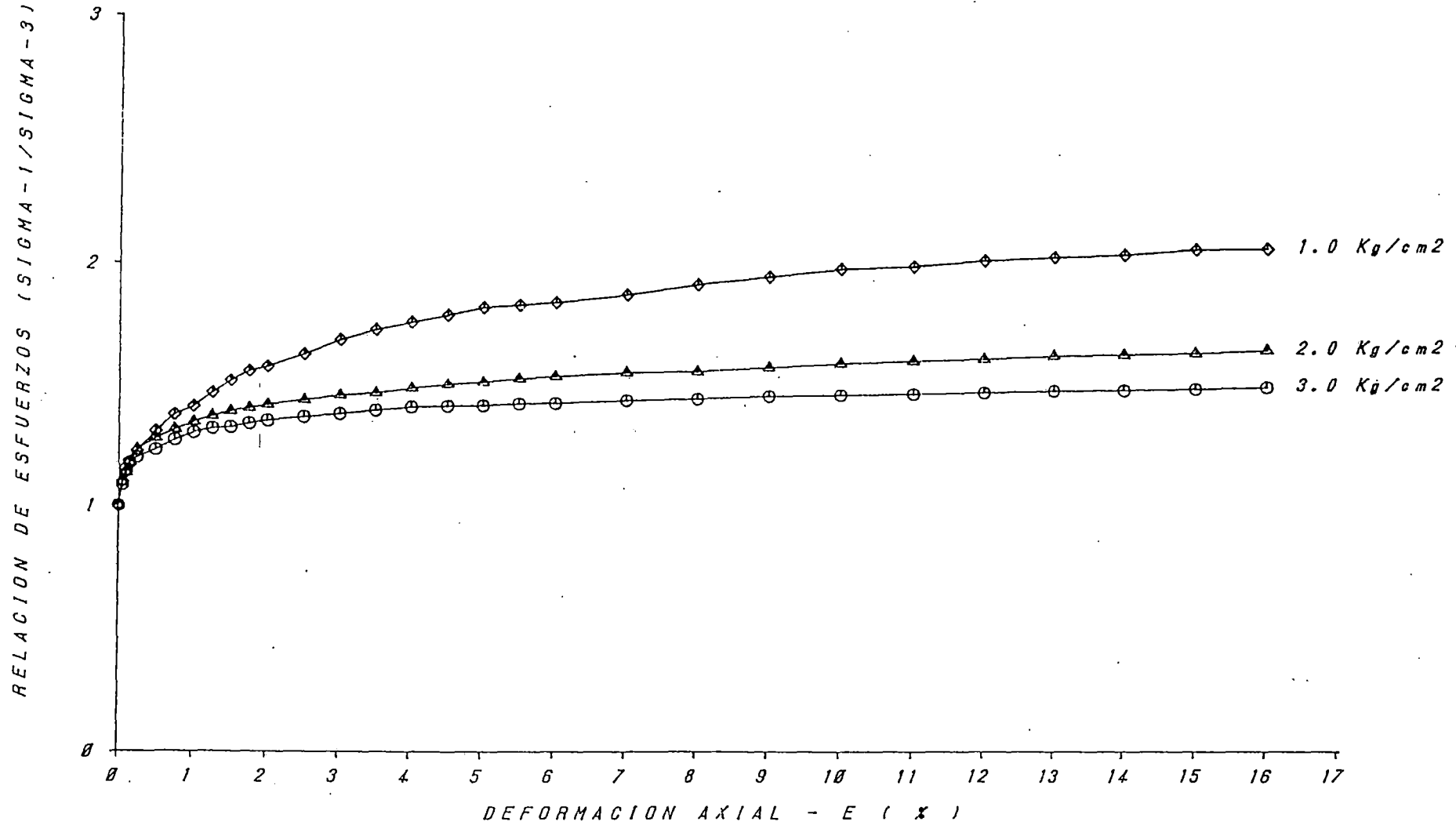
CALICATA : C-7
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.80-2.10
CLASIF. (SUCS) : CH



SIGMA-1/SIGMA-3 vs DEFORMACION AXIAL.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Atlantida y Jose Galvez
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 25/05/90

CALICATA : C-7
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.80-2.10
CLASIF. (SUCS) : CH



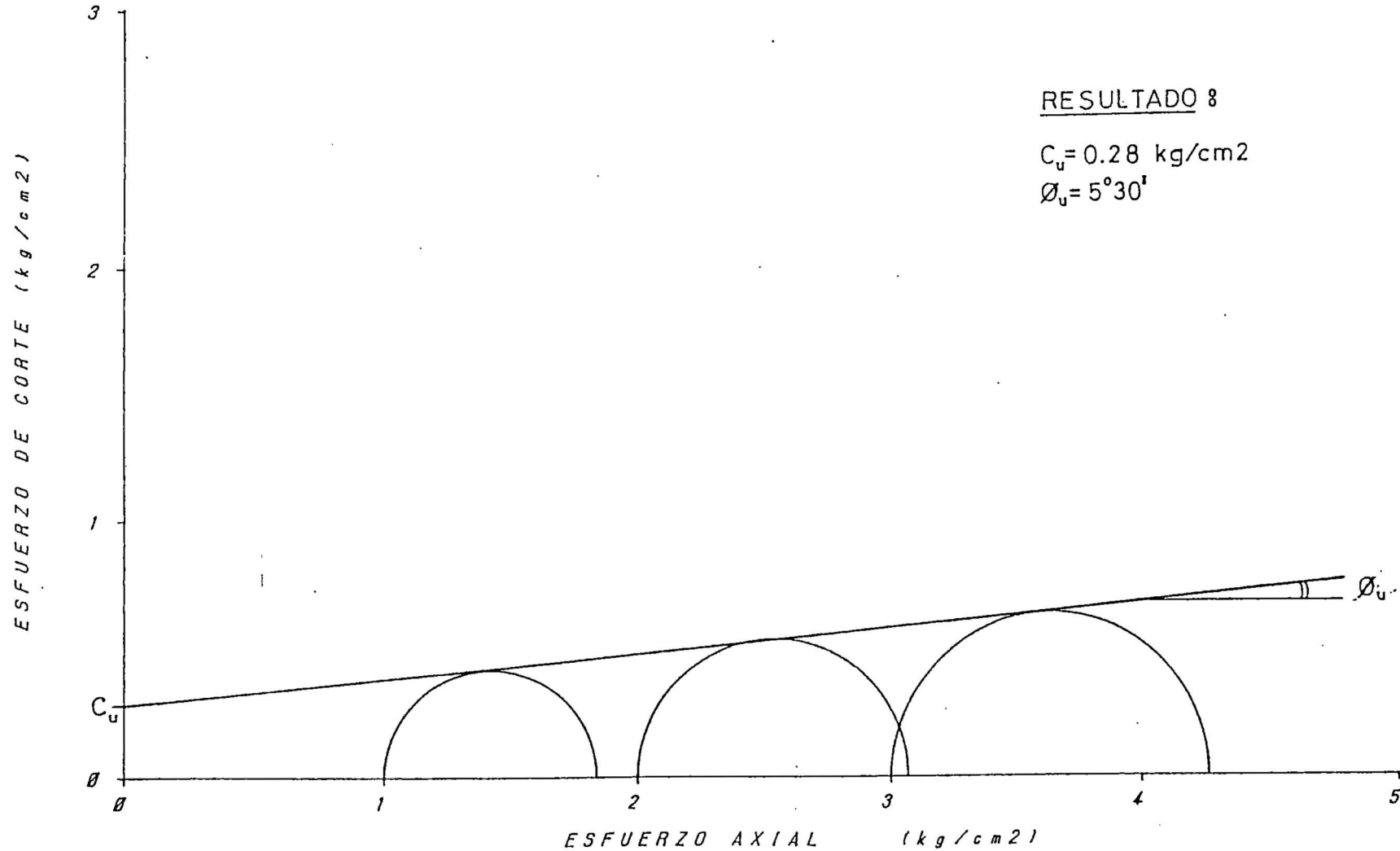
CIRCULO DE MOHR

PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO DE IQUITOS
LUGAR : Atlantida y Jose Galvez
TIPO DE ENSAYO : UU
FECHA : 25/05/90

CALICATA : C-7
MUESTRA : M1-1
PROF. (m) : 1.80-2.10
CLASIF. (SUCS) : CH

RESULTADO 8

$C_u = 0.28 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi_u = 5^\circ 30'$



➤ MATERIAL DE DIQUE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecanica de Suelos

INFORME N° - S98-1254

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : TESIS "EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO
 DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACION
 UBICACION : PUNCHANA - IQUITOS
 FECHA : ENERO, 1999

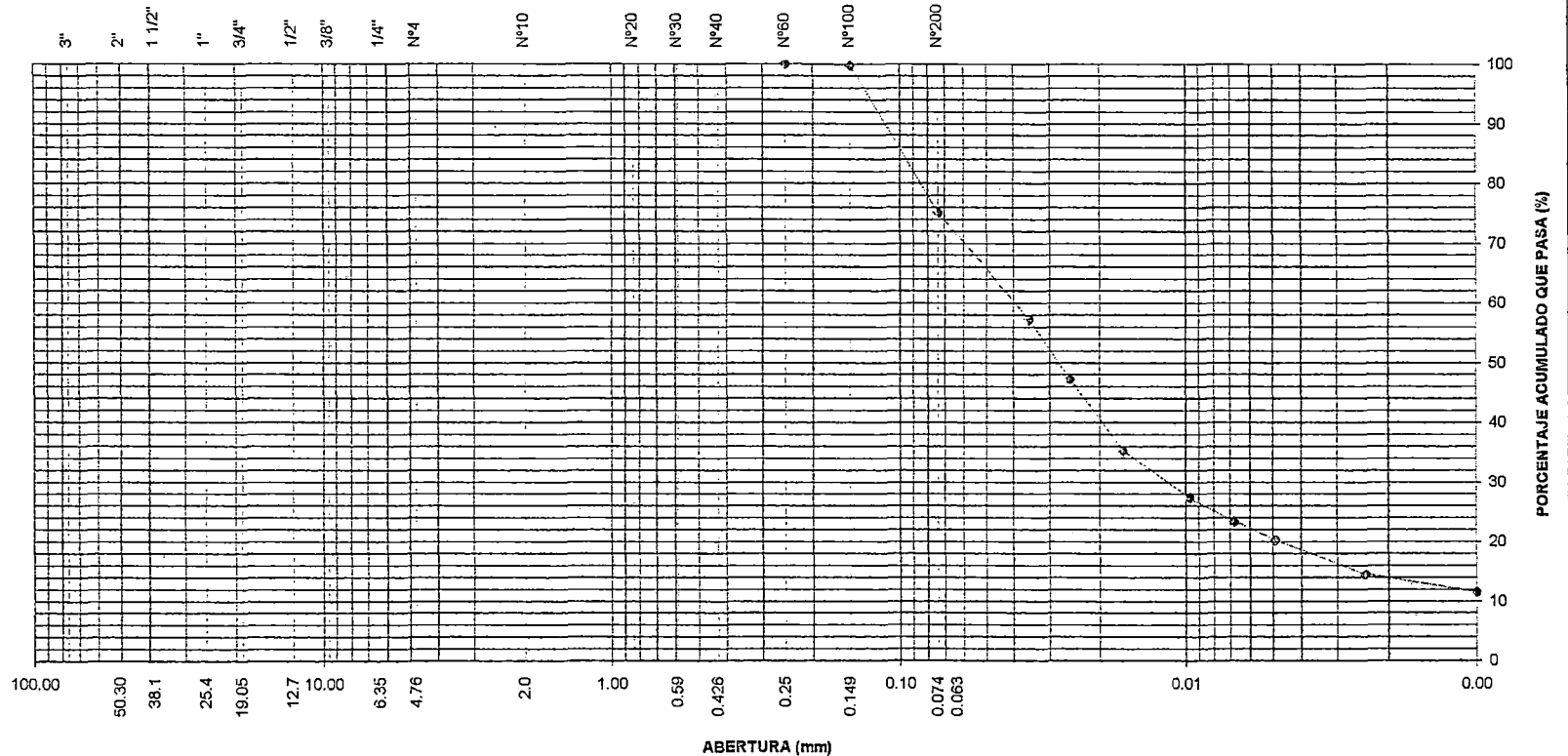
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR SEDIMENTACION
 ASTM D422**

Sondaje	C-17	Muestra	M-1	Prof.(m)	0.00-1.50
---------	------	---------	-----	----------	-----------

L. Líquido	31.4	I. Plástico	1.6	SUCS	ML
------------	------	-------------	-----	------	----

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.000	
2"	50.300	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.525	
1/4"	6.350	
N°4	4.760	
N°10	2.000	
N°20	0.840	
N°30	0.590	
N°40	0.426	
N°60	0.250	100
N°100	0.149	99.8
N°200	0.074	75.1
	0.0353	57.28
	0.0255	47.32
	0.0166	35.38
	0.0097	27.42
	0.0068	23.43
	0.0049	20.19
	0.0024	14.53
	0.0010	11.51
Limos (%)		51.67
Arcillas (%)		11.93
Coloides (%)		11.51

CURVA GRANULOMETRICA





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N°. S98 - 1254

Solicitado : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 Proyecto : Tesis "Laguna de Estabilizacion de Aguas Servidas en la Ciudad de Iquitos"
 Ubicación : PUNCHANA - IQUITOS
 Fecha : Enero, 1999

**ENSAYO PROCTOR ESTANDAR
ASTM - 698**

Sondaje	C-15	Muestra	M-1	Prof.(m)	0.00-1.50
---------	------	---------	-----	----------	-----------

L. Liquido	31.4	I. Plasticidad	1.6	Clasificación SUCS	ML
------------	------	----------------	-----	--------------------	----

Molde de 4"

Densidad Seca (gr/cm ³)	C. Humedad (%)
1.537	11.1
1.579	12.4
1.63	14.2
1.704	16.8
1.651	18.3

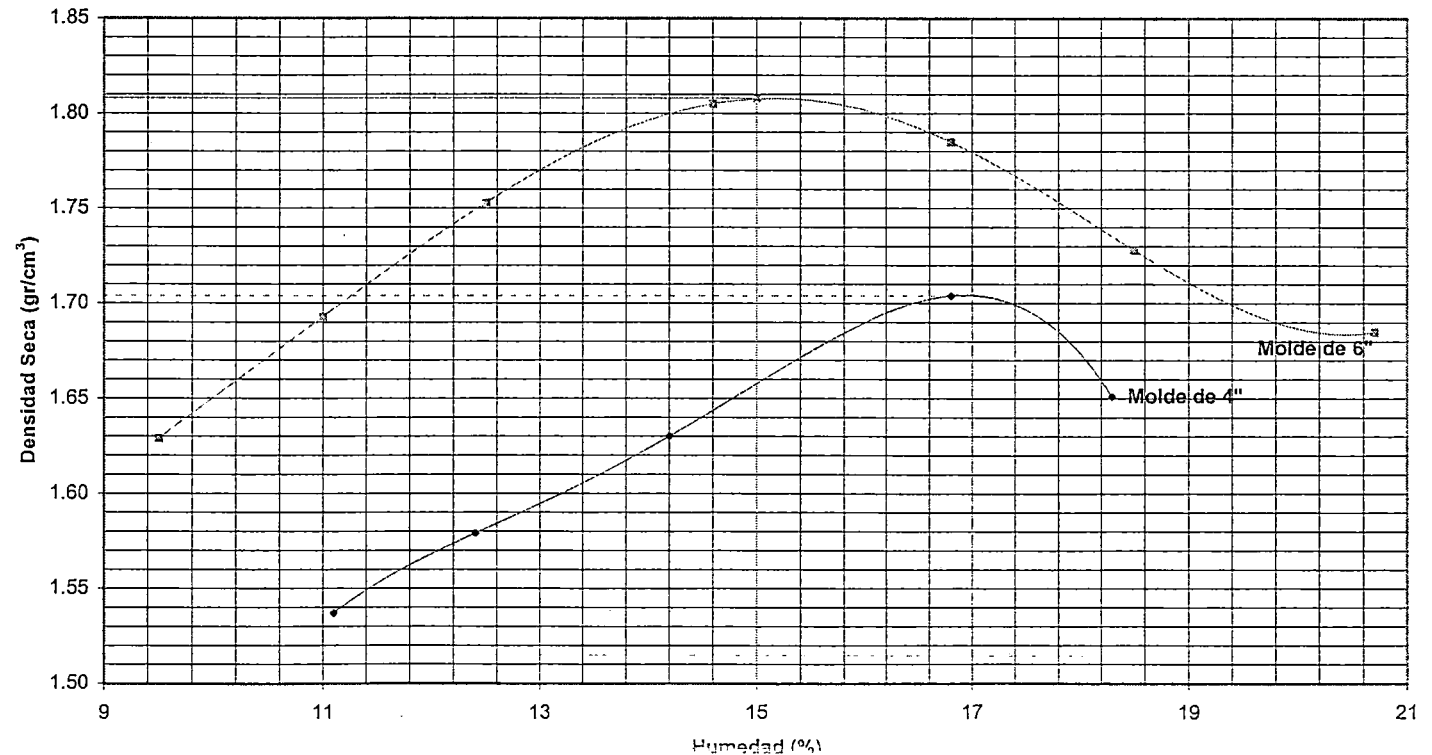
Max Densidad Seca (gr/cm³) 1.704
 Optimo Cont. Humedad (%) 17

Molde de 6"

Densidad Seca (gr/cm ³)	C. Humedad (%)
1.629	9.5
1.693	11
1.753	12.5
1.805	14.6
1.785	16.8
1.728	18.5
1.685	20.7

Max Densidad Seca (gr/cm³) 1.808
 Optimo Cont. Humedad (%) 13.0

CURVA DENSIDAD SECA VS. HUMEDAD



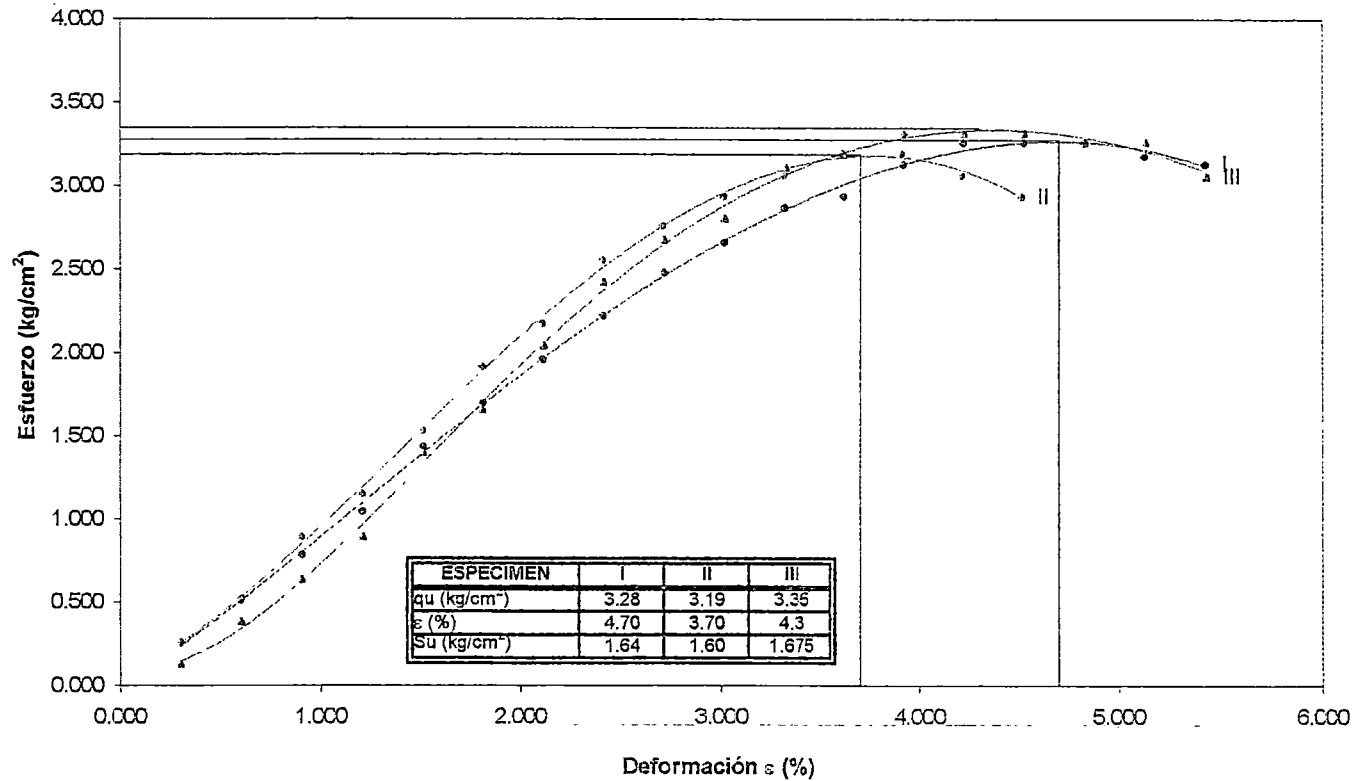
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 0 %
Curado : 0 días

DATOS DEL ESPECIMEN				I	II	III
Diametro Inicial, cm	4.15	4.175	4.18			
Altura Inicial, cm	8.43	8.4425	8.42			
Area Inicial, cm ²	13.53	13.69	13.72			
Volumen Inicial cm ³	114.03	115.58	115.55			
Cont. Humedad %	17.2	17.1	17			
Densidad gr/cm ³	1.964	1.948	1.971			
Dens. Seca gr/cm ³	1.676	1.663	1.684			
Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²			
I	II	III	I	II	III	
0.301	0.301	0.302	0.261	0.256	0.128	
0.603	0.602	0.603	0.522	0.511	0.383	
0.904	0.903	0.905	0.783	0.895	0.638	
1.205	1.203	1.207	1.044	1.150	0.893	
1.507	1.504	1.508	1.436	1.534	1.403	
1.808	1.805	1.810	1.897	1.917	1.658	
2.109	2.106	2.112	1.958	2.173	2.040	
2.410	2.407	2.413	2.219	2.557	2.423	
2.712	2.708	2.715	2.480	2.761	2.678	
3.013	3.009	3.017	2.663	2.940	2.806	
3.314	3.309	3.318	2.872	3.068	3.112	
3.616	3.610	3.620	2.937	3.196	3.188	
3.917	3.911	3.922	3.133	3.196	3.316	
4.218	4.212	4.223	3.264	3.068	3.316	
4.520	4.513	4.525	3.264	2.940	3.316	
4.821		4.827	3.264		3.265	
5.122		5.128	3.185		3.265	
5.423		5.430	3.133		3.061	
		5.732			2.806	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

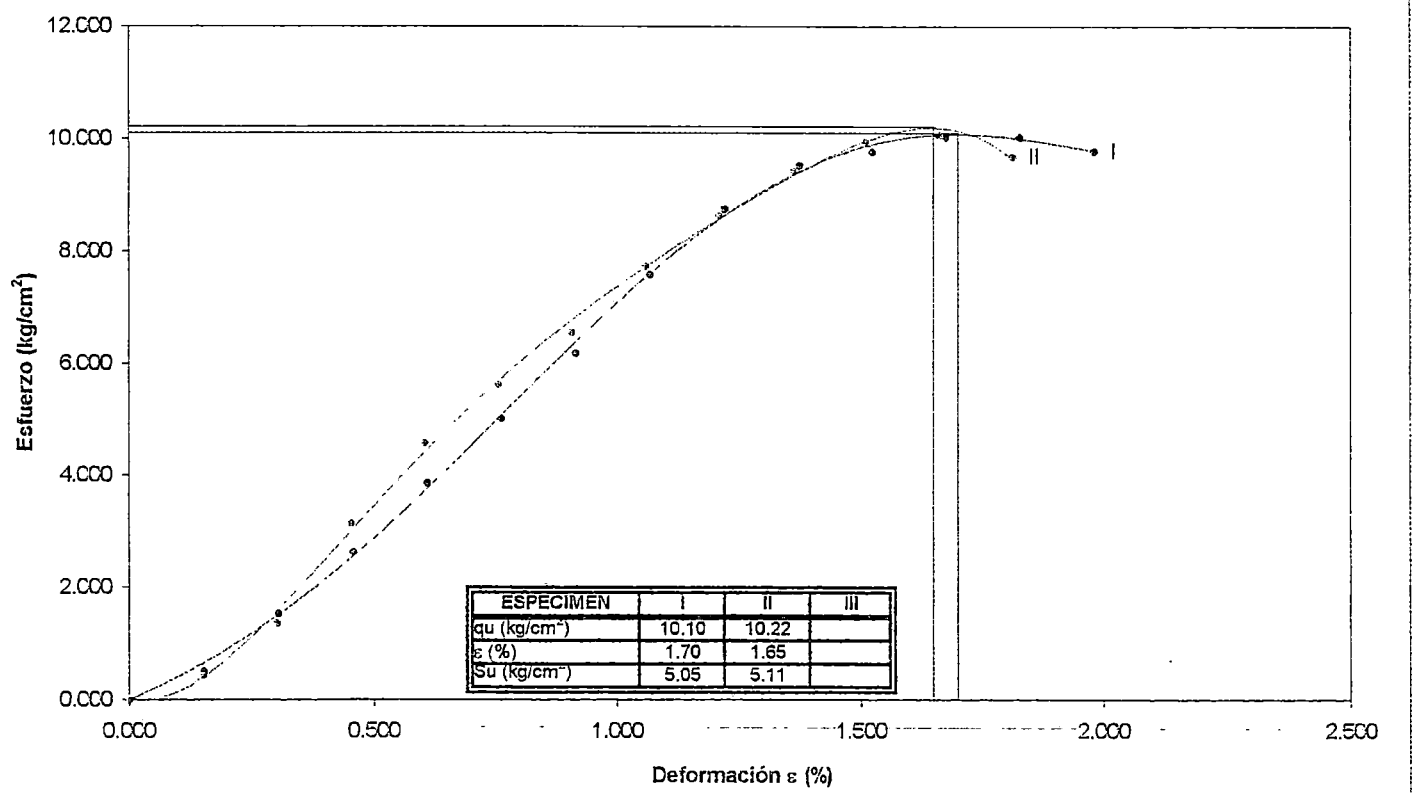
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 2 %
Curado : 7 días

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Diametro Inicial, cm	4.18	4.125	
Altura Inicial, cm	8.34	8.415	
Area Inicial, cm ²	13.72	13.36	
Volumen Inicial cm ³	114.45	112.46	
Cont. Humedad %	17.1	17.3	
Densidad gr/cm ³	1.992	1.995	
Dens. Seca gr/cm ³	1.701	1.701	

Deformación axial ϵ (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.151		0.515	0.445	
0.305	0.302		1.544	1.362	
0.457	0.453		2.625	3.143	
0.609	0.604		3.861	4.583	
0.761	0.755		5.019	5.631	
0.914	0.906		6.177	6.547	
1.066	1.056		7.592	7.726	
1.218	1.207		8.751	8.643	
1.371	1.358		9.523	9.428	
1.523	1.509		9.780	9.952	
1.675	1.660		10.037	10.083	
1.827	1.811		10.037	9.690	
1.980	1.962		9.780		
2.132	2.113		9.008		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

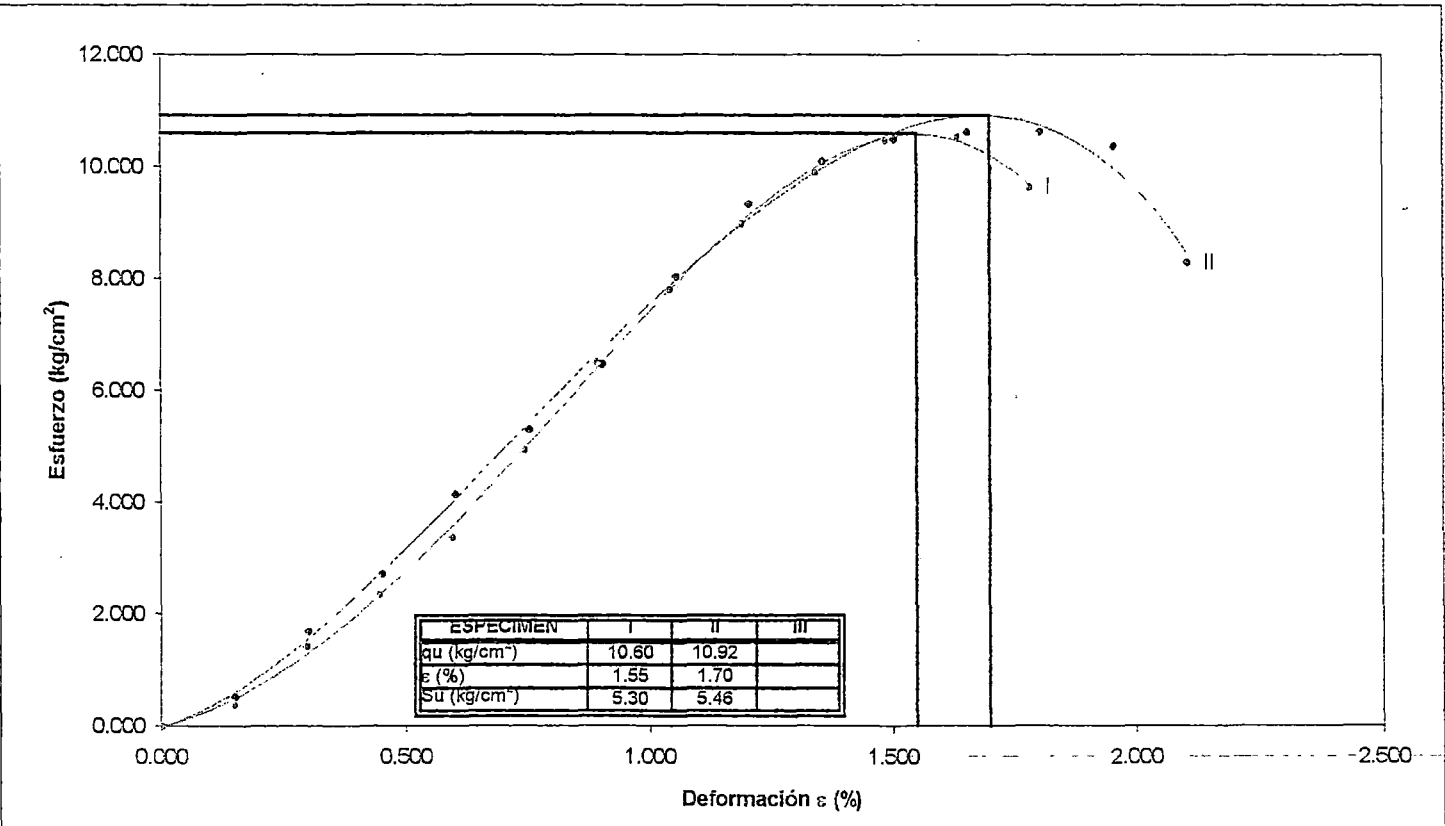
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización"
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
 Cond. : Remoldeado
 Cemento : 2 %
 Curado : 14 días

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.165	4.135	
Altura Inicial, cm		8.45	8.555	
Area Inicial, cm ²		13.62	13.43	
Volumen Inicial cm ³		115.13	114.88	
Cont. Humedad %		17.1	17.2	
Densidad gr/cm ³		1.978	1.974	
Dens. Seca gr/cm ³		1.689	1.684	

Deformación axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.150	0.148		0.518	0.391	
0.301	0.297		1.685	1.433	
0.451	0.445		2.722	2.346	
0.601	0.594		4.148	3.388	
0.751	0.742		5.314	4.952	
0.902	0.891		6.481	6.516	
1.052	1.039		8.036	7.819	
1.202	1.188		9.332	8.992	
1.353	1.336		10.110	9.904	
1.503	1.485		10.499	10.477	
1.653	1.633		10.628	10.556	
1.804	1.781		10.628	9.643	
1.954	1.930		10.369		
2.104	2.078		8.295		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

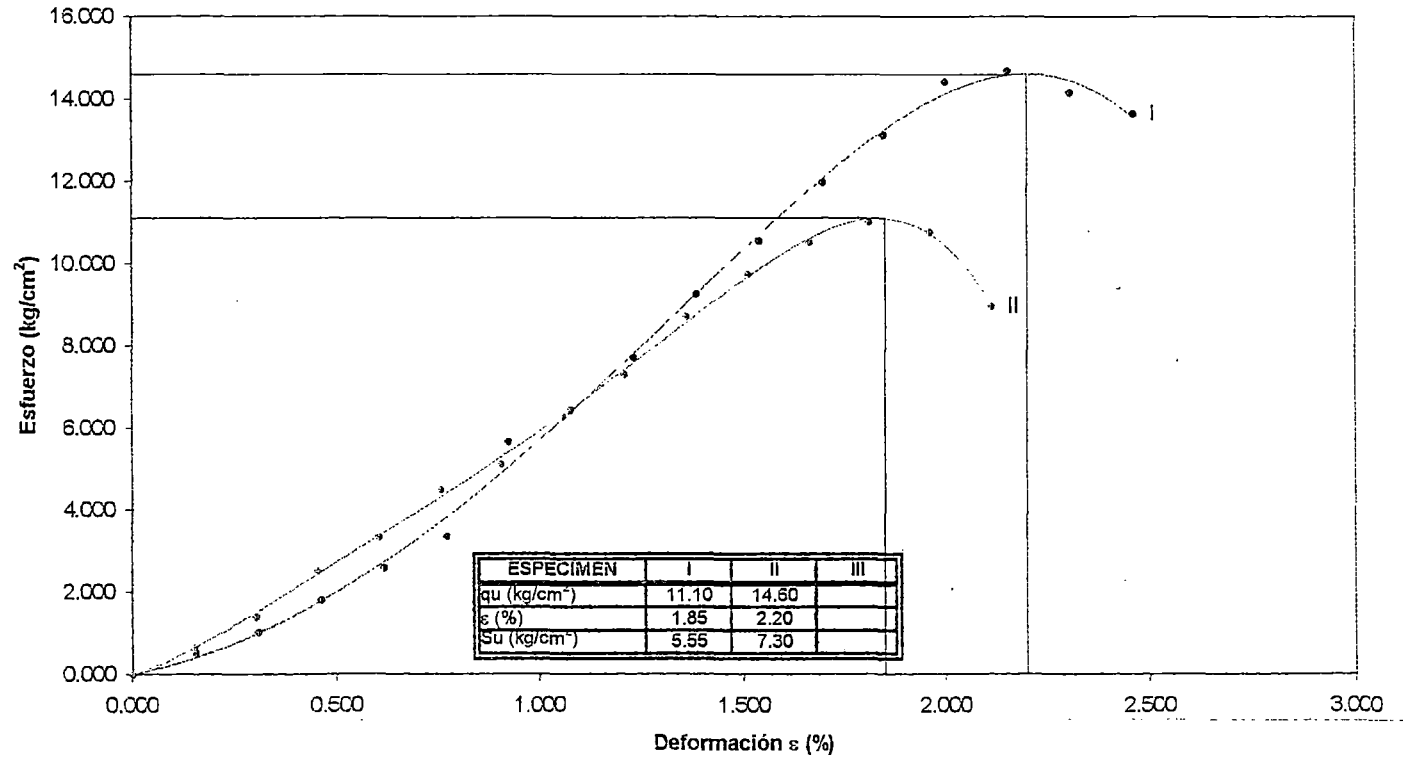
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 2 %
Curado : 28 días

DATOS DEL ESPECIMEN			
	I	II	III
Diametro Inicial, cm	4.18	4.17	
Altura Inicial, cm	8.26	8.42	
Area Inicial, cm ²	13.72	13.66	
Volumen Inicial, cm ³	113.35	114.99	
Cont. Humedad %	17.2	17.1	
Densidad gr/cm ³	2.060	1.917	
Dens. Seca gr/cm ³	1.758	1.637	

Deformación axial ϵ (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.154	0.151		0.515	0.641	
0.308	0.302		1.029	1.410	
0.461	0.452		1.802	2.511	
0.615	0.603		2.574	3.332	
0.769	0.754		3.346	4.485	
0.923	0.905		5.362	5.125	
1.076	1.056		6.434	6.279	
1.230	1.207		7.721	7.304	
1.384	1.357		9.265	8.713	
1.538	1.508		10.552	9.738	
1.691	1.659		11.968	10.507	
1.845	1.810		13.126	11.020	
1.999	1.961		14.413	10.764	
2.153	2.112		14.670	8.970	
2.306			14.155		
2.460			13.641		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

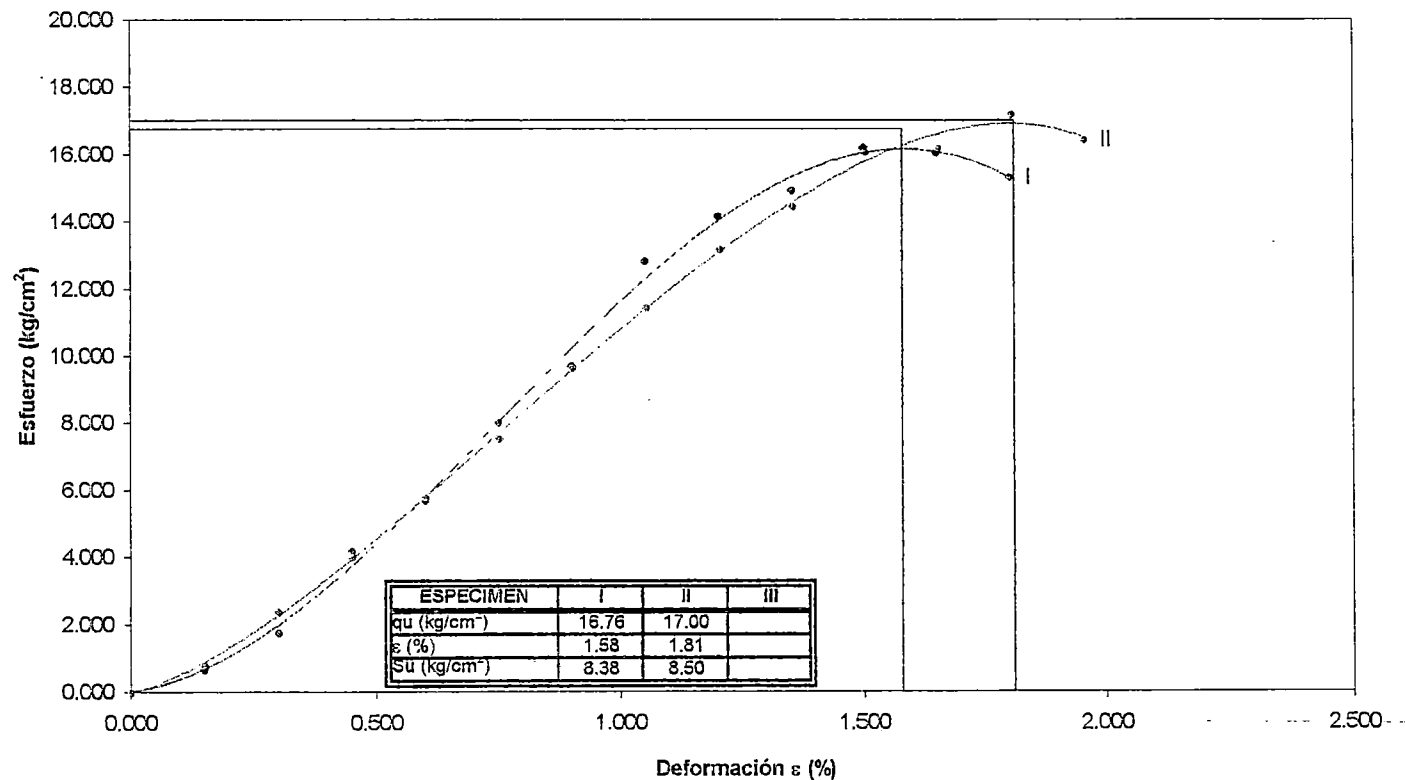
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 4 %
Curado : 7 días

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.2	4.215	
Altura Inicial, cm		8.465	8.445	
Area Inicial, cm ²		13.85	13.95	
Volumen Inicial cm ³		117.28	117.84	
Cont. Humedad %		17.2	17.3	
Densidad gr/cm ³		1.890	1.906	
Dens. Seca gr/cm ³		1.612	1.625	

Deformación axial ϵ (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.150	0.150		0.563	0.752	
0.300	0.301		1.733	2.383	
0.450	0.451		4.181	4.013	
0.600	0.602		5.885	5.769	
0.750	0.752		8.005	7.525	
0.900	0.902		9.887	9.657	
1.050	1.053		12.823	11.438	
1.200	1.203		14.148	13.169	
1.350	1.353		14.913	14.423	
1.500	1.504		16.188	16.053	
1.650	1.654		16.060	16.179	
1.800	1.805		15.295	17.182	
	1.955			16.429	
	2.105				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

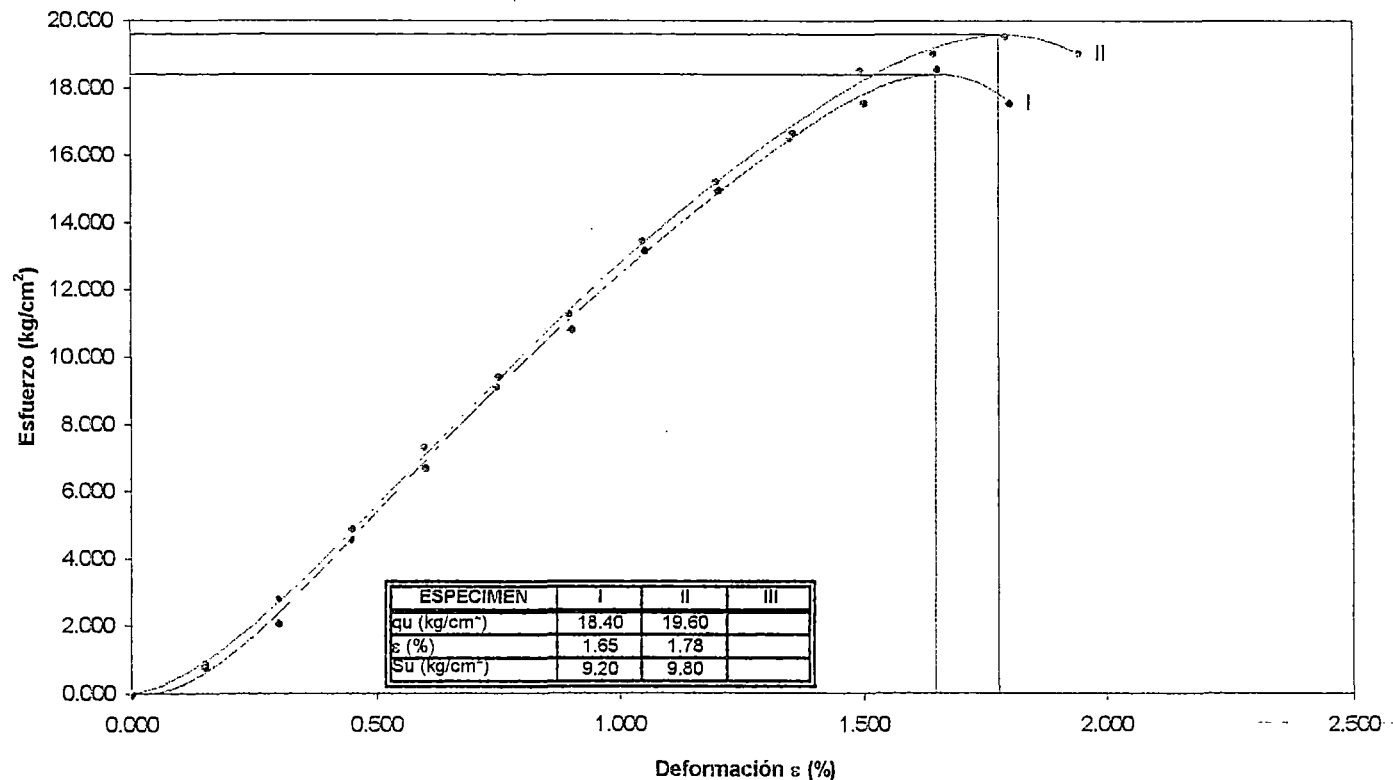
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 4 %
Curado : 14 días

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.175	4.19	
Altura Inicial, cm		8.455	8.5	
Area Inicial, cm ²		13.69	13.79	
Volumen Inicial cm ³		115.75	117.20	
Cont. Humedad %		17.0	17.1	
Densidad gr/cm ³		1.939	1.943	
Dens. Seca gr/cm ³		1.657	1.659	

Deformación axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.150	0.149		0.774	0.888	
0.300	0.299		2.064	2.792	
0.451	0.448		4.902	4.569	
0.601	0.598		6.708	7.336	
0.751	0.747		9.416	9.138	
0.901	0.896		10.835	11.296	
1.051	1.046		13.157	13.453	
1.202	1.195		14.963	15.230	
1.352	1.345		16.640	16.499	
1.502	1.494		17.543	18.530	
1.652	1.644		18.575	19.038	
1.802	1.793		17.543	19.545	
	1.942			19.038	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

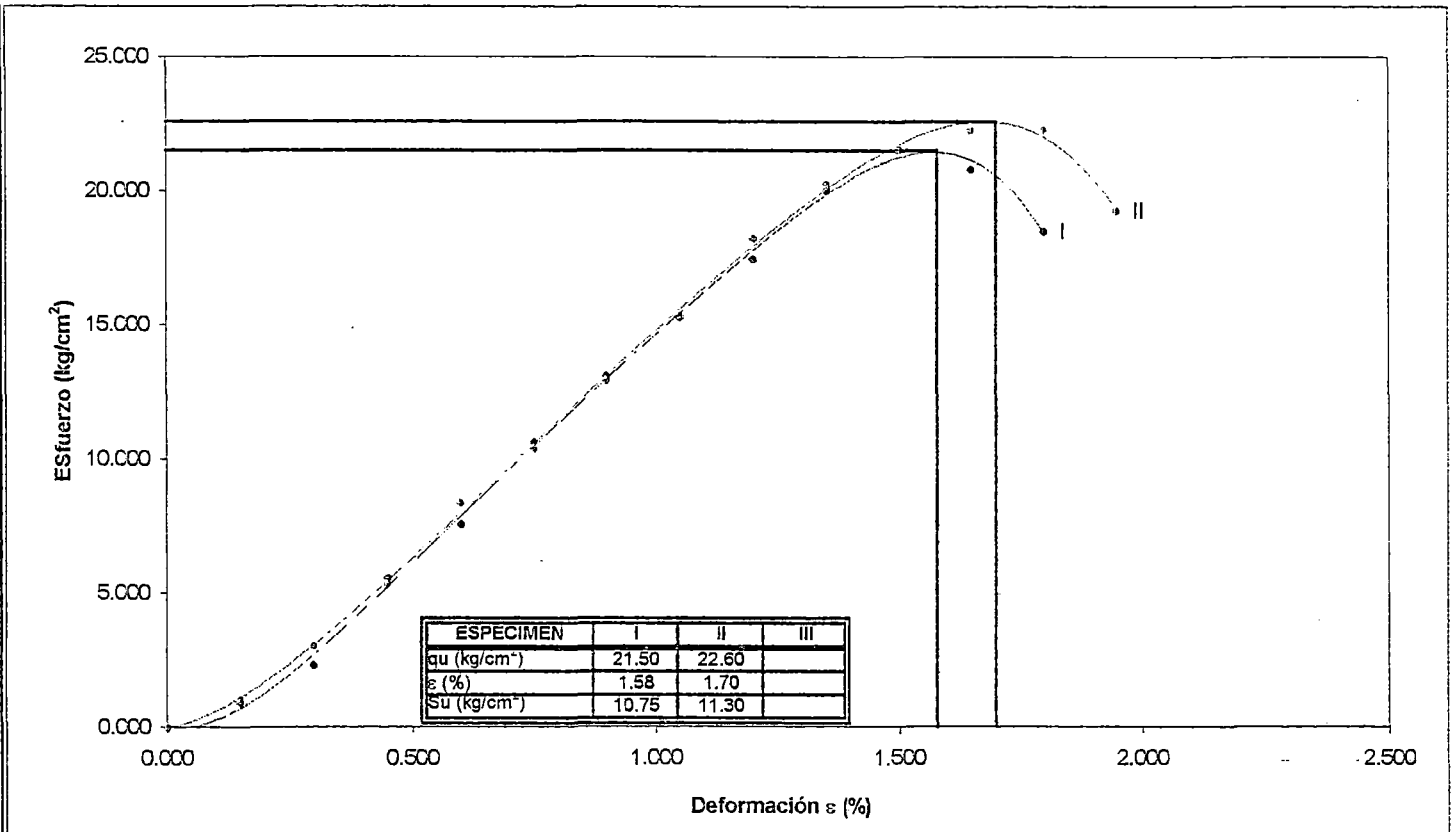
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis "Evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización"
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
 Cond. : Remoldeado
 Cemento : 4 %
 Curado : 28 días

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.185	4.195	
Altura Inicial, cm		8.475	8.48	
Area inicial, cm ²		13.76	13.82	
Volumen Inicial cm ³		116.58	117.21	
Cont. Humedad %		17.3	17.2	
Densidad gr/cm ³		1.916	1.925	
Dens. Seca gr/cm ³		1.634	1.642	

Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.150	0.150		0.899	1.013	
0.300	0.300		2.311	3.039	
0.450	0.449		5.520	5.318	
0.599	0.599		7.574	8.357	
0.749	0.749		10.655	10.382	
0.899	0.899		13.094	12.915	
1.049	1.048		15.277	15.320	
1.199	1.198		17.459	18.233	
1.349	1.348		20.027	20.258	
1.499	1.498		21.567	21.525	
1.648	1.647		20.797	22.284	
1.798	1.797		18.486	22.284	
	1.947			19.245	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos**

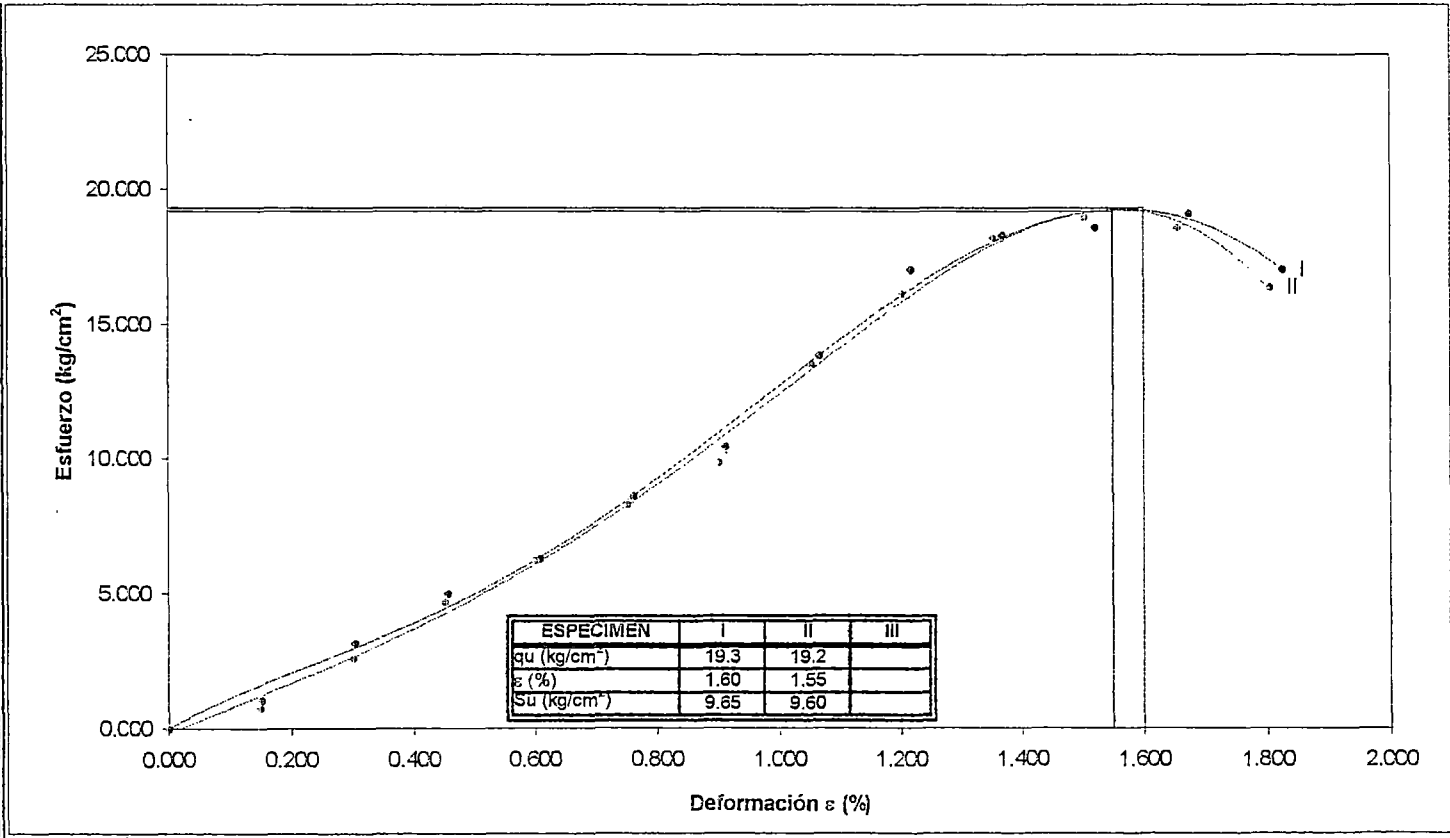
**ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166**

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 5 %
Curado : 7 días

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.145	4.14	
Altura Inicial, cm		8.35	8.45	
Area Inicial, cm ²		13.49	13.46	
Volumen Inicial cm ³		112.67	113.75	
Cont. Humedad %		17.2	17.0	
Densidad gr/cm ³		1.964	1.946	
Dens. Seca gr/cm ³		1.676	1.664	

Deformación axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.047	0.780	
0.304	0.301		3.141	2.600	
0.456	0.451		4.973	4.680	
0.608	0.601		6.282	6.240	
0.760	0.751		8.637	8.320	
0.913	0.902		10.469	9.880	
1.065	1.052		13.872	13.520	
1.217	1.202		17.013	16.120	
1.369	1.353		18.321	18.200	
1.521	1.503		18.583	18.980	
1.673	1.653		19.107	18.690	
1.825	1.804		17.013	16.380	
	1.954				
	2.104				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

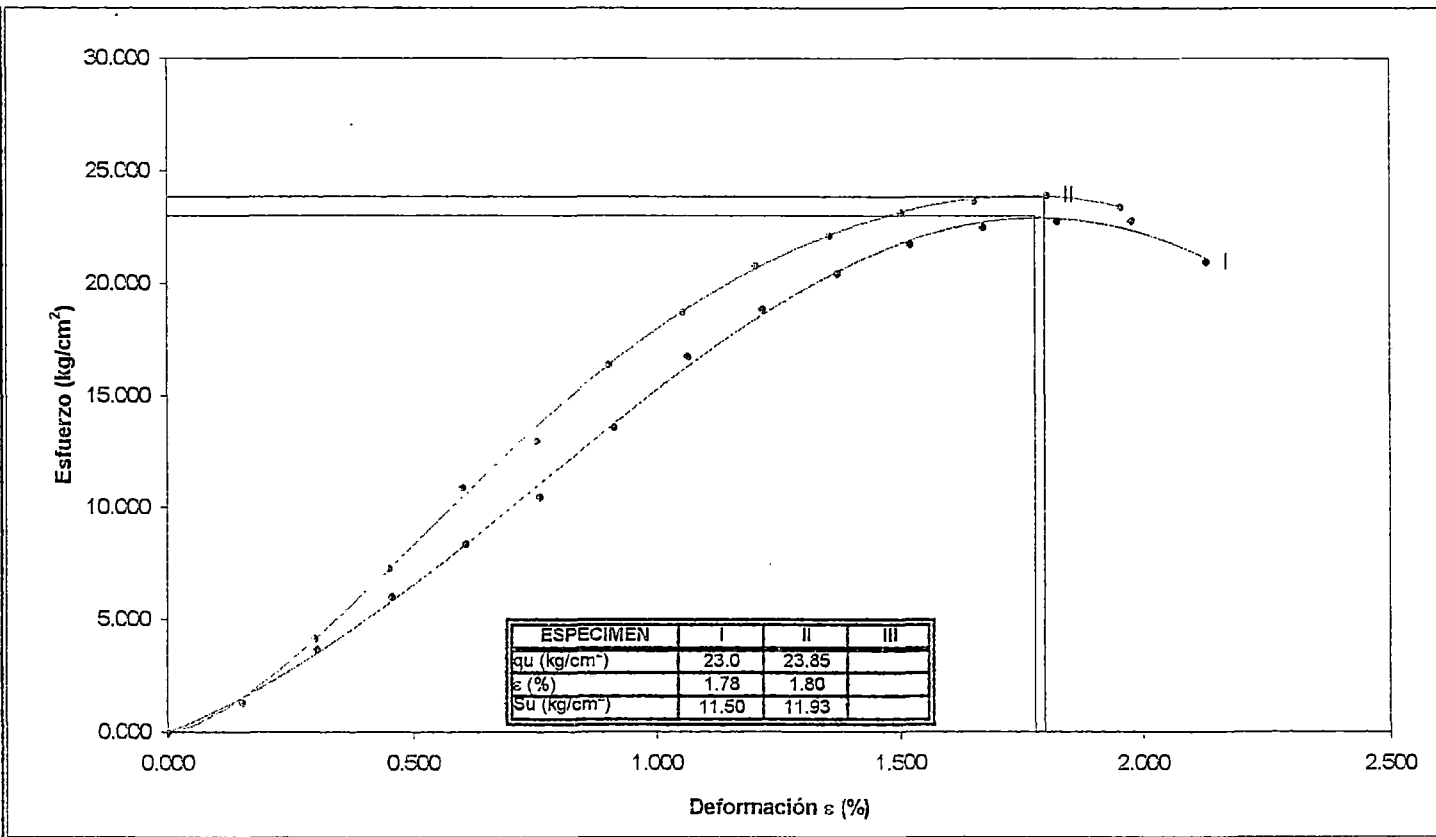
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
 Cond. : Remoldeado
 Cemento : 5 %
 Curado : 14 dias

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.145	4.14	
Altura Inicial, cm		8.35	8.45	
Area Inicial, cm ²		13.49	13.46	
Volumen Inicial cm ³		112.87	113.75	
Cont. Humedad %		17.2	17.0	
Densidad gr/cm ³		1.964	1.946	
Dens. Seca gr/cm ³		1.676	1.654	

Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.309	1.300	
0.304	0.301		3.664	4.160	
0.456	0.451		6.020	7.280	
0.608	0.601		8.375	10.920	
0.760	0.751		10.469	13.000	
0.913	0.902		13.610	16.380	
1.065	1.052		16.751	18.720	
1.217	1.202		18.845	20.800	
1.369	1.353		20.415	22.100	
1.521	1.503		21.724	23.140	
1.673	1.653		22.509	23.660	
1.825	1.804		22.771	23.920	
1.977	1.954		22.771	23.400	
2.129	2.104		20.939		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

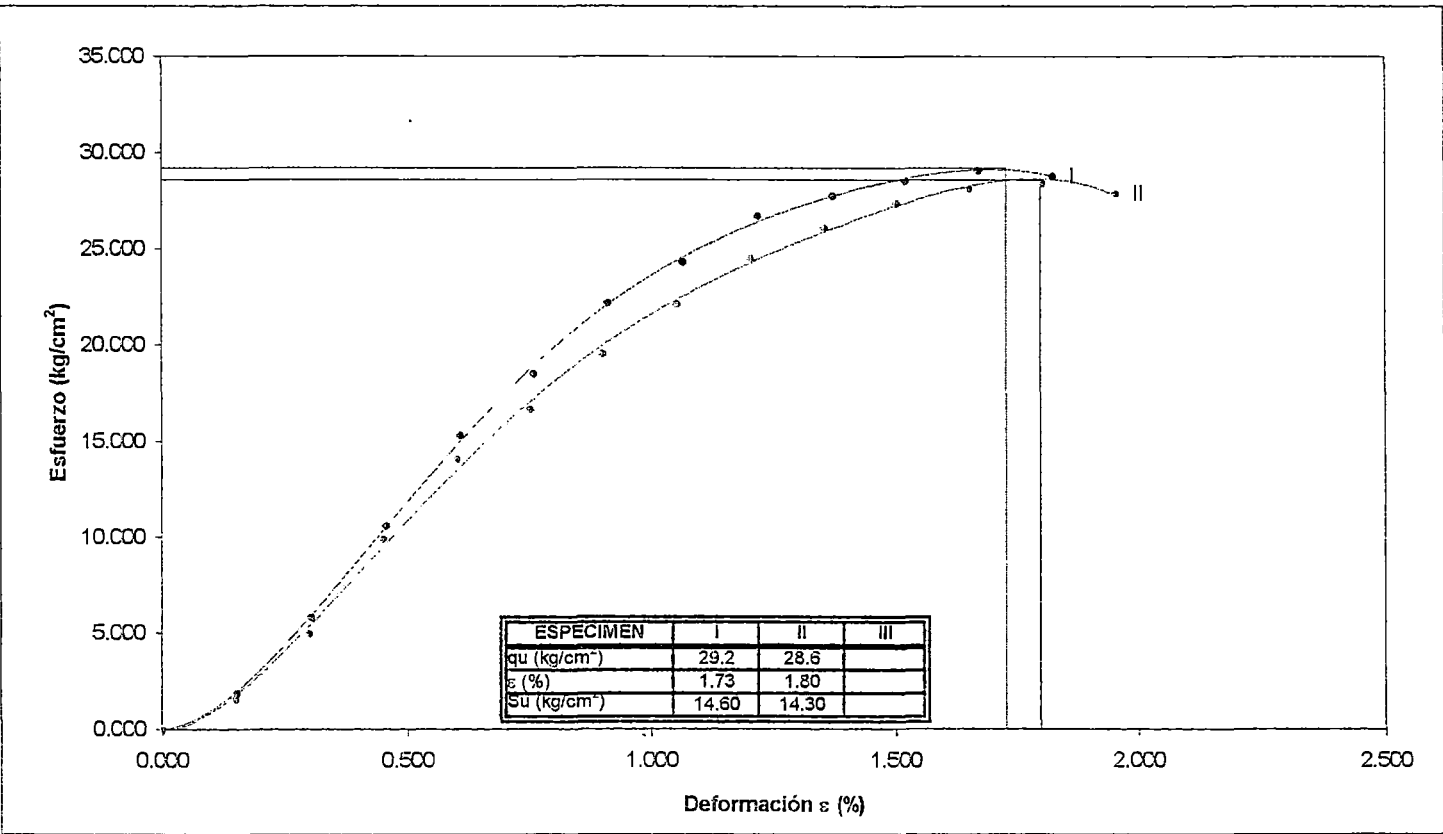
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 5 %
Curado : 28 días

DATOS DEL ESPECIMEN			
	I	II	III
Diametro Inicial, cm	4.125	4.135	
Altura Inicial, cm	8.35	8.45	
Area Inicial, cm ²	13.36	13.43	
Volumen Inicial cm ³	111.59	113.47	
Cont. Humedad %	17.1	17.0	
Densidad gr/cm ³	1.933	1.951	
Dens. Seca gr/cm ³	1.694	1.663	

Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.850	1.564	
0.304	0.301		5.814	4.952	
0.456	0.451		10.571	9.904	
0.608	0.601		15.328	14.074	
0.760	0.751		18.499	16.680	
0.913	0.902		22.199	19.547	
1.065	1.052		24.314	22.154	
1.217	1.202		26.692	24.499	
1.369	1.353		27.749	26.063	
1.521	1.503		28.542	27.366	
1.673	1.653		29.071	28.148	
1.825	1.804		28.806	28.409	
	1.954			27.888	
	2.104				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

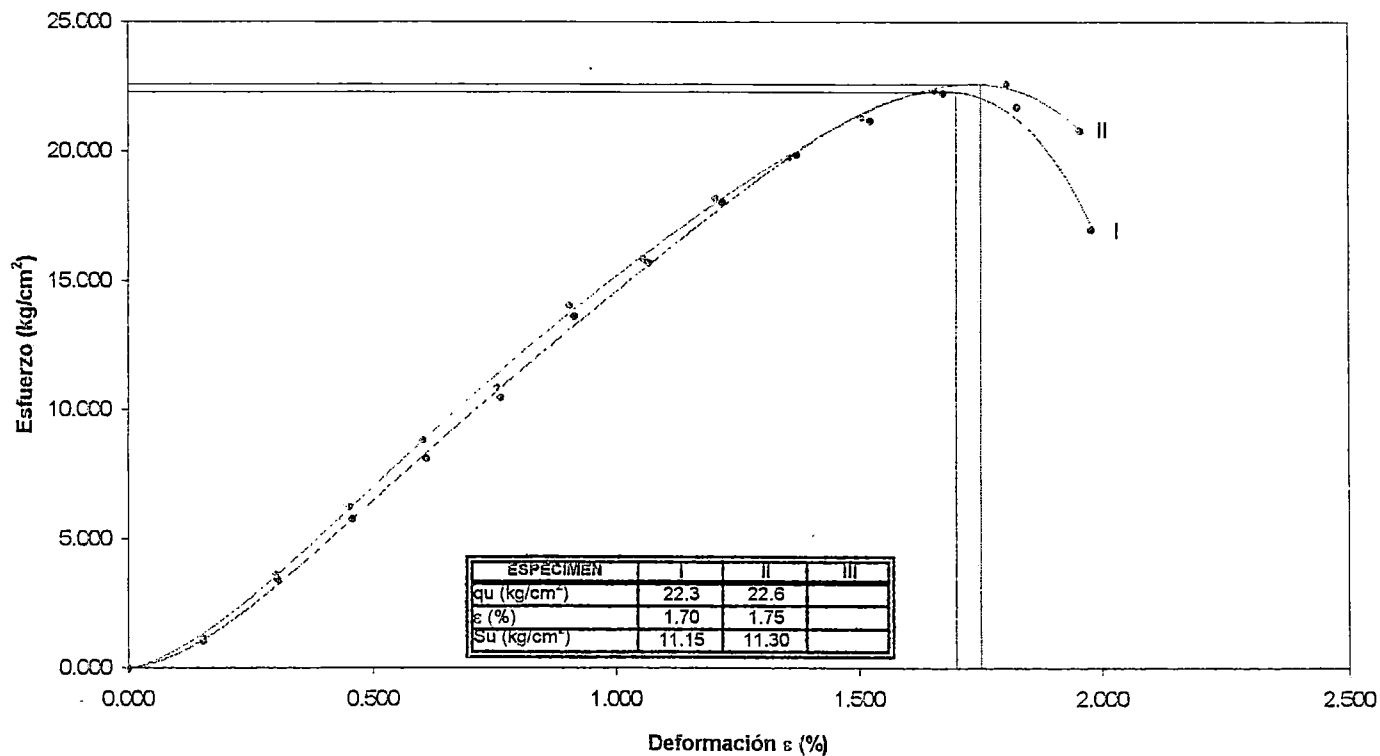
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
 SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
 UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
 FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
 Cond. : Remoldeado
 Cemento : 6 %
 Curado : 7 dias

DATOS DEL ESPECIMEN		I	II	III
Diametro Inicial, cm		4.145	4.14	
Altura Inicial, cm		8.35	8.45	
Area Inicial, cm ²		13.49	13.46	
Volumen Inicial cm ³		112.67	113.75	
Cont. Humedad %		17.2	17.0	
Densidad gr/cm ³		1.954	1.946	
Dens. Seca gr/cm ³		1.676	1.664	

Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.047	1.170	
0.304	0.301		3.403	3.640	
0.456	0.451		5.758	6.240	
0.608	0.601		8.114	8.840	
0.760	0.751		10.469	10.920	
0.913	0.902		13.610	14.040	
1.065	1.052		15.704	15.860	
1.217	1.202		18.060	18.200	
1.369	1.353		19.892	19.760	
1.521	1.503		21.200	21.320	
1.673	1.653		22.247	22.360	
1.825	1.804		21.724	22.620	
1.977	1.954		17.013	20.800	
	2.104				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

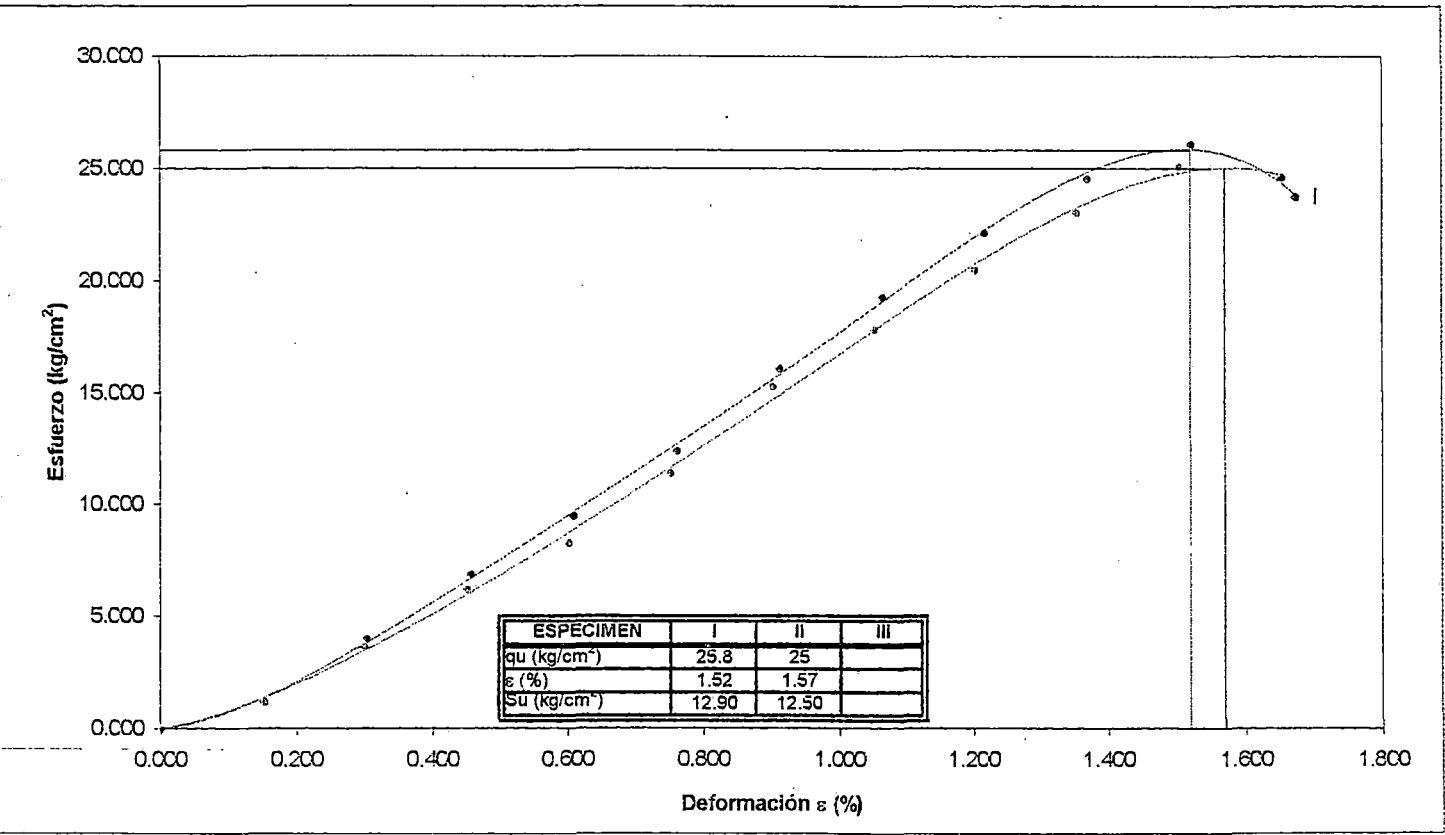
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
 SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
 PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
 UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
 FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
 Cond. : Remoldeado
 Cemento : 6 %
 Curado : 14 días

DATOS DEL ESPECIMEN		
	I	II
Diametro Inicial, cm	4.13	4.15
Altura Inicial, cm	8.35	8.45
Area Inicial, cm ²	13.40	13.53
Volumen Inicial, cm ³	111.86	114.30
Cont. Humedad %	17.1	17.1
Densidad gr/cm ³	1.931	1.944
Dens. Seca gr/cm ³	1.692	1.660

Deformación axial ϵ (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.186	1.164	
0.304	0.301		3.955	3.623	
0.456	0.451		6.855	6.210	
0.608	0.601		9.491	8.280	
0.760	0.751		12.391	11.385	
0.913	0.902		16.082	15.266	
1.065	1.052		19.246	17.854	
1.217	1.202		22.146	20.441	
1.369	1.353		24.518	23.029	
1.521	1.503		26.100	25.099	
1.673	1.653		23.727	24.581	
	1.804				
	1.954				
	2.104				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

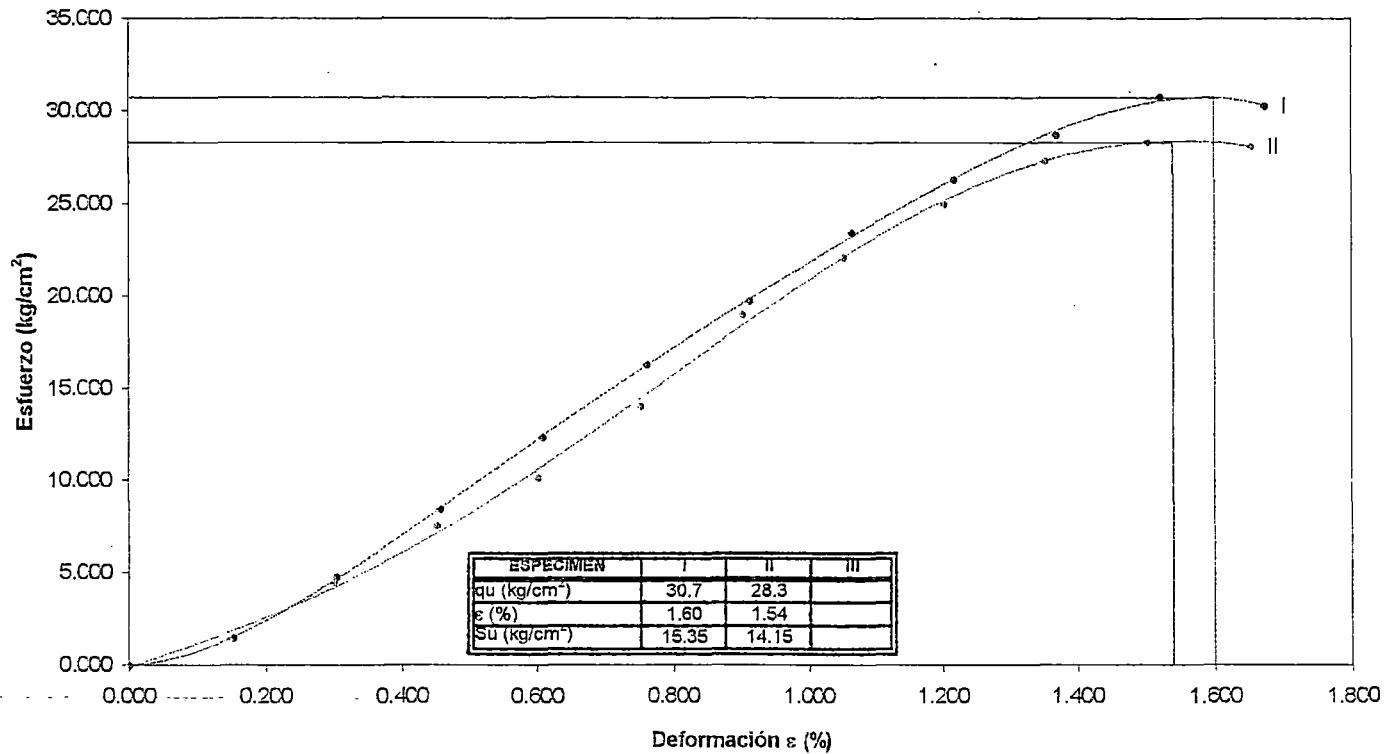
ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
ASTM D-2166

INFORME N° : S99-345
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " evaluación Geotécnica para el Diseño de la Laguna de Estabilización
 : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos - Dpto. Loreto
FECHA : Agosto 1999

SUCS : ML
Cond. : Remoldeado
Cemento : 6 %
Curado : 28 días

DATOS DEL ESPECIMEN			
	I	II	III
Diametro Inicial, cm	4.135	4.14	
Altura Inicial, cm	8.35	8.45	
Area Inicial, cm ²	13.43	13.46	
Volumen Inicial cm ³	112.13	113.75	
Cont. Humedad %	17.3	17.2	
Densidad gr/cm ³	1.976	1.962	
Dens. Seca gr/cm ³	1.685	1.574	

Deformacion axial ε (%)			Esfuerzo vertical, kg/cm ²		
I	II	III	I	II	III
0.000	0.000		0.000	0.000	
0.152	0.150		1.447	1.430	
0.304	0.301		4.734	4.420	
0.456	0.451		8.416	7.540	
0.608	0.601		12.361	10.140	
0.760	0.751		16.306	14.040	
0.913	0.902		19.725	18.980	
1.065	1.052		23.407	22.100	
1.217	1.202		26.300	24.960	
1.369	1.353		28.667	27.300	
1.521	1.503		30.771	28.340	
1.673	1.653		30.245	28.080	
	1.804				
	1.954				
	2.104				



INFORME N° S99- 345

SOLICITADO : Bachiller Hilario Chuquiano Agreda
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el diseño de la Laguna de Estabilización Dist.
Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
UBICACIÓN : Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto
Fecha : Agosto de 1999

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

I.- ENSAYO PROCTOR ESTANDAR ASTM D698

Muestra : M-1
Clasif. SUCS : ML

Molde	4"	6"
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.704	1.808
Óptimo Contenido de humedad(%)	17.0	15.0

II.- ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080-90

II.1 Muestra : M-1
Clasif. SUCS : ML
Cemento : 0 %
Estado : Remoldeado

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN

Especimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.35	6.35	6.35
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	2.070	2.070	2.070
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.800	1.800	1.800
Contenido De humedad inicial (%)	15.0	15.0	15.0
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.211	2.212	2.218
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.895	1.910	1.915
Contenido De humedad final (%)	16.7	15.8	15.8

ESFUERZOS

Especimen N°	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.4345	0.7242	1.0139

RESULTADOS

Angulo de fricción interna : 30°
Cohesión (kg/cm²) : 0.15

II.2 **Muestra** : **M-2**
 Clasif. SUCS : **ML**
 Cemento : **4 %**
 Estado : **Remoldeado**

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN

Especimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.35	6.35	6.35
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	2.070	2.070	2.070
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.800	1.800	1.800
Contenido De humedad inicial (%)	15.0	15.0	15.0
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.195	2.203	2.287
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.858	1.869	1.949
Contenido De humedad final (%)	18.2	17.8	17.3

ESFUERZOS

Especimen N°	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.5530	1.0314	1.5186

RESULTADOS

Angulo de fricción interna : **44°**
 Cohesión (kg/cm²) : **0.07**

II.3 **Muestra** : **M-2**
 Clasif. SUCS : **ML**
 Cemento : **6 %**
 Estado : **Remoldeado**

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN

Especimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.35	6.35	6.35
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	2.070	2.070	2.070
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.800	1.800	1.800
Contenido De humedad inicial (%)	15.0	15.0	15.0
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.195	2.253	2.272
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.860	1.927	1.939
Contenido De humedad final (%)	18.0	16.9	17.2

ESFUERZOS

Especimen N°	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.7022	1.1104	1.5186

RESULTADOS

Angulo de fricción interna : **39°**
 Cohesión (kg/cm²) : **0.29**

II.4 Muestra : M-2
Clasif. SUCS : ML
Cemento : 8 %
Estado : Remoldeado

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN

Espécimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.35	6.35	6.35
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	2.070	2.070	2.070
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.800	1.800	1.800
Contenido De humedad inicial (%)	15.0	15.0	15.0
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.244	2.182	2.196
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.910	1.874	1.874
Contenido De humedad final (%)	17.5	16.4	17.2

ESFUERZOS

Espécimen N°	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ²)	0.6584	1.0446	1.4396

RESULTADOS

Angulo de fricción interna : 38°
 Cohesión (kg/cm²) : 0.27



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N° 2 DE MECANICA DE SUELOS

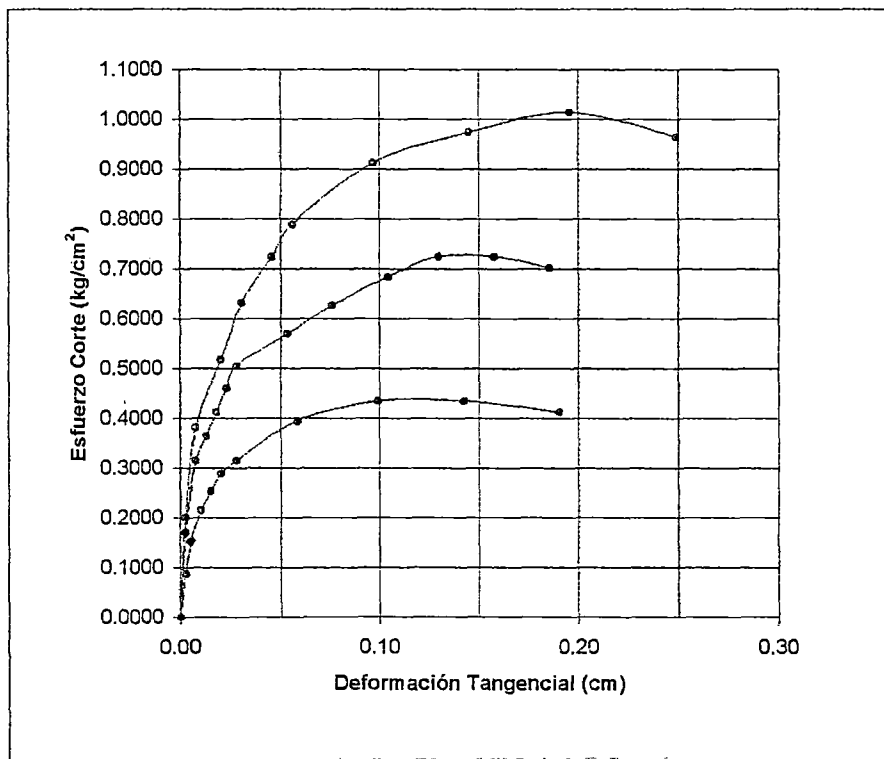
INFORME N° S99-345

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el iseño de la Laguna de Estabilización,
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
FECHA : Agosto 1999

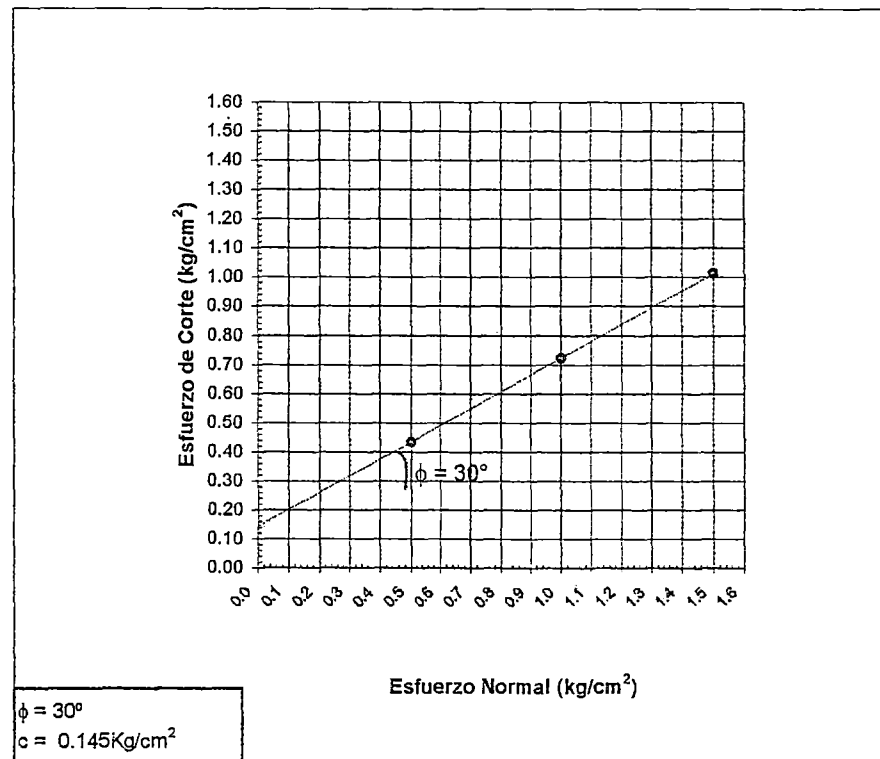
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

SUCS : ML
Condición : Remoldeado
Cemento : 0 %

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N° 2 DE MECANICA DE SUELOS

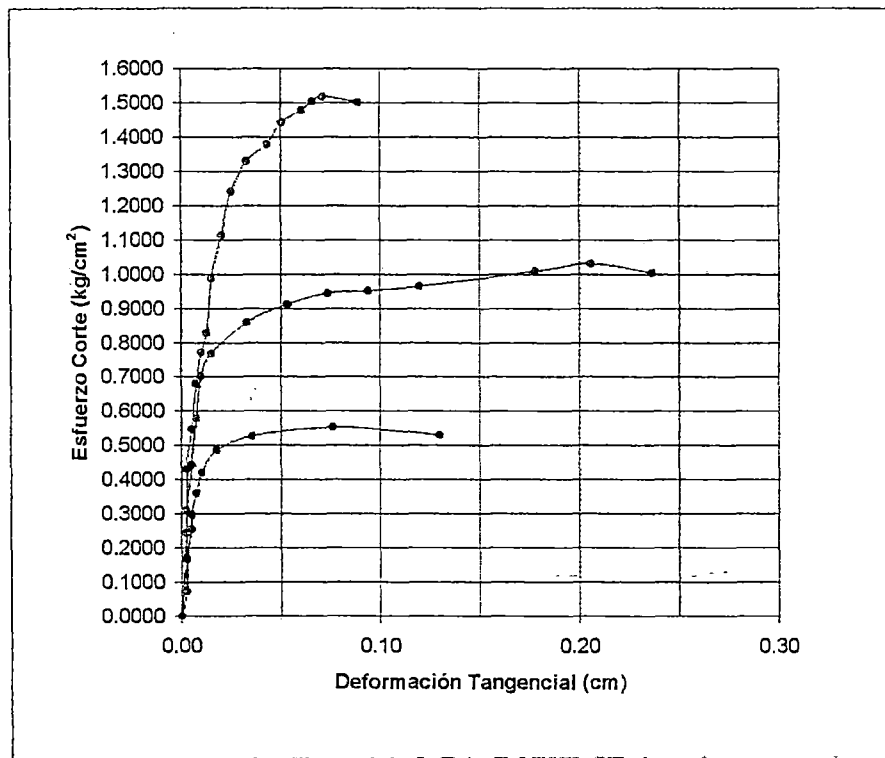
INFORME N° S99-345

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el iseño de la Laguna de Estabilización,
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
FECHA : Agosto 1999

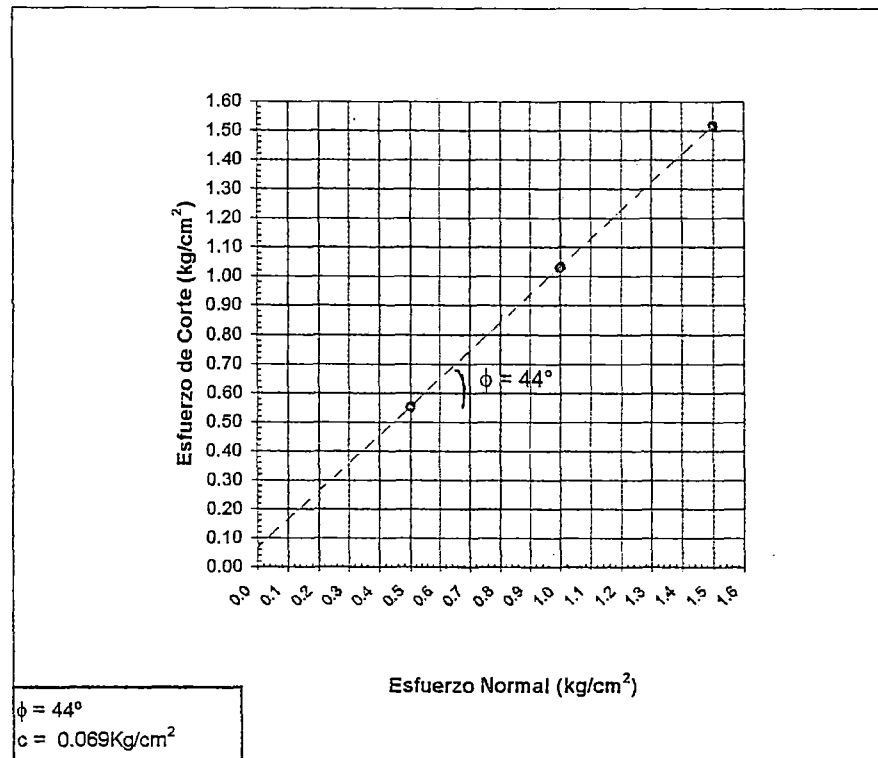
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

SUCS : ML
Condición : Remoldeado
Cemento : 4 %

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Nota : el tiempo de curado fue de 90 minutos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N° 2 DE MECANICA DE SUELOS

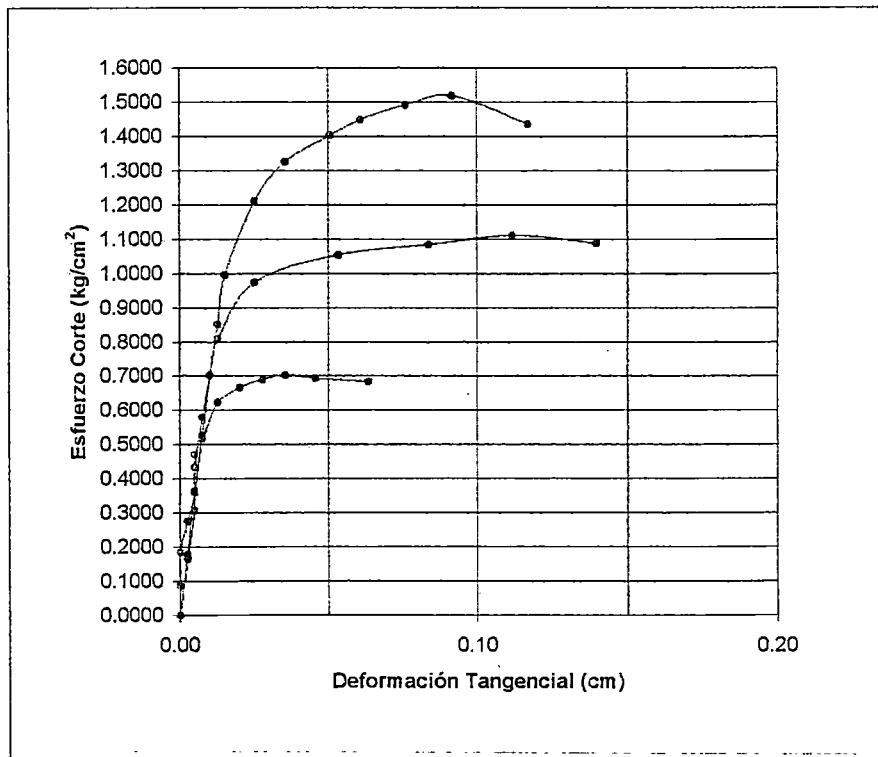
INFORME N° S99-345

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el iseño de la Laguna de Estabilización,
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
FECHA : Agosto 1999

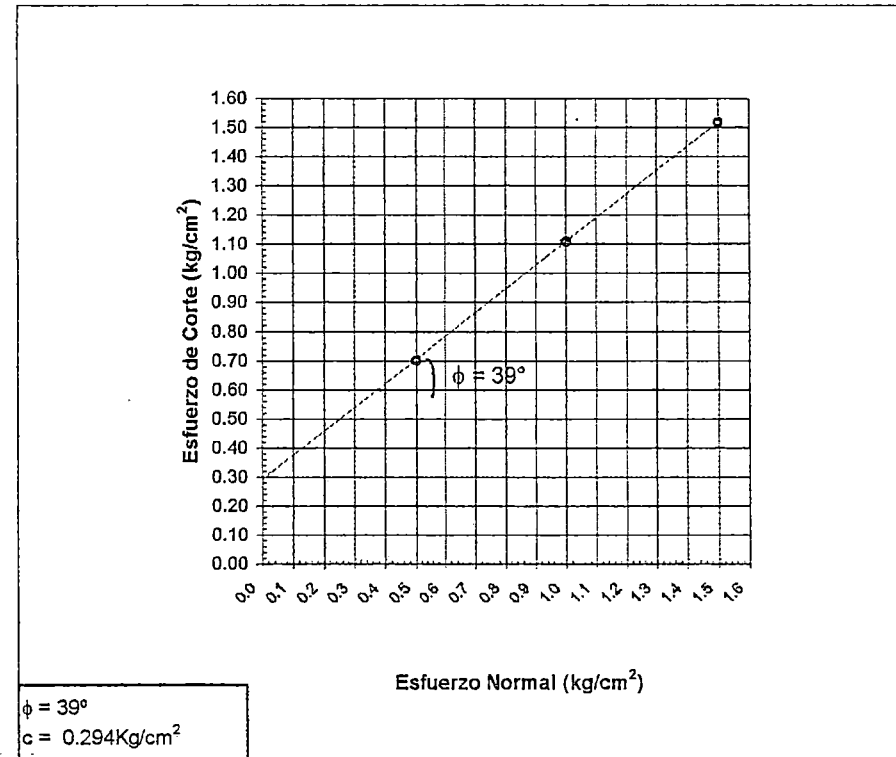
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

SUCS : ML
Condición : Remoldeado
Cemento : 6 %

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Nota : el tiempo de curado fue de 90 minutos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO N° 2 DE MECANICA DE SUELOS

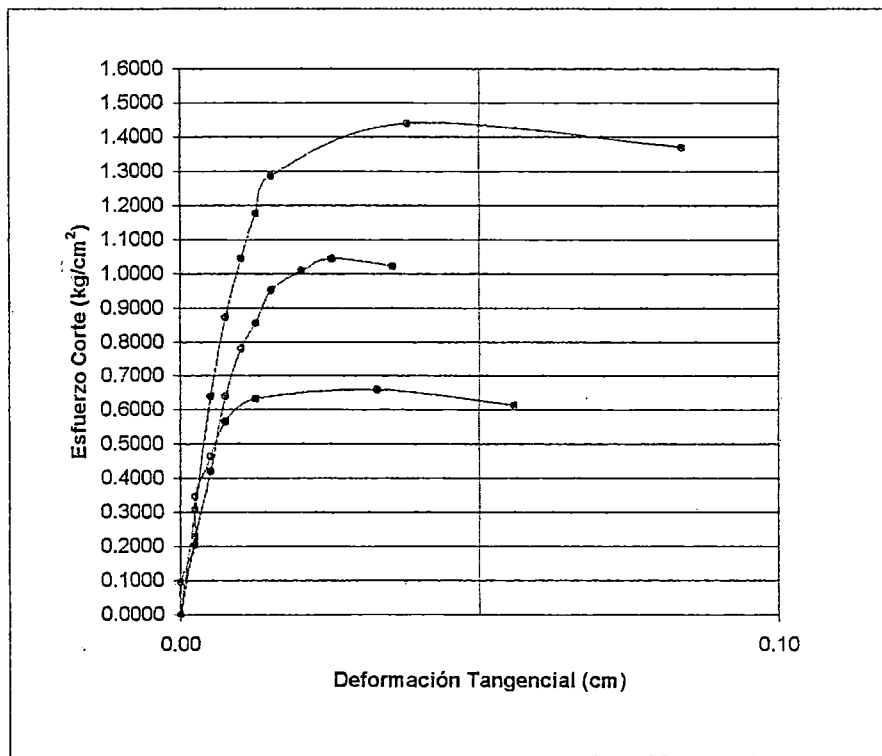
INFORME N° S99-345

SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis " Evaluación Geotécnica para el iseño de la Laguna de Estabilización,
: Dist. Punchana, Prov. Iquitos, Dpto. Loreto"
FECHA : Agosto 1999

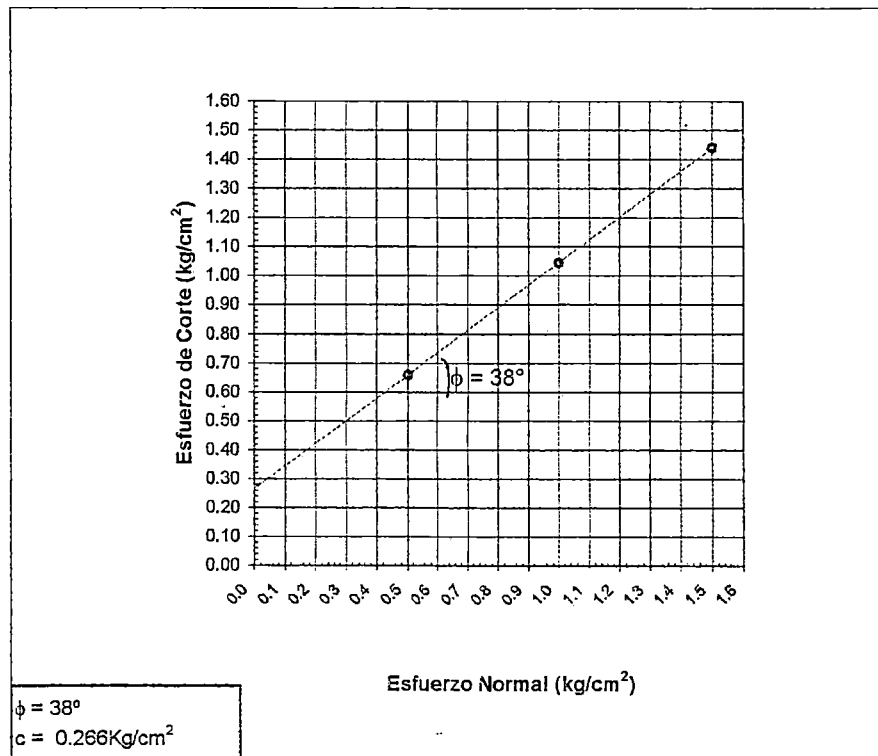
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

SUCS : ML
Condición : Remoldeado
Cemento : 8 %

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Nota : el tiempo de curado fue de 90 minutos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE (Pared Rígida ASTM-D2434)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITADO : BACHILLER HILARIO CHUQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis: Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos
LUGAR : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Sondaje : C - 5
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50
Clasificación (SUCS) : ML

ENSAYO DE PERMEABILIDAD CARGA CONSTANTE

Estado : Remoldeado
Carga : 1.00 Kg/cm²
Densidad Seca (γ_d) : 1.80 g/cm³
Humedad inicial (ω_o) : 15.0 %
Humedad final (ω_f) : 17.6 %
 $K_{T20^\circ C}$: 5.16 x 10⁻⁸ cm/s

OBSERVACIONES : Remoldeado 100 % Proctor Estandar.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU) (ASTM - D4767)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis, "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"
UBICACION : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999
Pozo : C - 15
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0,00 - 1,50
Clasificación (S.U.C.S.) : ML
Estado de la muestra : Remoldeado

ESPECIMEN 01

DATOS DEL ESPECIMEN		
Condiciones	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	10,00	9,90
Diámetro (φ) (cm)	5,00	4,95
Densidad Seca (γ_d) (g/cm^3)	1,80	1,85
Humedad (ω) (%)	15,00	17,83

DATOS DEL ENSAYO		
Parámetro "B"	(%)	100,00
Velocidad de Carga	(mm/min)	0,20
Presión de Celda (σ_3)	(Kg/cm ²)	3,00
Contra Presión	(Kg/cm ²)	2,00
Esf. Efectivo Inicial ($\bar{\sigma}_3$)	(Kg/cm ²)	1,00

Deform. (%)	Esf. Dev. (Kg/cm ²)	P. P. (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (Kg/cm ²)	P (Kg/cm ²)	Q (Kg/cm ²)	Q/P	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00
0,05	0,54	0,05	0,95	1,49	1,22	0,27	0,22	1,57
0,10	0,69	0,06	0,94	1,63	1,28	0,34	0,27	1,73
0,20	0,89	0,08	0,92	1,81	1,37	0,45	0,33	1,97
0,35	1,11	0,09	0,91	2,02	1,47	0,56	0,38	2,22
0,50	1,23	0,10	0,90	2,13	1,52	0,62	0,41	2,37
0,75	1,45	0,09	0,91	2,36	1,64	0,73	0,44	2,59
1,00	1,57	0,08	0,92	2,49	1,70	0,78	0,46	2,70
1,25	1,76	0,07	0,93	2,69	1,81	0,88	0,49	2,89
1,50	1,90	0,04	0,96	2,86	1,91	0,95	0,50	2,98
1,75	2,01	0,03	0,97	2,98	1,97	1,00	0,51	3,07
2,00	2,11	0,01	0,99	3,10	2,05	1,06	0,52	3,13
2,50	2,31	-0,03	1,03	3,34	2,18	1,15	0,53	3,24
3,00	2,46	-0,07	1,07	3,53	2,30	1,23	0,53	3,30
3,50	2,59	-0,13	1,13	3,72	2,43	1,30	0,53	3,29
4,00	2,72	-0,16	1,16	3,88	2,52	1,36	0,54	3,34
4,50	2,82	-0,21	1,21	4,03	2,62	1,41	0,54	3,33
5,30	2,93	-0,24	1,24	4,17	2,70	1,46	0,54	3,36
6,00	3,13	-0,31	1,31	4,44	2,88	1,57	0,54	3,39
7,00	3,32	-0,38	1,38	4,70	3,04	1,66	0,55	3,40
8,00	3,48	-0,45	1,45	4,93	3,19	1,74	0,55	3,40
9,00	3,64	-0,51	1,51	5,15	3,33	1,82	0,55	3,41
10,00	3,79	-0,58	1,58	5,37	3,48	1,90	0,55	3,40
12,00	4,03	-0,71	1,71	5,74	3,72	2,01	0,54	3,36
14,00	4,18	-0,82	1,82	6,00	3,91	2,09	0,53	3,30

OBSERVACIONES : La muestra ha sido remoldeado al 100 % del Proctor Estandar





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU) (ASTM - D4767)

INFORME N°	: LG99-026	Clasificación (S.U.C.S.)	: ML
SOLICITANTE	: BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA	Estado de la muestra	: Remoldeado
PROYECTO	: Tesis, "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"		
UBICACION	: Punchana - Iquitos		
FECHA	: Febrero, 1999		
Pozo	: C - 15		
Muestra	: M - 1		
Profundidad (m)	: 0,00 - 1,50		

ESPECIMEN 02

DATOS DEL ESPECIMEN		
Condiciones	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	10,00	9,90
Diámetro (φ) (cm)	5,00	4,92
Densidad Seca (γ_d) (g/cm^3)	1,80	1,88
Humedad (ω) (%)	15,00	18,33

DATOS DEL ENSAYO		
Parámetro "B"	(%)	99,00
Velocidad de Carga	(mm/min)	0,20
Presión de Celda (σ_3)	(Kg/cm ²)	4,00
Contra Presión	(Kg/cm ²)	2,00
Esf. Efectivo Inicial ($\bar{\sigma}_3$)	(Kg/cm ²)	2,00

Deform. (%)	Esf. Desv. (Kg/cm ²)	P. P. (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_3$ (Kg/cm ²)	$\bar{\sigma}_1$ (Kg/cm ²)	P (Kg/cm ²)	Q (Kg/cm ²)	Q/P	Oblicuidad ($\bar{\sigma}_1/\bar{\sigma}_3$)
0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	1,00
0,05	0,56	0,14	1,86	2,42	2,14	0,28	0,13	1,30
0,10	0,69	0,16	1,84	2,53	2,18	0,34	0,16	1,37
0,20	0,98	0,24	1,76	2,74	2,25	0,49	0,22	1,56
0,35	1,40	0,33	1,67	3,07	2,37	0,70	0,30	1,84
0,50	1,77	0,40	1,60	3,37	2,49	0,89	0,36	2,11
0,75	2,29	0,45	1,55	3,84	2,70	1,15	0,43	2,48
1,00	2,71	0,46	1,54	4,25	2,89	1,35	0,47	2,76
1,25	3,04	0,46	1,54	4,58	3,06	1,52	0,50	2,98
1,50	3,30	0,44	1,56	4,86	3,21	1,65	0,51	3,12
1,75	3,52	0,41	1,59	5,11	3,35	1,76	0,53	3,22
2,00	3,70	0,38	1,62	5,32	3,47	1,85	0,53	3,29
2,50	3,99	0,33	1,67	5,66	3,66	1,99	0,54	3,39
3,00	4,22	0,28	1,72	5,94	3,83	2,11	0,55	3,45
3,50	4,40	0,23	1,77	6,17	3,97	2,20	0,55	3,49
4,00	4,57	0,17	1,83	6,40	4,12	2,29	0,56	3,50
4,50	4,71	0,12	1,88	6,59	4,24	2,36	0,56	3,51
5,00	4,83	0,08	1,92	6,75	4,34	2,42	0,56	3,52
6,00	5,05	-0,01	2,01	7,06	4,54	2,53	0,56	3,51
7,00	5,24	-0,09	2,09	7,33	4,71	2,62	0,56	3,51
8,00	5,44	-0,18	2,18	7,62	4,90	2,72	0,56	3,49
9,00	5,62	-0,25	2,25	7,87	5,06	2,81	0,56	3,50
10,00	5,75	-0,33	2,33	8,08	5,20	2,87	0,55	3,47
12,00	5,88	-0,45	2,45	8,33	5,39	2,94	0,55	3,40
14,00	5,98	-0,57	2,57	8,55	5,56	2,99	0,54	3,33

OBSERVACIONES : La muestra ha sido remoldeado al 100 % del Proctor Estandar





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES
SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES
LABORATORIO GEOTECNICO



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)
(ASTM - D4767)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis; "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"
UBICACION : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999
Pozo : C - 15
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0,00 - 1,50

Clasificación (S.U.C.S.) : ML
Estado de la muestra : Remoldeado

ESPECIMEN 03

DATOS DEL ESPECIMEN		
Condiciones	Inicial	Final
Altura (h) (cm)	10,00	9,59
Diámetro (φ) (cm)	5,00	4,97
Densidad Seca (γ _d) (g/cm ³)	1,80	1,90
Humedad (ω) (%)	15,00	17,58

DATOS DEL ENSAYO		
Parámetro "B" (%)		99,00
Velocidad de Carga (mm/min)		0,20
Presión de Celda (σ ₃) (Kg/cm ²)		6,00
Contra Presión (Kg/cm ²)		2,00
Esf. Efectivo Inicial (σ ₃) (Kg/cm ²)		4,00

Deform. (%)	Esf. Desv. (Kg/cm ²)	P. P. (Kg/cm ²)	σ ₃ (Kg/cm ²)	σ ₁ (Kg/cm ²)	P (Kg/cm ²)	Q (Kg/cm ²)	Q/P	Oblicuidad (σ ₁ /σ ₃)
0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	1,00
0,05	0,67	0,03	3,97	4,64	4,31	0,34	0,08	1,17
0,10	1,07	0,03	3,97	5,04	4,51	0,54	0,12	1,27
0,20	1,89	0,10	3,90	5,79	4,85	0,95	0,20	1,48
0,35	2,58	0,19	3,81	6,39	5,10	1,29	0,25	1,68
0,50	3,37	0,30	3,70	7,07	5,38	1,68	0,31	1,91
0,75	4,39	0,47	3,53	7,92	5,73	2,20	0,38	2,24
1,00	5,21	0,59	3,41	8,62	6,01	2,60	0,43	2,53
1,25	5,87	0,70	3,30	9,17	6,23	2,93	0,47	2,78
1,50	6,38	0,78	3,22	9,60	6,41	3,19	0,50	2,98
1,75	6,77	0,84	3,16	9,93	6,55	3,39	0,52	3,14
2,00	7,11	0,88	3,12	10,23	6,67	3,55	0,53	3,28
2,50	7,65	0,90	3,10	10,75	6,93	3,83	0,55	3,47
3,00	8,05	0,92	3,08	11,13	7,11	4,03	0,57	3,62
3,50	8,31	0,90	3,10	11,41	7,26	4,16	0,57	3,68
4,00	8,57	0,87	3,13	11,70	7,42	4,29	0,58	3,74
4,50	8,79	0,83	3,17	11,96	7,57	4,40	0,58	3,77
5,00	8,96	0,80	3,20	12,16	7,68	4,48	0,58	3,80
6,00	9,26	0,71	3,29	12,55	7,92	4,63	0,58	3,81
7,00	9,48	0,62	3,38	12,86	8,12	4,74	0,58	3,80
8,00	9,61	0,52	3,48	13,09	8,28	4,80	0,58	3,76
9,00	9,63	0,43	3,57	13,20	8,39	4,82	0,57	3,70
10,00	9,62	0,36	3,64	13,26	8,45	4,81	0,57	3,64
12,00	9,70	0,17	3,83	13,53	8,68	4,85	0,56	3,53
14,00	9,78	0,03	3,97	13,75	8,86	4,89	0,55	3,46

OBSERVACIONES : La muestra ha sido remoldeado al 100 % del Proctor Estandar

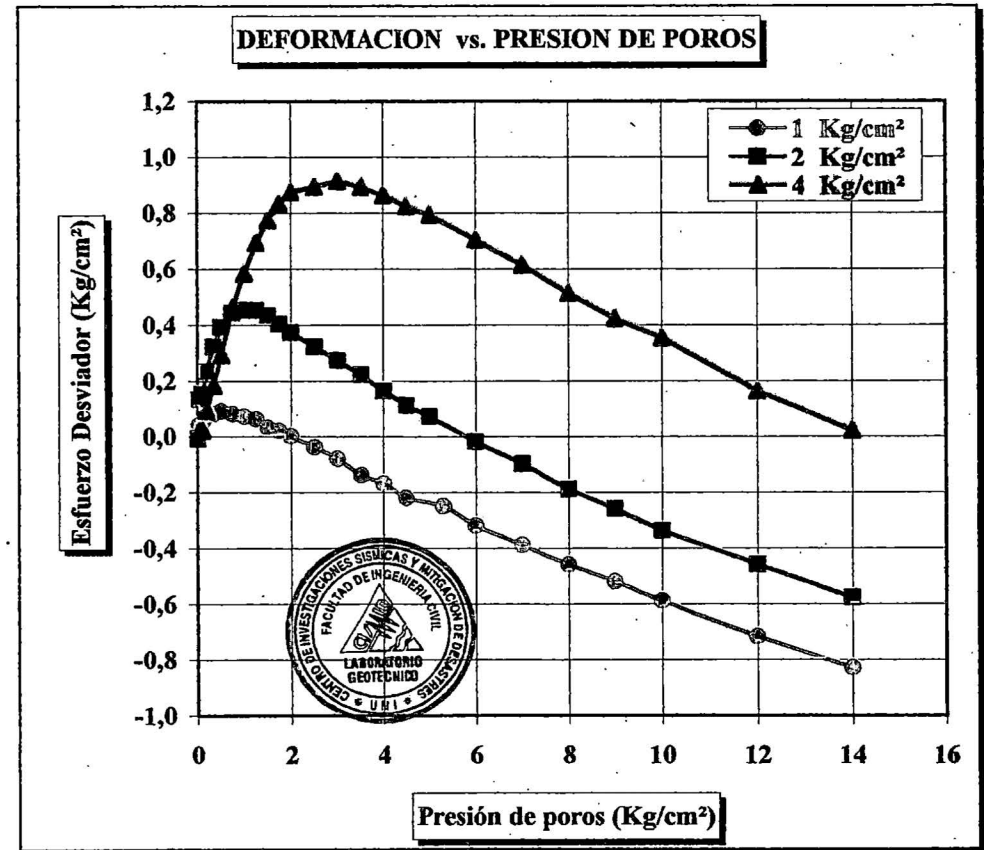
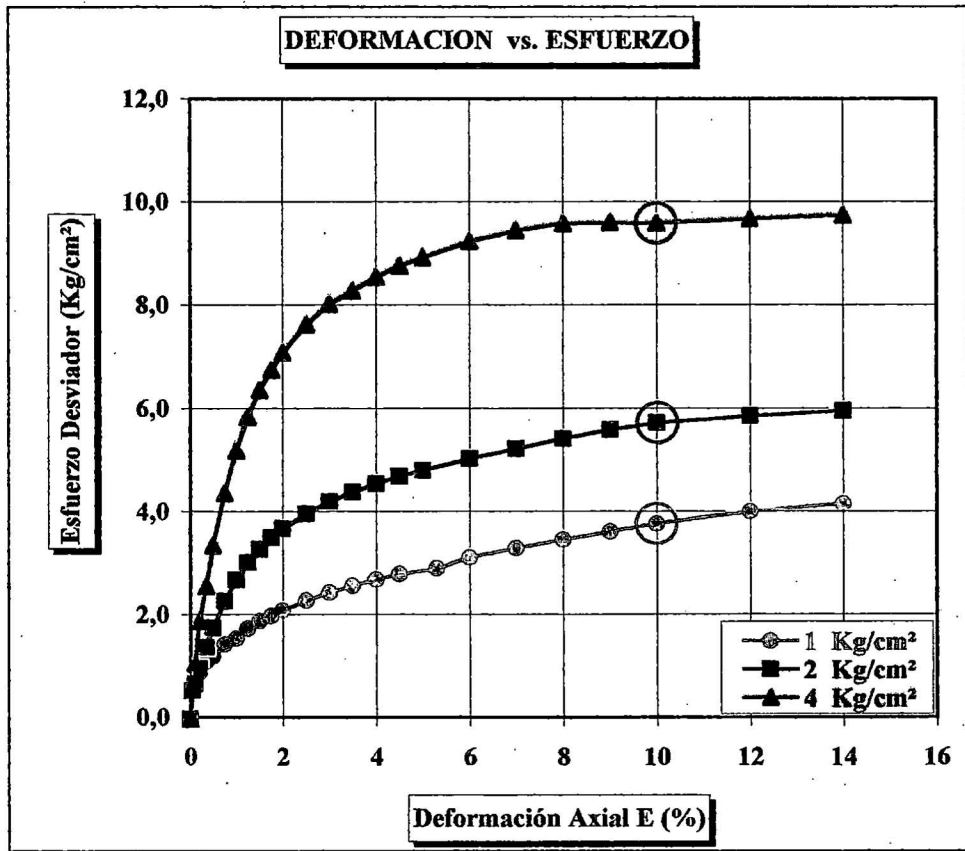




ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU) (ASTM - D4767)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis; "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"
UBICACION : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999

Pozo : C - 15
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0,00 - 1,50
Clasific. (S.U.C.S.) : ML
Estado : Remoldeado

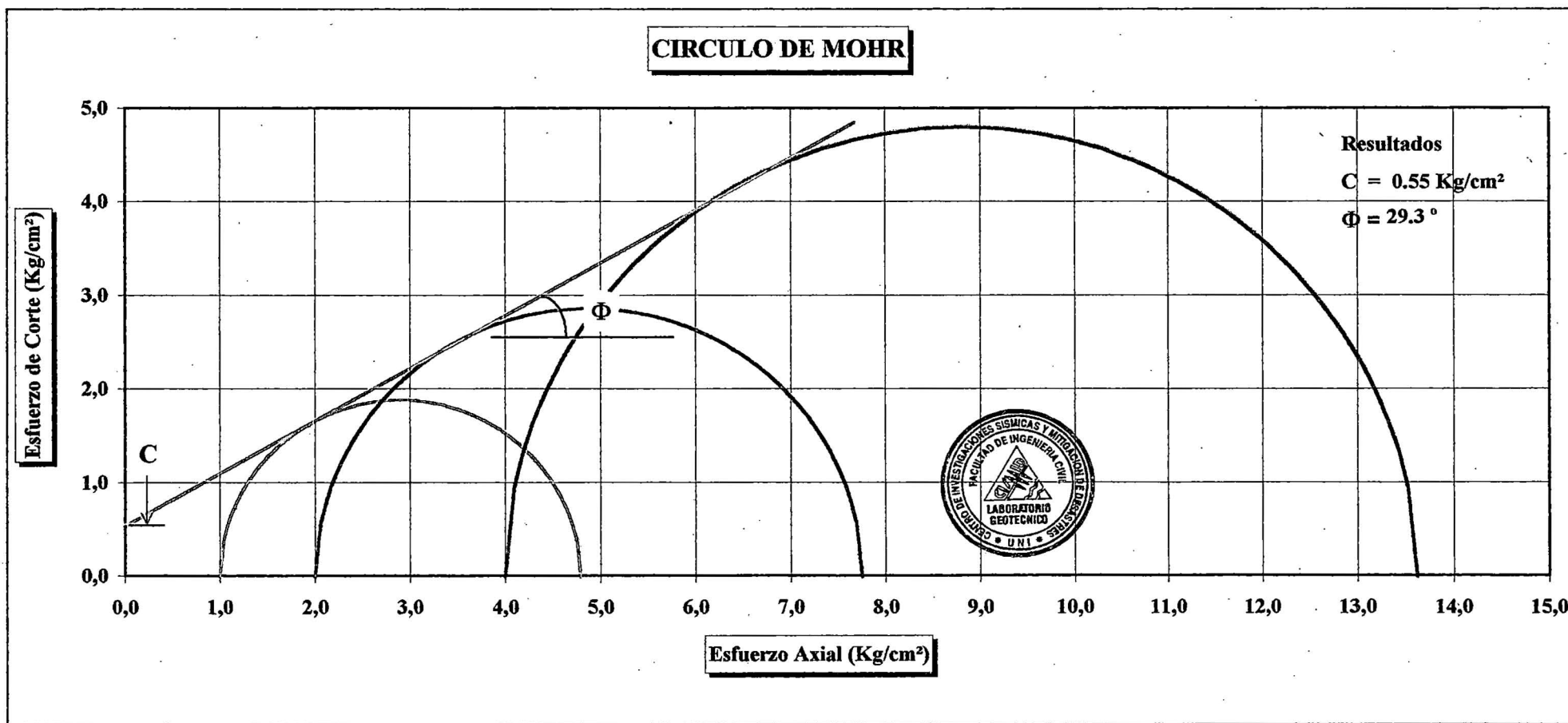




ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU) (ASTM - D4767)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis; "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"
UBICACIÓN : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999

Pozo : C - 15
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0,00 - 1,50
Clasific. (S.U.C.S.) : ML
Estado : Remoldeado

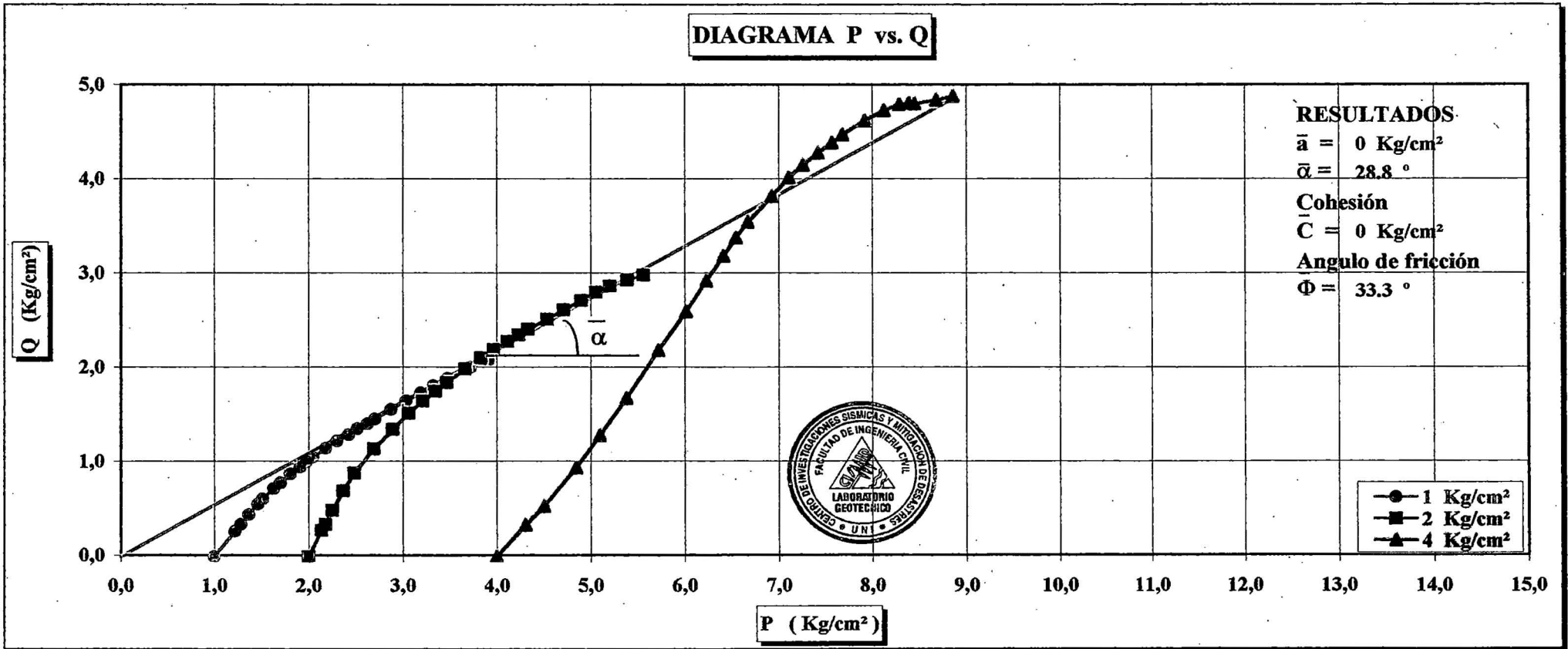




ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL CONSOLIDADO - NO DRENADO (CU)
(ASTM - D4767)

INFORME N° : LG99-026
SOLICITANTE : BACHILLER HILARIO CHIQUIANO AGREDA
PROYECTO : Tesis; "Laguna de estabilización de aguas servidas de la ciudad de Iquitos"
UBICACION : Punchana - Iquitos
FECHA : Febrero, 1999

Pozo : C - 15
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 0,00 - 1,50
Clasific. (S.U.C.S.) : ML
Estado : Remoldeado

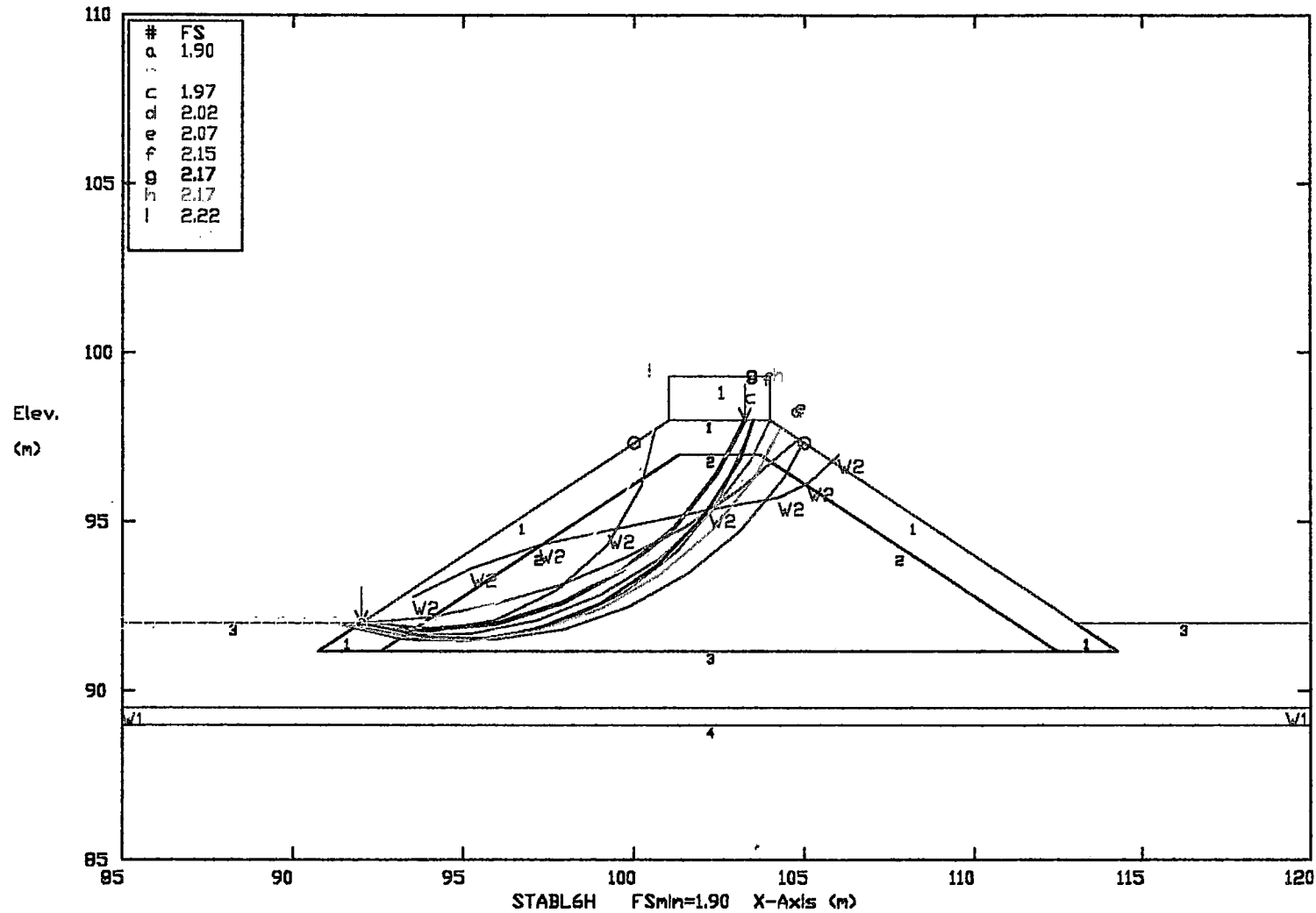


ANEXO III
RESULTADOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

- **SECTOR I**
- **SECTOR II**

➤ SECTOR I

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO I, SECTOR I, AGUAS ABAJO
 Ten Most Critical. CICIAB.PLT By: Hilarlo Ch. 06-23-01 2:31am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5%CEM	19.5	21	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	21	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	17.8	20	98	8	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
 by
 Purdue University

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer`s Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
 CASO I, SECTOR I, AGUAS ABAJO

BOUNDARY COORDINATES
 5 Top Boundaries
 12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	4.00	35.00	4.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	21.0	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	21.0	14.7	26.0	.00	.0	0
3	17.8	20.0	.98.0	8.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	4.50
2	35.00	4.50

Piezometric Surface No. 2 Specified by 8 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	8.55	7.77
2	10.25	8.62
3	12.25	9.31
4	14.25	9.76
5	17.25	10.36
6	19.25	10.71
7	20.13	11.16
8	21.00	12.00

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft. and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft. and X = 20.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.99	6.81
3	10.98	7.01
4	12.89	7.61
5	14.65	8.56
6	16.18	9.85
7	17.42	11.41

8 18.24 13.00
 Circle Center At X = 9.0 ; Y = 16.9 and Radius, 10.1
 *** 1.902 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	9.00	6.98
3	10.98	7.25
4	12.91	7.80
5	14.73	8.62
6	16.42	9.69
7	17.94	10.99
8	19.25	12.50
9	19.40	12.73

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 20.9 and Radius, 13.9
 *** 1.923 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.95	6.56
3	10.95	6.57
4	12.90	7.02
5	14.70	7.90
6	16.26	9.16
7	17.49	10.73
8	18.35	12.53
9	18.46	13.00

Circle Center At X = 9.9 ; Y = 15.4 and Radius, 8.9
 *** 1.972 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.99	7.18
3	10.96	7.56
4	12.87	8.14
5	14.72	8.91
6	16.48	9.86
7	18.13	10.99
8	19.66	12.27
9	19.83	12.45

Circle Center At X = 6.2 ; Y = 26.8 and Radius, 19.8
 *** 2.020 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.96	6.59
3	10.96	6.53
4	12.93	6.84
5	14.82	7.49
6	16.56	8.48
7	18.09	9.76
8	19.37	11.30
9	19.96	12.36

Circle Center At X = 10.3 ; Y = 17.6 and Radius, 11.1
 *** 2.068 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.20	6.67
3	10.19	6.70
4	12.16	7.09
5	14.02	7.82
6	15.71	8.88
7	17.19	10.23
8	18.40	11.82
9	19.00	13.00

Circle Center At X = 9.0 ; Y = 17.7 and Radius, 11.1
 *** 2.153 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.17	6.53
3	10.17	6.47
4	12.13	6.83
5	13.99	7.58
6	15.64	8.71
7	17.03	10.14
8	18.09	11.84
9	18.52	13.00

Circle Center At X = 9.4 ; Y = 16.1 and Radius, 9.6
 *** 2.167 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.17	6.56
3	10.17	6.49

4	12.15	6.79		
5	14.04	7.45		
6	15.77	8.45		
7	17.28	9.76		
8	18.53	11.32		
9	19.31	12.79		
Circle Center	At X =	9.6 ; Y =	17.2	and Radius, 10.7
***	2.167	***		

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

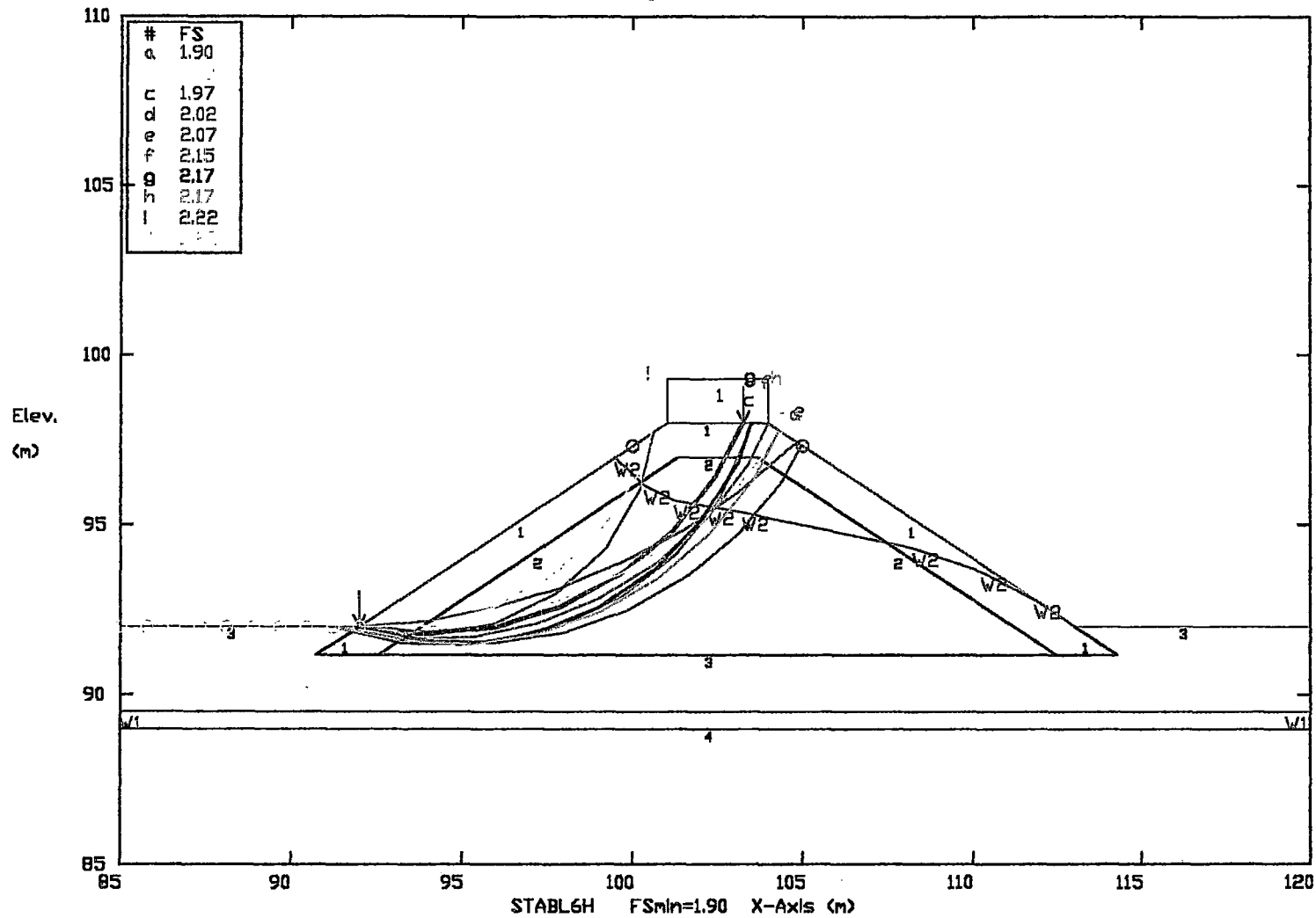
Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	7.00	7.00		
2	8.98	6.74		
3	10.96	7.07		
4	12.75	7.95		
5	14.21	9.32		
6	15.21	11.05		
7	15.61	12.74		
Circle Center	At X =	8.9 ; Y =	13.6	and Radius, 6.8
***	2.219	***		

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	7.00	7.00		
2	9.00	7.05		
3	10.93	7.57		
4	12.67	8.55		
5	14.13	9.92		
6	15.21	11.61		
7	15.59	12.73		
Circle Center	At X =	7.8 ; Y =	15.2	and Radius, 8.2
***	2.234	***		

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO I, SECTOR I, AGUAS ARRIBA

Ten Most Critical. C/CISIAR.PLT By: Hilario Ch. 06-23-01 2:32am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5%CEM	19.5	21	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	21	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	18.8	20	98	8	0	0	
4 ARENA, SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
CASO I, SECTOR I, AGUAS ARRIBA

BOUNDARY COORDINATES
5 Top Boundaries
12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	4.00	35.00	4.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	21.0	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	21.0	14.7	26.0	.00	.0	0
3	18.8	20.0	98.0	8.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	4.50
2	35.00	4.50

Piezometric Surface No. 2 Specified by 8 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	14.50	12.00
2	15.37	11.16
3	16.24	10.71
4	17.24	10.53
5	18.24	10.36
6	23.24	9.31
7	25.24	8.62
8	26.84	7.77

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft.
and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft.
and X = 20.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.99	6.81
3	10.98	7.01
4	12.89	7.61
5	14.65	8.56
6	16.18	9.85
7	17.42	11.41

8 18.24 13.00
 Circle Center At X = 9.0 ; Y = 16.9 and Radius, 10.1
 *** 1.902 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	9.00	6.98
3	10.98	7.25
4	12.91	7.80
5	14.73	8.62
6	16.42	9.69
7	17.94	10.99
8	19.25	12.50
9	19.40	12.73

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 20.9 and Radius, 13.9
 *** 1.923 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.95	6.56
3	10.95	6.57
4	12.90	7.02
5	14.70	7.90
6	16.26	9.16
7	17.49	10.73
8	18.35	12.53
9	18.46	13.00

Circle Center At X = 9.9 ; Y = 15.4 and Radius, 8.9
 *** 1.972 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.99	7.18
3	10.96	7.56
4	12.87	8.14
5	14.72	8.91
6	16.48	9.86
7	18.13	10.99
8	19.66	12.27
9	19.83	12.45

Circle Center At X = 6.2 ; Y = 26.8 and Radius, 19.8
 *** 2.020 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.96	6.59
3	10.96	6.53
4	12.93	6.84
5	14.82	7.49
6	16.56	8.48
7	18.09	9.76
8	19.37	11.30
9	19.96	12.36

Circle Center At X = 10.3 ; Y = 17.6 and Radius, 11.1
*** 2.068 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.20	6.67
3	10.19	6.70
4	12.16	7.09
5	14.02	7.82
6	15.71	8.88
7	17.19	10.23
8	18.40	11.82
9	19.00	13.00

Circle Center At X = 9.0 ; Y = 17.7 and Radius, 11.1
*** 2.153 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.17	6.53
3	10.17	6.47
4	12.13	6.83
5	13.99	7.58
6	15.64	8.71
7	17.03	10.14
8	18.09	11.84
9	18.52	13.00

Circle Center At X = 9.4 ; Y = 16.1 and Radius, 9.6
*** 2.167 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.17	6.56
3	10.17	6.49

4	12.15	6.79
5	14.04	7.45
6	15.77	8.45
7	17.28	9.76
8	18.53	11.32
9	19.31	12.79

Circle Center At X = 9.6 ; Y = 17.2 and Radius, 10.7
 *** 2.167 ***

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.98	6.74
3	10.96	7.07
4	12.75	7.95
5	14.21	9.32
6	15.21	11.05
7	15.61	12.74

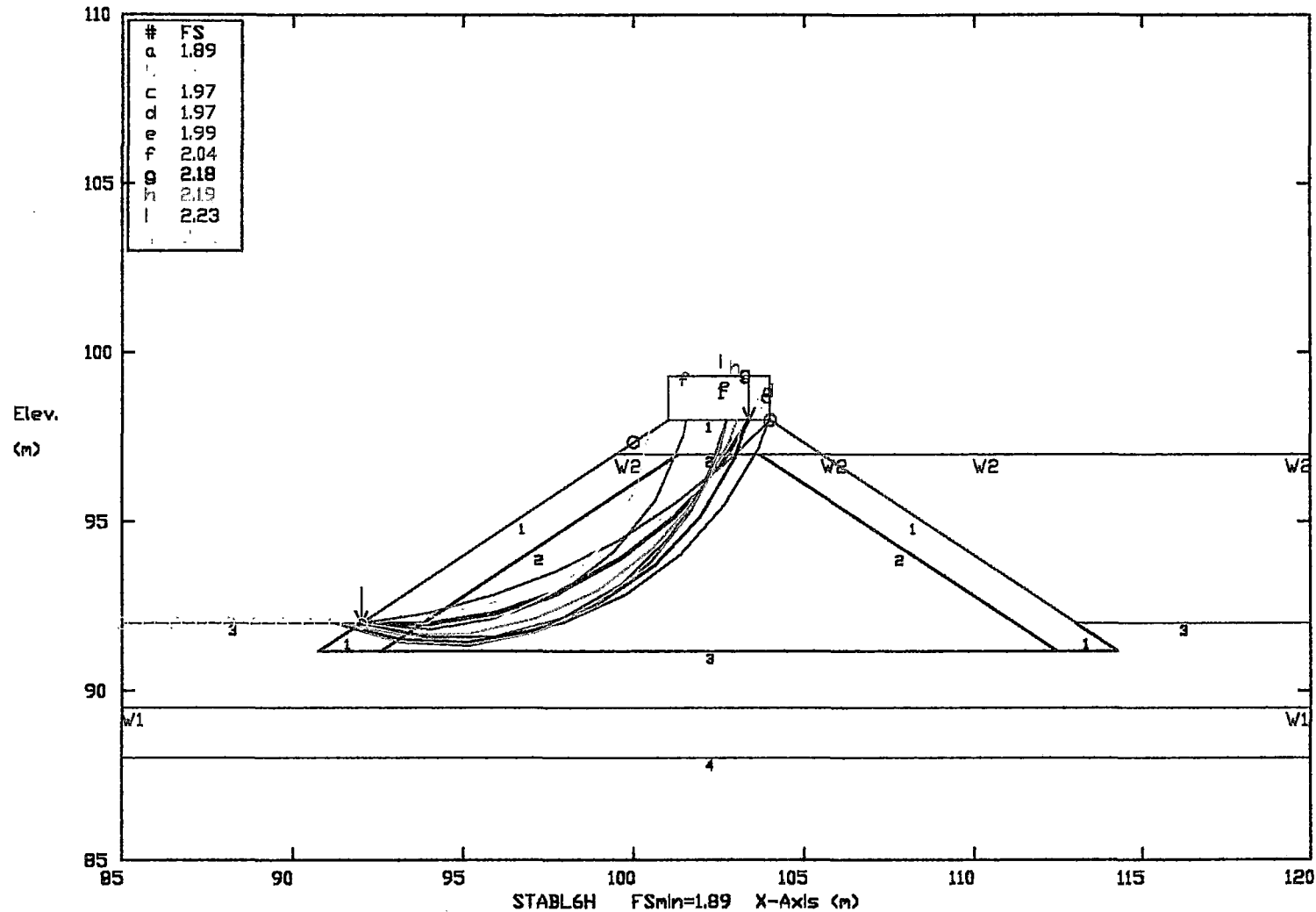
Circle Center At X = 8.9 ; Y = 13.6 and Radius, 6.8
 *** 2.219 ***

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	9.00	7.05
3	10.93	7.57
4	12.67	8.55
5	14.13	9.92
6	15.21	11.61
7	15.59	12.73

Circle Center At X = 7.8 ; Y = 15.2 and Radius, 8.2
 *** 2.234 ***

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO II, SECTOR I, AGUAS ABAJO
 Ten Most Critical. CICIISIAB.PLT 06-23-01 2:33am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Flez. Surface No.
1 ML 5XCEM	19.5	20.1	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	20.1	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	18.8	21	98	8	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
 by
 Purdue University

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer's Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
 CASO II, SECTOR I, AGUAS ABAJO

BOUNDARY COORDINATES
 5 Top Boundaries
 12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	3.00	35.00	3.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	20.1	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	20.1	14.7	26.0	.00	.0	0
3	18.8	21.0	98.0	8.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	4.50
2	35.00	4.50

Piezometric Surface No. 2 Specified by 4 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
-----------	--------------	--------------

1	14.50	11.98
2	20.50	11.99
3	25.00	12.00
4	35.00	12.00

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft.

and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft.

and X = 19.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	9.00	6.98
3	10.97	7.30
4	12.87	7.95
5	14.62	8.91
6	16.19	10.15
7	17.52	11.64
8	18.38	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 18.7 and Radius, 11.8
 *** 1.886 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
-----------	-------------	-------------

1	7.00	7.00
2	8.99	7.18
3	10.94	7.62
4	12.82	8.31
5	14.60	9.23
6	16.24	10.37
7	17.72	11.72
8	18.81	13.00

Circle Center At X = 6.6 ; Y = 22.5 and Radius, 15.5
 *** 1.916 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.96	6.59
3	10.96	6.59
4	12.91	7.00
5	14.74	7.82
6	16.36	9.00
7	17.69	10.48
8	18.69	12.22
9	18.95	13.00

Circle Center At X = 9.9 ; Y = 16.1 and Radius, 9.6
 *** 1.966 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.98	7.31
3	10.91	7.82
4	12.78	8.54
5	14.56	9.45
6	16.23	10.54
7	17.79	11.80
8	18.98	13.00

Circle Center At X = 5.1 ; Y = 25.9 and Radius, 19.0
 *** 1.968 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.95	6.56
3	10.95	6.61
4	12.88	7.15
5	14.62	8.14
6	16.06	9.52
7	17.13	11.21
8	17.71	13.00

Circle Center At X = 9.7 ; Y = 14.7 and Radius, 8.2
*** 1.994 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	7.00
2	8.99	6.81
3	10.97	7.11
4	12.81	7.89
5	14.40	9.10
6	15.64	10.67
7	16.46	12.50
8	16.55	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 14.9 and Radius, 8.0
*** 2.037 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.16	6.50
3	10.16	6.42
4	12.13	6.78
5	13.97	7.55
6	15.61	8.70
7	16.96	10.17
8	17.96	11.90
9	18.32	13.00

Circle Center At X = 9.5 ; Y = 15.7 and Radius, 9.3
*** 2.178 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.22	7.00
2	8.19	6.63
3	10.19	6.68
4	12.14	7.13
5	13.95	7.97
6	15.55	9.17
7	16.87	10.68
8	17.85	12.42
9	18.03	13.00

Circle Center At X = 9.0 ; Y = 16.3 and Radius, 9.7
*** 2.185 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
-----------	-------------	-------------

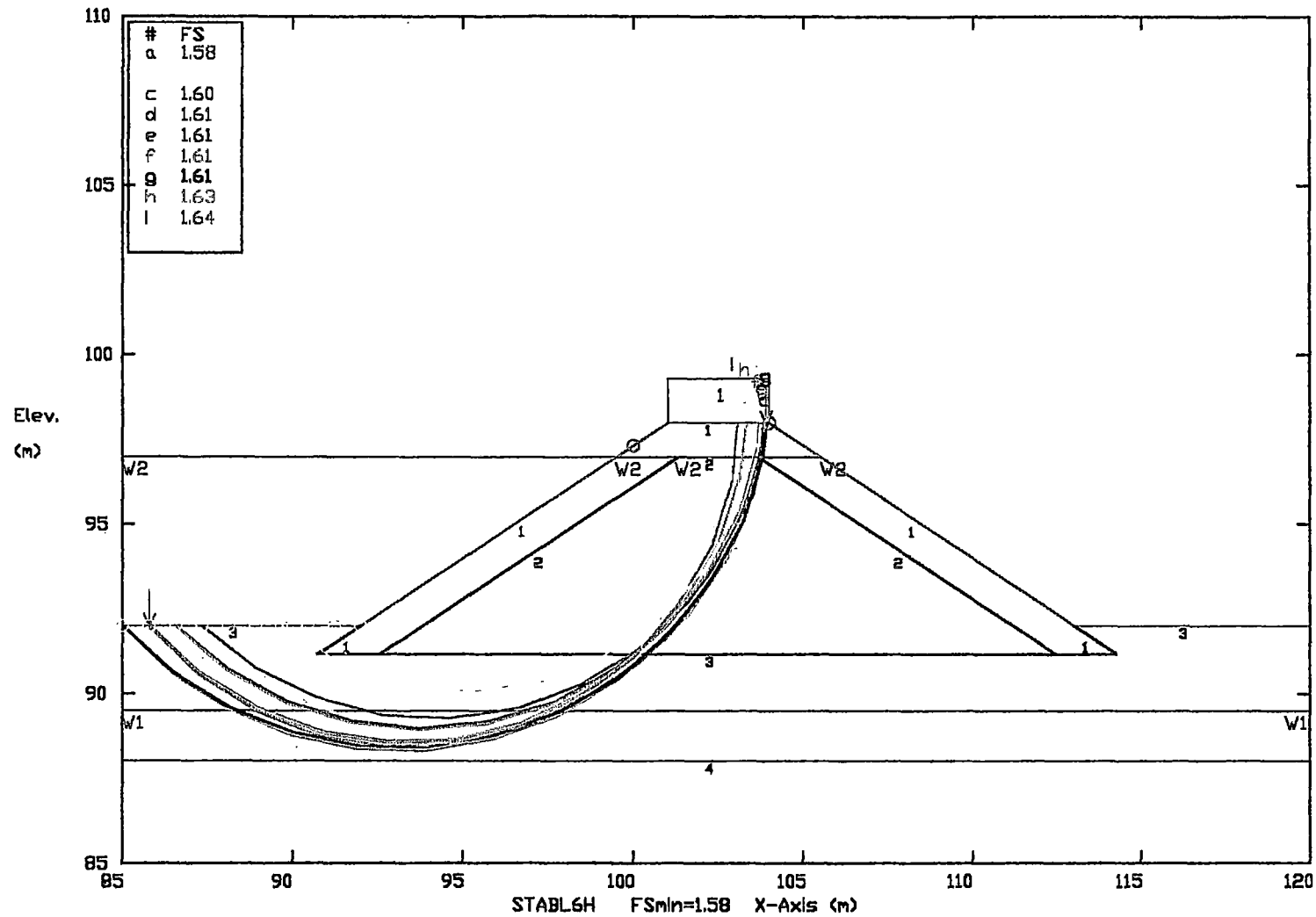
1	6.22	7.00			
2	8.14	6.44			
3	10.14	6.34			
4	12.10	6.72			
5	13.92	7.55			
6	15.49	8.79			
7	16.72	10.37			
8	17.55	12.19			
9	17.70	13.00			
Circle Center	At X =	9.5 ; Y =	14.7	and Radius,	8.4
***	2.226	***			

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)			
1	7.00	7.00			
2	8.98	6.74			
3	10.96	7.08			
4	12.74	7.98			
5	14.18	9.37			
6	15.15	11.12			
7	15.47	12.64			
Circle Center	At X =	8.9 ; Y =	13.5	and Radius,	6.7
***	2.234	***			

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO II, SECTOR I, AGUAS ARRIBA

Ten Most Critical. CICIISIAR.PLT 06-23-01 2:34am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5XCEM	19.5	20.1	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	20.1	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	18.8	21	25	1	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
 by
 Purdue University

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer's Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
 CASO II, SECTOR I, AGUAS ARRIBA

BOUNDARY COORDINATES
 5 Top Boundaries
 12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	3.00	35.00	3.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	20.1	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	20.1	14.7	26.0	.00	.0	0
3	18.8	21.0	25.0	1.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 2 Coordinate Points		
1	.00	4.50
2	35.00	4.50

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
2 Specified by 4 Coordinate Points		
1	.00	12.00
2	14.50	12.00
3	16.21	11.99
4	20.50	11.98

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft. and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft. and X = 19.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.25	5.65
3	3.96	4.60
4	5.83	3.90
5	7.80	3.57
6	9.80	3.62
7	11.75	4.05
8	13.59	4.84
9	15.24	5.97
10	16.64	7.40
11	17.75	9.06
12	18.51	10.91
13	18.92	12.87
14	18.92	13.00

Circle Center At X = 8.5 ; Y = 14.0 and Radius, 10.4
 *** 1.581 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.82	5.66
3	5.56	4.67

4	7.47	4.09
5	9.46	3.93
6	11.44	4.21
7	13.32	4.91
8	14.99	6.00
9	16.39	7.43
10	17.45	9.13
11	18.11	11.02
12	18.35	13.00

Circle Center At X = 9.2 ; Y = 13.1 and Radius, 9.2
 *** 1.582 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.91	5.77
3	5.71	4.89
4	7.64	4.39
5	9.64	4.28
6	11.62	4.59
7	13.49	5.28
8	15.19	6.34
9	16.64	7.72
10	17.77	9.37
11	18.56	11.21
12	18.92	13.00

Circle Center At X = 9.1 ; Y = 14.1 and Radius, 9.9
 *** 1.600 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.45	5.62
3	3.13	4.53
4	4.98	3.77
5	6.93	3.36
6	8.93	3.33
7	10.91	3.66
8	12.78	4.35
9	14.50	5.37
10	16.00	6.69
11	17.23	8.27
12	18.15	10.05
13	18.72	11.96
14	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.1 and Radius, 10.8
 *** 1.605 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.56	7.00
2	3.10	5.73

3	4.86	4.78
4	6.77	4.20
5	8.76	4.00
6	10.75	4.20
7	12.67	4.78
8	14.43	5.72
9	15.98	6.99
10	17.24	8.54
11	18.18	10.30
12	18.76	12.22
13	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 14.2 and Radius, 10.2
 *** 1.606 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.56	7.00
2	3.08	5.70
3	4.83	4.74
4	6.74	4.14
5	8.73	3.93
6	10.72	4.12
7	12.63	4.71
8	14.39	5.66
9	15.92	6.95
10	17.16	8.51
11	18.07	10.29
12	18.61	12.22
13	18.66	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 13.9 and Radius, 10.0
 *** 1.607 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.47	5.64
3	3.16	4.58
4	5.02	3.83
5	6.98	3.44
6	8.98	3.42
7	10.95	3.75
8	12.83	4.44
9	14.55	5.46
10	16.06	6.78
11	17.30	8.35
12	18.23	10.11
13	18.83	12.02
14	18.95	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.3 and Radius, 10.9
 *** 1.608 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point	X-Surf	Y-Surf
-------	--------	--------

No.	(ft)	(ft)				
1	.78	7.00				
2	2.24	5.64				
3	3.95	4.59				
4	5.82	3.90				
5	7.80	3.60				
6	9.80	3.69				
7	11.74	4.18				
8	13.54	5.04				
9	15.14	6.24				
10	16.48	7.73				
11	17.48	9.46				
12	18.13	11.35				
13	18.35	13.00				
Circle Center	At X =	8.3	; Y =	13.6	and Radius,	10.1
***		1.630	***			

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)				
1	.78	7.00				
2	2.20	5.59				
3	3.88	4.50				
4	5.74	3.78				
5	7.72	3.45				
6	9.71	3.54				
7	11.65	4.02				
8	13.45	4.90				
9	15.04	6.12				
10	16.34	7.63				
11	17.30	9.39				
12	17.89	11.30				
13	18.05	13.00				
Circle Center	At X =	8.3	; Y =	13.2	and Radius,	9.8
***		1.636	***			

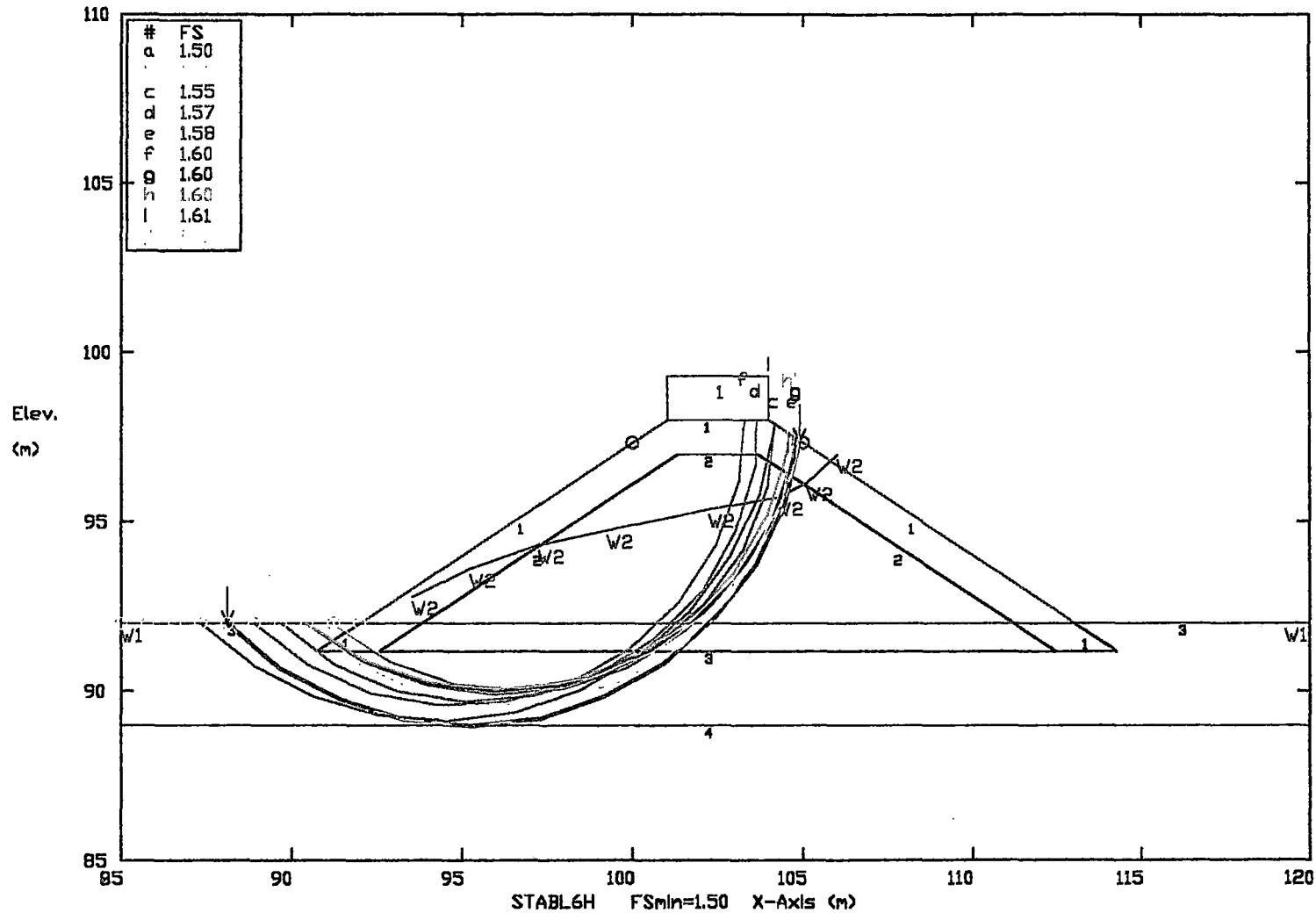
Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)				
1	4.67	7.00				
2	6.36	5.93				
3	8.25	5.28				
4	10.24	5.08				
5	12.22	5.34				
6	14.09	6.06				
7	15.74	7.19				
8	17.08	8.67				
9	18.05	10.42				
10	18.59	12.34				
11	18.62	13.00				
Circle Center	At X =	10.1	; Y =	13.7	and Radius,	8.6
***		1.644	***			

➤ SECTOR II

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO I, SECTOR II, AGUAS ABAJO

Ten Most Critical. C\CISIIAB.PLT By: Hilario Ch. 06-23-01 2:32am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML SXCEM	19.5	21	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	21	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	17.8	21	25	1	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer`s Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
CASO I, SECTOR II, AGUAS ABAJO

BOUNDARY COORDINATES
5 Top Boundaries
12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	4.00	35.00	4.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	21.0	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	21.0	14.7	26.0	.00	.0	0
3	17.8	21.0	25.0	1.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	7.00
2	35.00	7.00

Piezometric Surface No. 2 Specified by 8 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)

1	8.55	7.77
2	10.25	8.62
3	12.25	9.31
4	14.25	9.76
5	17.25	10.36
6	19.25	10.71
7	20.13	11.16
8	21.00	12.00

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft.

and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft.

and X = 20.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	3.11	7.00
2	4.64	5.71
3	6.39	4.75
4	8.31	4.17
5	10.30	3.99
6	12.29	4.21
7	14.19	4.83
8	15.92	5.83
9	17.42	7.15
10	18.62	8.75
11	19.47	10.56
12	19.91	12.39

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 13.8 and Radius, 9.8

*** 1.496 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.02	5.77
3	8.85	4.96
4	10.82	4.61
5	12.82	4.73
6	14.72	5.33
7	16.44	6.37
8	17.85	7.78
9	18.88	9.49
10	19.48	11.40
11	19.56	12.63

Circle Center At X = 11.3 ; Y = 12.9 and Radius, 8.3
 *** 1.532 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.89	5.74
3	5.67	4.82
4	7.59	4.28
5	9.58	4.13
6	11.57	4.38
7	13.46	5.02
8	15.19	6.03
9	16.68	7.37
10	17.87	8.98
11	18.71	10.79
12	19.18	12.73
13	19.18	12.88

Circle Center At X = 9.3 ; Y = 14.1 and Radius, 9.9
 *** 1.552 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.67	7.00
2	6.26	5.79
3	8.10	5.01
4	10.08	4.68
5	12.07	4.84
6	13.97	5.47
7	15.66	6.54
8	17.04	7.98
9	18.04	9.71
10	18.60	11.64
11	18.65	13.00

Circle Center At X = 10.4 ; Y = 13.0 and Radius, 8.3
 *** 1.571 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.10	5.88
3	8.97	5.16
4	10.95	4.89
5	12.94	5.07
6	14.84	5.71
7	16.54	6.76
8	17.95	8.17
9	19.01	9.87
10	19.66	11.76
11	19.73	12.51
***	1.584	***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)	
1	3.89	7.00	
2	5.47	5.78	
3	7.29	4.96	
4	9.26	4.59	
5	11.26	4.69	
6	13.18	5.26	
7	14.91	6.26	
8	16.35	7.64	
9	17.44	9.32	
10	18.09	11.21	
11	18.27	13.00	
Circle Center At X =	9.8	Y = 13.0 and Radius,	8.5
***	1.596	***	

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)	
1	5.44	7.00	
2	7.12	5.91	
3	9.00	5.23	
4	10.99	4.98	
5	12.98	5.18	
6	14.87	5.83	
7	16.57	6.88	
8	17.99	8.28	
9	19.06	9.97	
10	19.73	11.86	
11	19.80	12.47	
Circle Center At X =	11.1	Y = 13.8 and Radius,	8.9

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.12	5.91

3	9.01	5.24		
4	10.99	5.01		
5	12.98	5.24		
6	14.86	5.92		
7	16.54	7.01		
8	17.92	8.46		
9	18.94	10.18		
10	19.54	12.08		
11	19.58	12.61		
Circle Center	At X =	11.0 ; Y =	13.7	and Radius, 8.7
***	1.600	***		

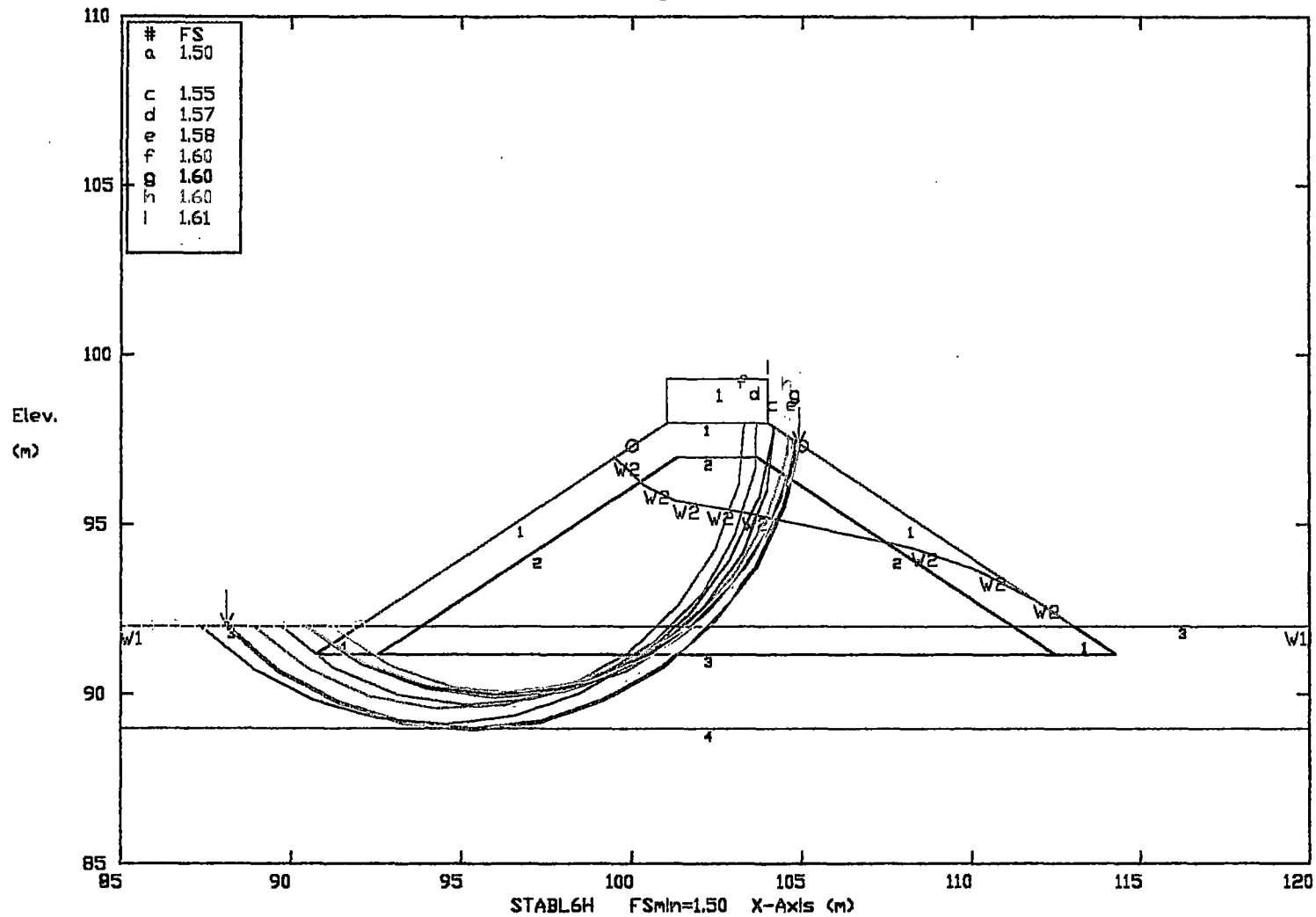
Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	6.22	7.00		
2	7.88	5.88		
3	9.77	5.23		
4	11.77	5.07		
5	13.73	5.43		
6	15.55	6.27		
7	17.08	7.55		
8	18.25	9.18		
9	18.96	11.05		
10	19.16	12.89		
Circle Center	At X =	11.4 ; Y =	12.9	and Radius, 7.8
***	1.611	***		

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	6.22	7.00		
2	7.90	5.92		
3	9.80	5.27		
4	11.79	5.09		
5	13.76	5.39		
6	15.61	6.16		
7	17.22	7.35		
8	18.50	8.88		
9	19.37	10.68		
10	19.76	12.49		
Circle Center	At X =	11.5 ; Y =	13.4	and Radius, 8.3
***	1.612	***		

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO I, SECTOR II, AGUAS ARRIBA
 Ten Most Critical. C:\CISIAR.PLT By: Hilario Ch. 06-23-01 2:33am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m3)	Saturated Unit Wt. (KN/m3)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5%CEM	19.5	21	12	30	0	0	
2 LIMO, ML	19.5	21	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	17.8	17.8	25	1	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
 by
 Purdue University

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer`s Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
 CASO I, SECTOR II, AGUAS ARRIBA

BOUNDARY COORDINATES
 5 Top Boundaries
 12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	4.00	35.00	4.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	21.0	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	21.0	14.7	26.0	.00	.0	0
3	17.8	17.8	25.0	1.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Coordinate Points
1	1	.00	7.00	2
2	2	35.00	7.00	

Piezometric Surface Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Coordinate Points
2 Specified by 8 Coordinate Points				

1	14.50	12.00
2	15.37	11.16
3	16.24	10.71
4	17.24	10.53
5	18.24	10.36
6	23.24	9.31
7	25.24	8.62
8	26.84	7.77

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft.

and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft.

and X = 20.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	3.11	7.00
2	4.64	5.71
3	6.39	4.75
4	8.31	4.17
5	10.30	3.99
6	12.29	4.21
7	14.19	4.83
8	15.92	5.83
9	17.42	7.15
10	18.62	8.75
11	19.47	10.56
12	19.91	12.39

Circle Center At X = 10.2 ; Y = 13.8 and Radius, 9.8
 *** 1.496 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.02	5.77
3	8.85	4.96
4	10.82	4.61
5	12.82	4.73
6	14.72	5.33
7	16.44	6.37
8	17.85	7.78
9	18.88	9.49
10	19.48	11.40
11	19.56	12.63

Circle Center At X = 11.3 ; Y = 12.9 and Radius, 8.3
 *** 1.532 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.89	5.74
3	5.67	4.82
4	7.59	4.28
5	9.58	4.13
6	11.57	4.38
7	13.46	5.02
8	15.19	6.03
9	16.68	7.37
10	17.87	8.98
11	18.71	10.79
12	19.18	12.73
13	19.18	12.88

Circle Center At X = 9.3 ; Y = 14.1 and Radius, 9.9
 *** 1.552 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.67	7.00
2	6.26	5.79
3	8.10	5.01
4	10.08	4.68
5	12.07	4.84
6	13.97	5.47
7	15.66	6.54
8	17.04	7.98
9	18.04	9.71
10	18.60	11.64
11	18.65	13.00

Circle Center At X = 10.4 ; Y = 13.0 and Radius, 8.3
 *** 1.571 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.10	5.88
3	8.97	5.16
4	10.95	4.89
5	12.94	5.07
6	14.84	5.71
7	16.54	6.76
8	17.95	8.17
9	19.01	9.87
10	19.66	11.76
11	19.73	12.51

Circle Center At X = 11.1 ; Y = 13.6 and Radius, 8.7
 *** 1.584 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	3.89	7.00
2	5.47	5.78
3	7.29	4.96
4	9.26	4.59
5	11.26	4.69
6	13.18	5.26
7	14.91	6.26
8	16.35	7.64
9	17.44	9.32
10	18.09	11.21
11	18.27	13.00

Circle Center At X = 9.8 ; Y = 13.0 and Radius, 8.5
 *** 1.596 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.44	7.00
2	7.12	5.91
3	9.00	5.23
4	10.99	4.98
5	12.98	5.18
6	14.87	5.83
7	16.57	6.88
8	17.99	8.28
9	19.06	9.97
10	19.73	11.86
11	19.80	12.47

Circle Center At X = 11.1 ; Y = 13.8 and Radius, 8.9
 *** 1.600 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
-----------	-------------	-------------

1	5.44	7.00		
2	7.12	5.91		
3	9.01	5.24		
4	10.99	5.01		
5	12.98	5.24		
6	14.86	5.92		
7	16.54	7.01		
8	17.92	8.46		
9	18.94	10.18		
10	19.54	12.08		
11	19.58	12.61		
Circle Center	At X =	11.0 ; Y =	13.7	and Radius,
***	1.600	***		8.7

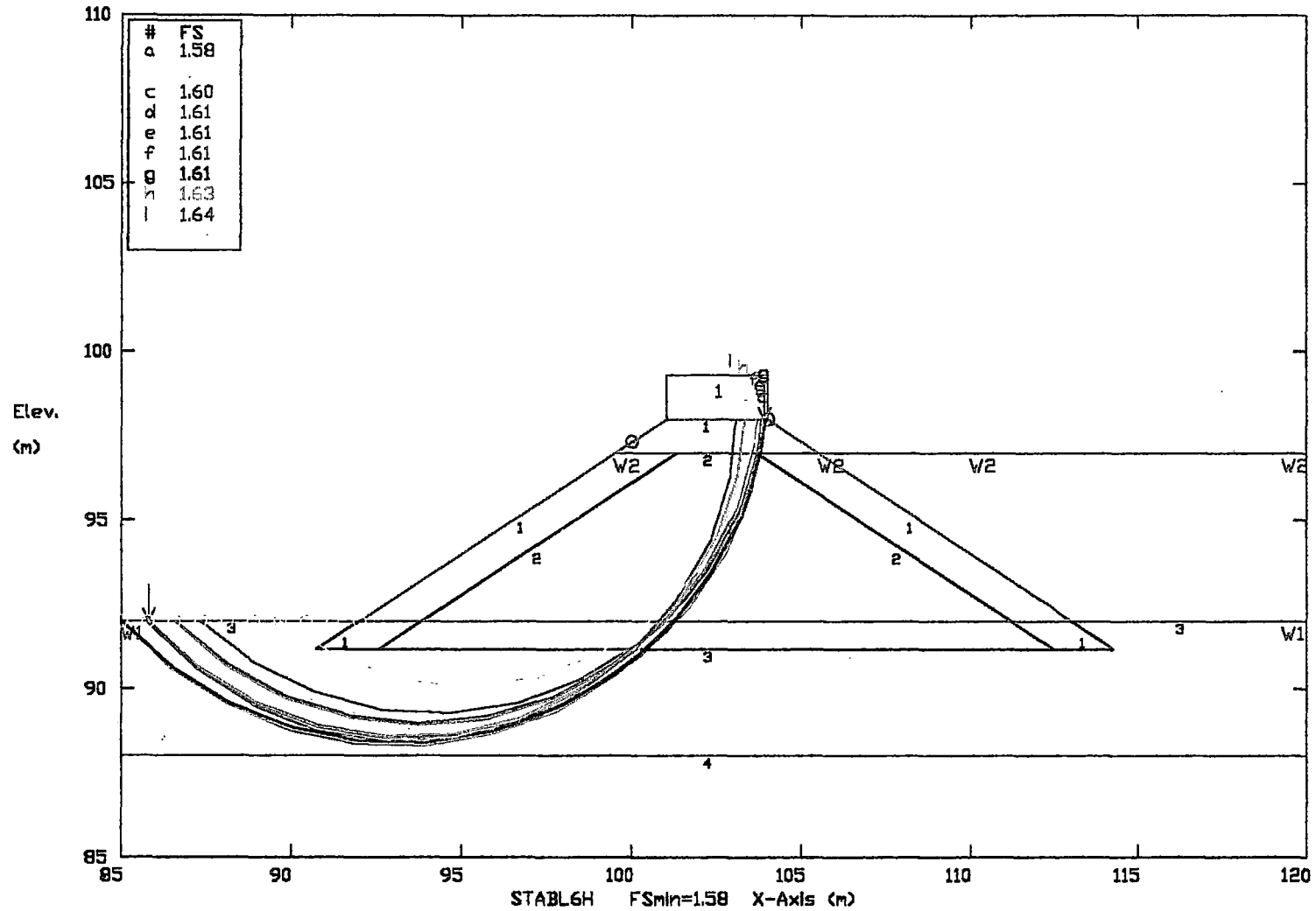
Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	6.22	7.00		
2	7.88	5.88		
3	9.77	5.23		
4	11.77	5.07		
5	13.73	5.43		
6	15.55	6.27		
7	17.08	7.55		
8	18.25	9.18		
9	18.96	11.05		
10	19.16	12.89		
Circle Center	At X =	11.4 ; Y =	12.9	and Radius,
***	1.611	***		7.8

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)		
1	6.22	7.00		
2	7.90	5.92		
3	9.80	5.27		
4	11.79	5.09		
5	13.76	5.39		
6	15.61	6.16		
7	17.22	7.35		
8	18.50	8.88		
9	19.37	10.68		
10	19.76	12.49		
Circle Center	At X =	11.5 ; Y =	13.4	and Radius,
***	1.612	***		8.3

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO II, SECTOR II, AGUAS ABAJO
 Ten Most Critical. CICIISIAB.PLT 06-23-01 2:34am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5%CEM	19.5	20.1	12	30	0	0	
2 LIMO, ML	19.5	20.1	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	18.8	21	25	1	0	0	
4 ARENA,SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
CASO II, SECTOR II, AGUAS ABAJO

BOUNDARY COORDINATES
5 Top Boundaries
12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	3.00	35.00	3.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	20.1	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	20.1	14.7	26.0	.00	.0	0
3	18.8	21.0	25.0	1.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	7.00
2	35.00	7.00

Piezometric Surface No. 2 Specified by 4 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	14.50	11.98
2	20.50	11.99
3	25.00	12.00
4	35.00	12.00

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft. and X = 7.00 ft. Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft. and X = 19.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.25	5.65
3	3.96	4.60
4	5.83	3.90
5	7.80	3.57
6	9.80	3.62
7	11.75	4.05
8	13.59	4.84
9	15.24	5.97
10	16.64	7.40
11	17.75	9.06
12	18.51	10.91
13	18.92	12.87
14	18.92	13.00

Circle Center At X = 8.5 ; Y = 14.0 and Radius, 10.4
 *** 1.581 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.82	5.66
3	5.56	4.67

4	7.47	4.09
5	9.46	3.93
6	11.44	4.21
7	13.32	4.91
8	14.99	6.00
9	16.39	7.43
10	17.45	9.13
11	18.11	11.02
12	18.35	13.00

Circle Center At X = 9.2 ; Y = 13.1 and Radius, 9.2
 *** 1.582 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.91	5.77
3	5.71	4.89
4	7.64	4.39
5	9.64	4.28
6	11.62	4.59
7	13.49	5.28
8	15.19	6.34
9	16.64	7.72
10	17.77	9.37
11	18.56	11.21
12	18.92	13.00

Circle Center At X = 9.1 ; Y = 14.1 and Radius, 9.9
 *** 1.600 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.45	5.62
3	3.13	4.53
4	4.98	3.77
5	6.93	3.36
6	8.93	3.33
7	10.91	3.66
8	12.78	4.35
9	14.50	5.37
10	16.00	6.69
11	17.23	8.27
12	18.15	10.05
13	18.72	11.96
14	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.1 and Radius, 10.8
 *** 1.605 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.56	7.00
2	3.10	5.73

3	4.86	4.78
4	6.77	4.20
5	8.76	4.00
6	10.75	4.20
7	12.67	4.78
8	14.43	5.72
9	15.98	6.99
10	17.24	8.54
11	18.18	10.30
12	18.76	12.22
13	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 14.2 and Radius, 10.2
 *** 1.606 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.56	7.00
2	3.08	5.70
3	4.83	4.74
4	6.74	4.14
5	8.73	3.93
6	10.72	4.12
7	12.63	4.71
8	14.39	5.66
9	15.92	6.95
10	17.16	8.51
11	18.07	10.29
12	18.61	12.22
13	18.66	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 13.9 and Radius, 10.0
 *** 1.607 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.47	5.64
3	3.16	4.58
4	5.02	3.83
5	6.98	3.44
6	8.98	3.42
7	10.95	3.75
8	12.83	4.44
9	14.55	5.46
10	16.06	6.78
11	17.30	8.35
12	18.23	10.11
13	18.83	12.02
14	18.95	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.3 and Radius, 10.9
 *** 1.608 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.24	5.64
3	3.95	4.59
4	5.82	3.90
5	7.80	3.60
6	9.80	3.69
7	11.74	4.18
8	13.54	5.04
9	15.14	6.24
10	16.48	7.73
11	17.48	9.46
12	18.13	11.35
13	18.35	13.00

Circle Center At X = 8.3 ; Y = 13.6 and Radius, 10.1
 *** 1.630 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.20	5.59
3	3.88	4.50
4	5.74	3.78
5	7.72	3.45
6	9.71	3.54
7	11.65	4.02
8	13.45	4.90
9	15.04	6.12
10	16.34	7.63
11	17.30	9.39
12	17.89	11.30
13	18.05	13.00

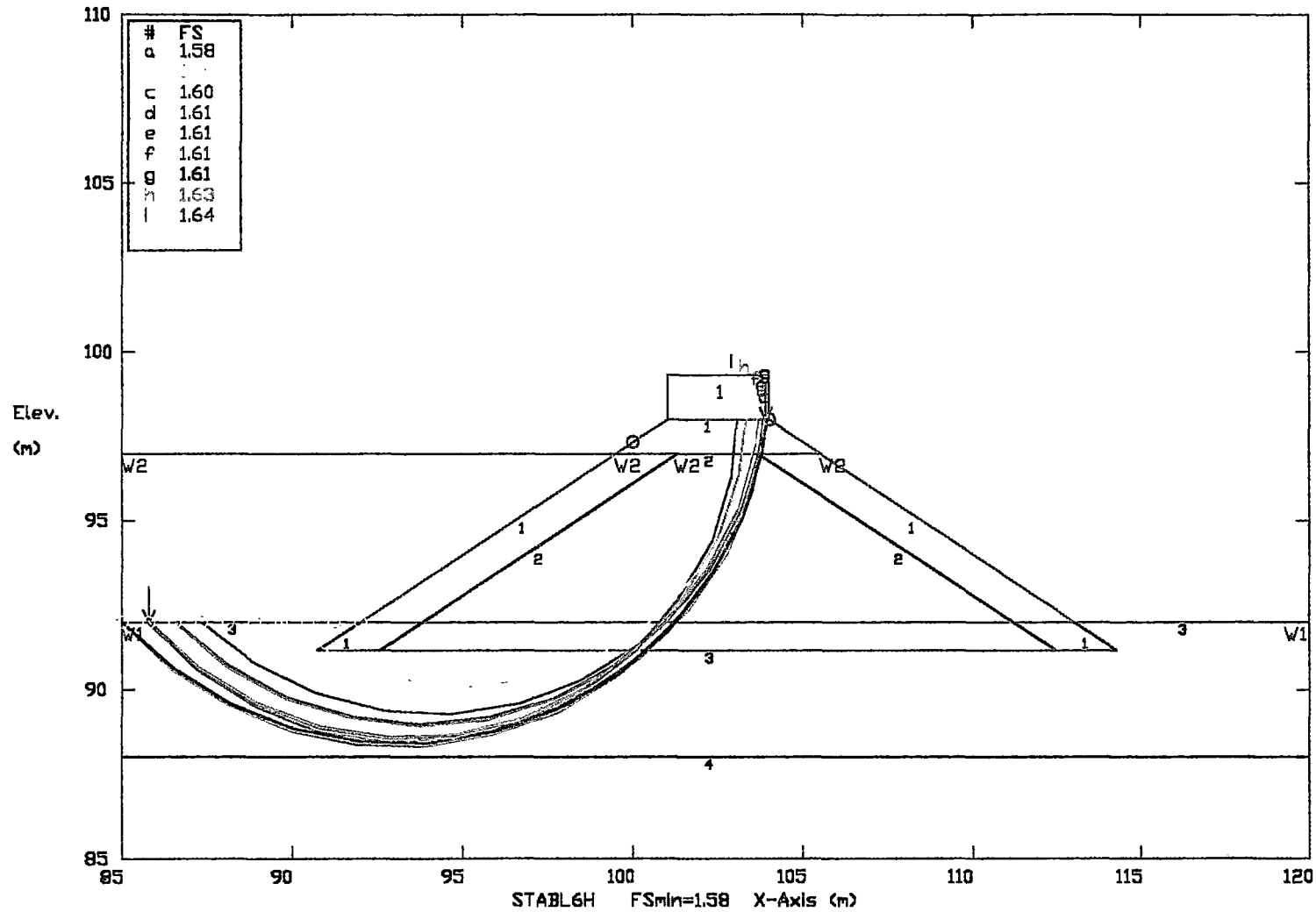
Circle Center At X = 8.3 ; Y = 13.2 and Radius, 9.8
 *** 1.636 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.67	7.00
2	6.36	5.93
3	8.25	5.28
4	10.24	5.08
5	12.22	5.34
6	14.09	6.06
7	15.74	7.19
8	17.08	8.67
9	18.05	10.42
10	18.59	12.34
11	18.62	13.00

Circle Center At X = 10.1 ; Y = 13.7 and Radius, 8.6
 *** 1.644 ***

ANALISIS ESTADICO - DIQUE EXTERNO CASO II, SECTOR II, AGUAS ARRIBA
 Ten Most Critical. C:\IISIAR.PLT 06-23-01 2:35am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 ML 5XCEM	19.5	20.1	12	30	0	0	
2 LIMD, ML	19.5	20.1	14.7	26	0	0	
3 ARC, CH	18.8	21	25	1	0	0	
4 ARENA, SP	18.1	18.1	0	26	0	0	

** STABL6H **
 by
 Purdue University

--Slope Stability Analysis--
 Simplified Janbu, Simplified Bishop
 or Spencer's Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION ANALISIS ESTATICO - DIQUE EXTERNO
 CASO II, SECTOR II, AGUAS ARRIBA

BOUNDARY COORDINATES
 5 Top Boundaries
 12 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	7.00	7.00	7.00	3
2	7.00	7.00	16.00	13.00	1
3	16.00	13.00	19.00	13.00	1
4	19.00	13.00	28.00	7.00	1
5	28.00	7.00	35.00	7.00	3
6	5.75	6.17	7.00	7.00	1
7	7.55	6.17	16.30	12.00	2
8	16.30	12.00	18.70	12.00	2
9	18.70	12.00	27.45	6.18	2
10	28.00	7.00	29.25	6.17	1
11	5.75	6.17	29.25	6.17	3
12	.00	3.00	35.00	3.00	4

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 4 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.5	20.1	12.0	30.0	.00	.0	0
2	19.5	20.1	14.7	26.0	.00	.0	0
3	18.8	21.0	25.0	1.0	.00	.0	0
4	18.1	18.1	.0	26.0	.00	.0	0

2 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Specified by	Coordinate Points
1	1	.00	7.00	2	
2	1	35.00	7.00	2	

Piezometric Surface Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Specified by	Coordinate Points
1	2	.00	12.00	4	
2	2	14.50	12.00	4	
3	2	16.21	11.99	4	
4	2	20.50	11.98	4	

BOUNDARY LOAD(S)

1 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (ft)	X-Right (ft)	Intensity (lb/sqft)	Deflection (deg)
1	16.00	19.00	9.8	.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = .00 ft. and X = 7.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 15.00 ft. and X = 19.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

2.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.25	5.65
3	3.96	4.60
4	5.83	3.90
5	7.80	3.57
6	9.80	3.62
7	11.75	4.05
8	13.59	4.84
9	15.24	5.97
10	16.64	7.40
11	17.75	9.06
12	18.51	10.91
13	18.92	12.87
14	18.92	13.00

Circle Center At X = 8.5 ; Y = 14.0 and Radius, 10.4
 *** 1.581 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.82	5.66
3	5.56	4.67

4	7.47	4.09
5	9.46	3.93
6	11.44	4.21
7	13.32	4.91
8	14.99	6.00
9	16.39	7.43
10	17.45	9.13
11	18.11	11.02
12	18.35	13.00

Circle Center At X = 9.2 ; Y = 13.1 and Radius, 9.2
 *** 1.582 ***

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.33	7.00
2	3.91	5.77
3	5.71	4.89
4	7.64	4.39
5	9.64	4.28
6	11.62	4.59
7	13.49	5.28
8	15.19	6.34
9	16.64	7.72
10	17.77	9.37
11	18.56	11.21
12	18.92	13.00

Circle Center At X = 9.1 ; Y = 14.1 and Radius, 9.9
 *** 1.600 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.45	5.62
3	3.13	4.53
4	4.98	3.77
5	6.93	3.36
6	8.93	3.33
7	10.91	3.66
8	12.78	4.35
9	14.50	5.37
10	16.00	6.69
11	17.23	8.27
12	18.15	10.05
13	18.72	11.96
14	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.1 and Radius, 10.8
 *** 1.605 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
-----------	-------------	-------------

1	1.56	7.00
2	3.10	5.73
3	4.86	4.78
4	6.77	4.20
5	8.76	4.00
6	10.75	4.20
7	12.67	4.78
8	14.43	5.72
9	15.98	6.99
10	17.24	8.54
11	18.18	10.30
12	18.76	12.22
13	18.83	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 14.2 and Radius, 10.2
 *** 1.606 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.56	7.00
2	3.08	5.70
3	4.83	4.74
4	6.74	4.14
5	8.73	3.93
6	10.72	4.12
7	12.63	4.71
8	14.39	5.66
9	15.92	6.95
10	17.16	8.51
11	18.07	10.29
12	18.61	12.22
13	18.66	13.00

Circle Center At X = 8.8 ; Y = 13.9 and Radius, 10.0
 *** 1.607 ***

Failure Surface Specified By 14 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.00	7.00
2	1.47	5.64
3	3.16	4.58
4	5.02	3.83
5	6.98	3.44
6	8.98	3.42
7	10.95	3.75
8	12.83	4.44
9	14.55	5.46
10	16.06	6.78
11	17.30	8.35
12	18.23	10.11
13	18.83	12.02
14	18.95	13.00

Circle Center At X = 8.1 ; Y = 14.3 and Radius, 10.9
 *** 1.608 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.24	5.64
3	3.95	4.59
4	5.82	3.90
5	7.80	3.60
6	9.80	3.69
7	11.74	4.18
8	13.54	5.04
9	15.14	6.24
10	16.48	7.73
11	17.48	9.46
12	18.13	11.35
13	18.35	13.00

Circle Center At X = 8.3 ; Y = 13.6 and Radius, 10.1
 *** 1.630 ***

Failure Surface Specified By 13 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	.78	7.00
2	2.20	5.59
3	3.88	4.50
4	5.74	3.78
5	7.72	3.45
6	9.71	3.54
7	11.65	4.02
8	13.45	4.90
9	15.04	6.12
10	16.34	7.63
11	17.30	9.39
12	17.89	11.30
13	18.05	13.00

Circle Center At X = 8.3 ; Y = 13.2 and Radius, 9.8
 *** 1.636 ***

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.67	7.00
2	6.36	5.93
3	8.25	5.28
4	10.24	5.08
5	12.22	5.34
6	14.09	6.06
7	15.74	7.19
8	17.08	8.67
9	18.05	10.42
10	18.59	12.34
11	18.62	13.00

Circle Center At X = 10.1 ; Y = 13.7 and Radius, 8.6
 *** 1.644 ***

ANEXO IV
ALBUM FOTOGRAFICO

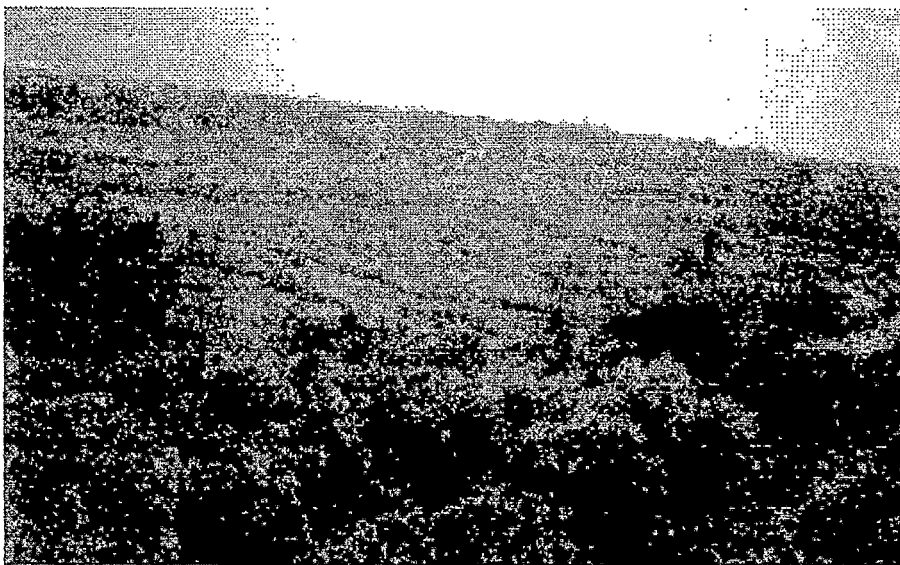


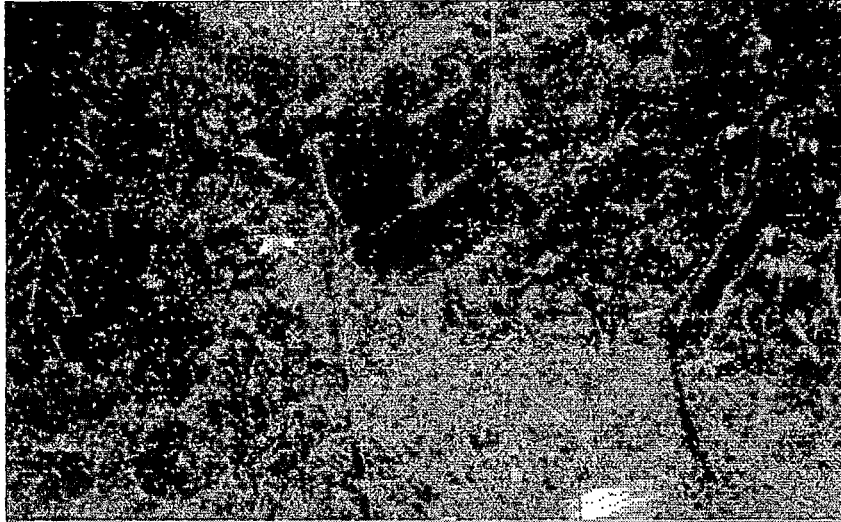
En la fotografía se aprecia la descarga directa de los desagües sin tratamiento alguno.



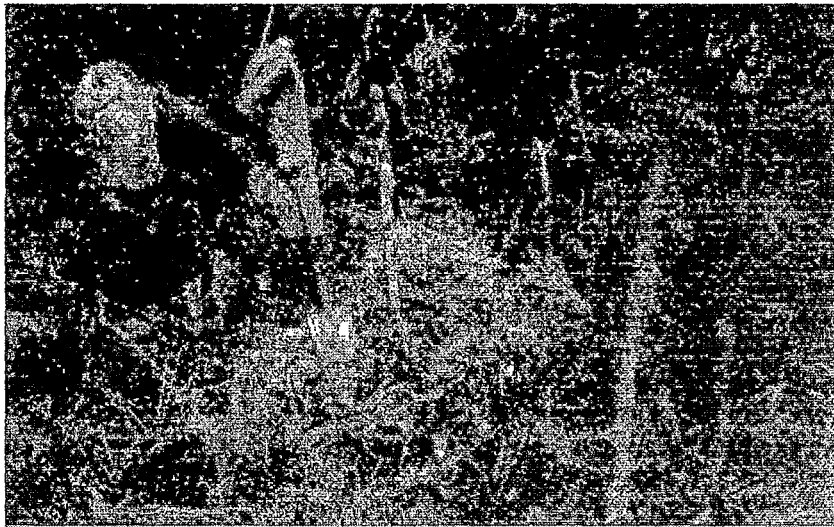


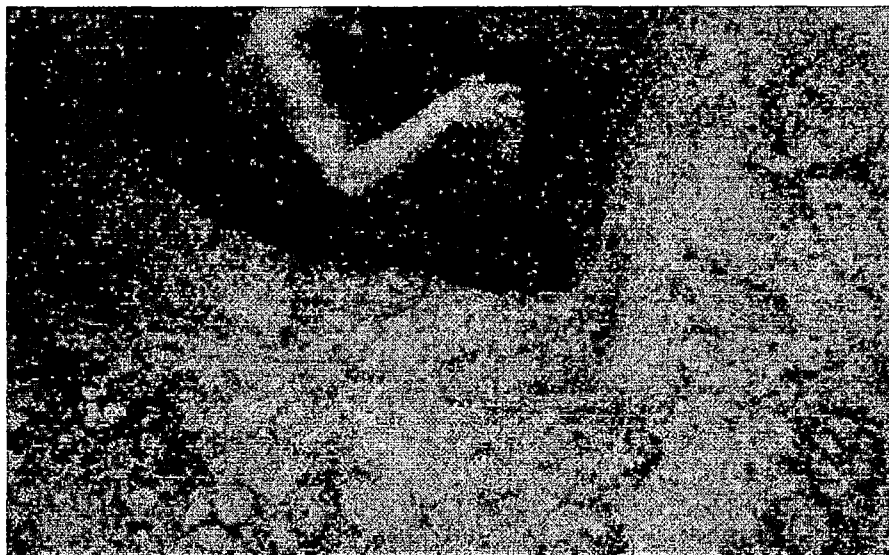
Se aprecia la zona de la laguna en sus dos periodos, Inundación y estiaje



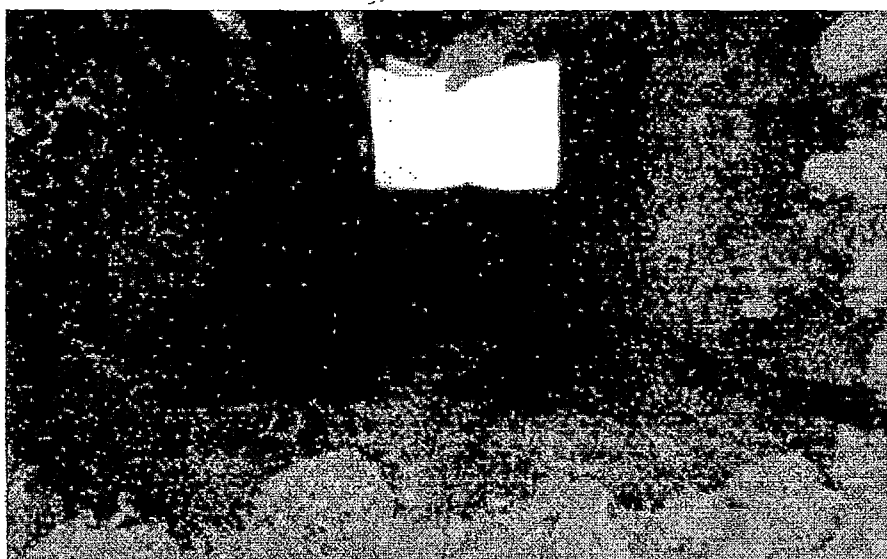


En la fotografía se aprecia la densa vegetación que impide el acceso, la zona a sido desbrozado anteriormente



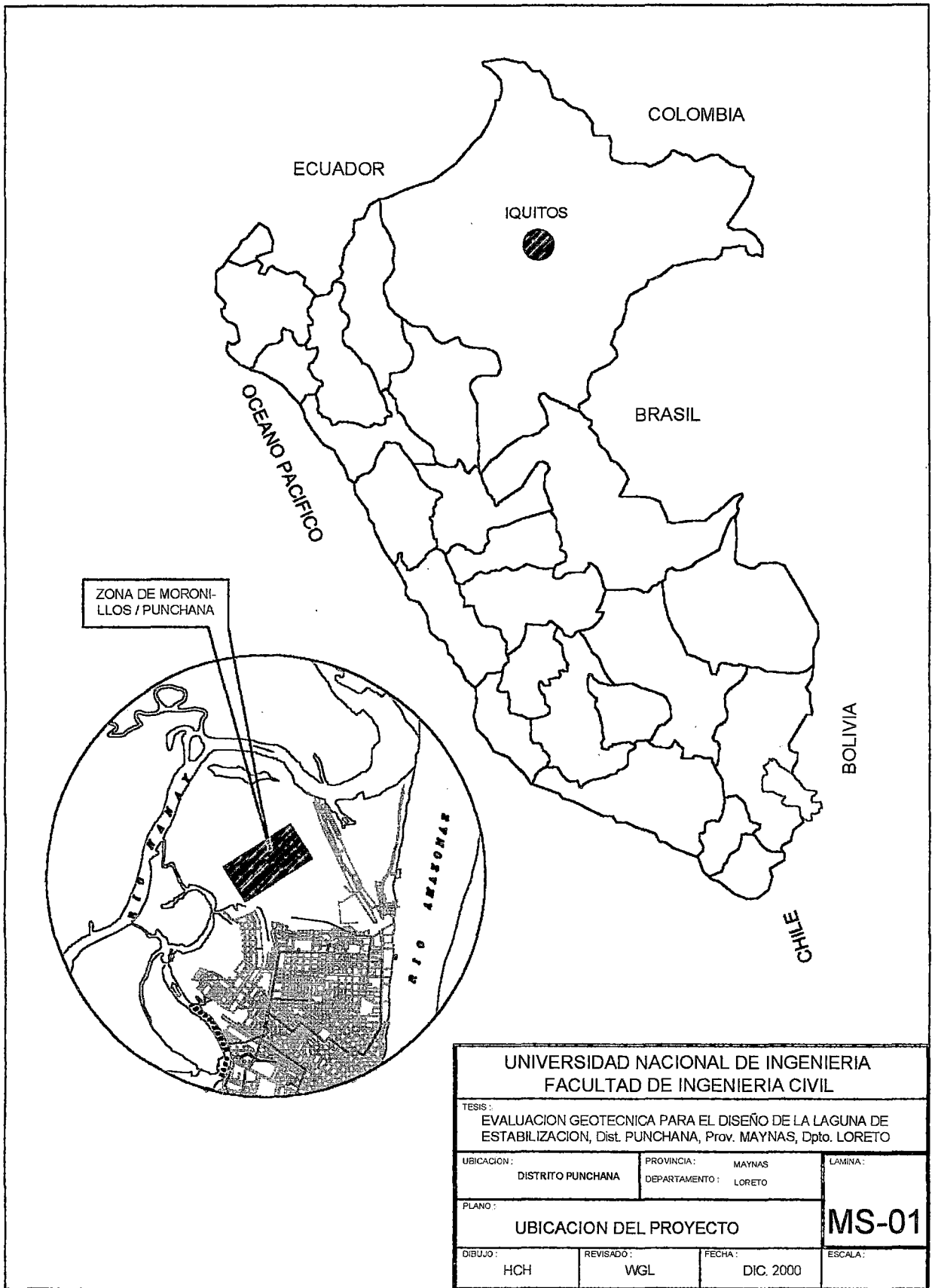


En la fotografía se puede apreciar la calicata, así como el material predominante en la laguna



PLANOS

- PLANO MS-01: UBICACIÓN DEL PROYECTO
- PLANO MS-02: UBICACIÓN DE CALICATAS
- PLANO MS-03: PERFIL ESTRATIGRAFICO
- PLANO MS-04: SECCION TIPICA DEL DIQUE



ZONA DE MORONILLOS / PUNCHANA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS : EVALUACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION, Dist. PUNCHANA, Prov. MAYNAS, Dpto. LORETO			
UBICACION: DISTRITO PUNCHANA	PROVINCIA: MAYNAS DEPARTAMENTO: LORETO	LAMINA: 	
PLANO: UBICACION DEL PROYECTO			MS-01
DIBUJO: HCH	REVISADO: WGL	FECHA: DIC. 2000	ESCALA: