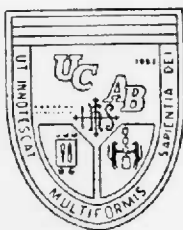


aac 2533

1402533

TESIS  
IC989  
H4



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CONDICIONES SANITARIAS EN PISCINAS

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: SOBRESALIENTE

JURADO EXAMINADOR

Firma: [Firma]  
Nombre: MARCO MATUTE

Firma: [Firma]  
Nombre: 1.847.024  
José Asapchi S.

Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_

REALIZADO POR

ALBERTO JOSE, HENRIQUEZ RIVERO

PROFESOR GUIA

Ing. JOSE ASAPCHI

FECHA

17 - 07 - 89

**\*\* AGRADECIMIENTOS \*\***

---

Al Ing. Jose Asapchi por su orientación y paciencia en la realización de este trabajo, como también en el transcurso de mis estudios.

Agradezco al Sr. Luis Mendoza su colaboración en el trabajo de laboratorio efectuado, como también el apoyo que me dieron mis amigos: Fernando Dulanto, Leonardo Garcia, Hector Nolivos y Fernando Soteldo, así como al Dr. Miguel Garcia Mackle por su colaboración.

Y un especial agradecimiento a Liliana Stoikow por su ayuda y estímulo en la realización de este trabajo.

*A mi padre Helio y a mi Madre  
Irian, que sin su orientación  
no sería lo que soy.*

## FE DE ERRATA

En la página 1, donde dice: " DESCRIPCION OPERATIVA DE LAS PISCINAS EN ESTUDIO ", debe decir: " DESCRIPCION OPERATIVA DE LAS PISCINAS EN ESTUDIO ", y donde dice: " EQUIPO Y DESCRIPCION DE LOS METODOS BACTERIOLOGICOS ", debe decir: " EQUIPO Y DESCRIPCION DE LOS METODOS BACTERIOLOGICOS ".

En la página 14, en el punto " i) " en donde dice: " y libras de cloro ", debe decir: " y libras de cloro por la adición de cristales de Tiosulfato ".

En la página 15, donde dice: " la Comprobación de Bacterias Coliformes a través de: a) La Prueba Presuntiva y b) La Prueba Confirmada ", debe decir: " la Comprobación de Presencia de Bacterias Coliformes a través de: a) La Prueba Presuntiva y b) La Prueba Confirmada ".

En el punto 3.2.1.1) de la página 16, donde dice: " estos organismos no coliformes productores de gas incluyen todos anaeróbicos (Clostridium perfringens) y especie aeróbicas (Aerobacilos), debe decir: " estos organismos no coliformes productores de gas incluyen tipos anaeróbicos (Clostridium perfringens) y especies aeróbicas (Aerobacilos).

En el capítulo 4 correspondiente a: " DETERMINACION DE LA DENSIDAD MEDIA DE COLIFORMES TOTALES ", los graficos de las páginas 47, 49, 51 y 53 deben decir: MUESTRA No1, MUESTRA No2, MUESTRA No5 y MUESTRA No6 respectivamente.

En la página 56 donde dice: " se investigaron las normas de caracter bacteriológico que utiliza la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social ", debe decir: " se investigaron las normas de caracter bacteriológico que fueron creadas por la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social ".



# INDEX

**\*\* CONTENIDO \*\***

**\*\* PAG. \*\***

- INTRODUCCION.	.....	3
- CAPITULO 1		
CRITERIOS DE CLASIFICACION Y DE SELECCION DE LAS PISCINAS.	.....	6
- CAPITULO 2		
DESCRIPCION OPERATIVA DE LAS PISCINAS EN ESTUDIO.	.....	9
- CAPITULO 3		
ANALISIS BACTERIOLOGICO		
3.1 - DESCRIPCION DE LAS TECNICAS DE RECOLECCION.	.....	14
3.2 - EQUIPO Y DESCRIPCION DE LOS METODOS BACTERIOLOGICOS.	.....	15
3.2.1 - COMPROBACION DE PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES.	.....	16
3.2.1.1 - PRUEBA PRESUNTIVA.	.....	16
3.2.1.2 - PRUEBA CONFIRMADA.	.....	17
3.3 - RESULTADOS.	.....	18
3.4 - CUADROS Y GRAFICOS.	.....	20
- CAPITULO 4		
DETERMINACION DE LA DENSIDAD MEDIA DE COLIFORMES TOTALES.	.....	43

\*\* CONTENIDO \*\*\*\* PAG. \*\*

- CAPITULO 5		
ANALISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PISCINAS.	.....	55
5.1 - NORMAS BACTERIOLOGICAS PERMISIBLES EN LA CALIDAD DEL AGUA DE PISCINAS EN VENEZUELA Y EN OTROS PAISES.	.....	56
5.2 - EVALUACION DE LAS PISCINAS SELECCIONADAS	.....	57
5.3 - GRAFICOS COMPARATIVOS ENTRE LAS DIFERENTES PISCINAS EVALUADAS.	.....	60
- CONCLUSIONES.	.....	72
- RECOMENDACIONES.	.....	75
- ANEXOS.	.....	77
- BIBLIOGRAFIA.	.....	85

# INTRODUCCION

En el mundo moderno donde los seres humanos siguen una vida muy agitada, debido a las múltiples labores que desempeñan cada persona por individual, se hace necesario de disponer de un lapso de tiempo para la recreación y el descanso, como parte fundamental de la higiene mental de cada persona. Para conseguir este fin se requieren de áreas recreacionales para el libre esparcimiento de los individuos que forman la sociedad, dentro de estas áreas recreacionales se encuentran las piscinas y sus áreas conexas.

Debido a la constante utilización de las piscinas públicas y privadas con fines recreacionales, deportivos y de enseñanza por parte de un gran número de personas, nos hace inferir que se ocasiona un deterioro de la calidad del agua utilizada en ellas. La afirmación anterior nos lleva a pensar que se hace necesario un tratamiento de control de organismos patógenos, los cuales provocan enfermedades a los seres humanos. En este objetivo de prevenir enfermedades de origen hídrico, intervine el Ingeniero Sanitario como personaje fundamental en la búsqueda de un método que mejore la calidad del agua antes y después de la utilización de las piscinas.

El agua a destinarse para el uso de una piscina debe reunir, básicamente las mismas características de potabilidad exigidas para aguas de consumo humano. La procedencia puede ser de la ciudad o municipalidad, pozos y fuentes superficiales; aunque siempre es preferible utilizar un suministro de agua autorizado que proceda de servicios de abastecimientos de agua potable. Si el agua se obtiene de un pozo, éste deberá estar debidamente construido y protegido, y el agua que produce deberá haber sido declarada potable. Igualmente si se usan fuentes superficiales.

Algunas de las bacterias peligrosas particularmente aquellas que producen enfermedades respiratorias, son débiles y no sobreviven mucho tiempo en el medio desfavorable que para ellas constituye el agua, de aquí que el mayor peligro de contraer esas enfermedades sea cuando hay hacinamiento en las piscinas. Las bacterias intestinales pueden sobrevivir un lapso mayor; y por ello, al igual que en los análisis bacteriológicos del agua, si

los coliformes han sido eliminados, se considera buena prueba de que todas las bacterias patógenas de origen intestinal han desaparecido.

En el presente trabajo tiene como finalidad evaluar los métodos para el proceso de control y destrucción de organismos patógenos que se están utilizando en los diferentes tipos de piscinas en la actualidad, lo que se llevará a cabo mediante una selección y clasificación de varias piscinas correspondientes a la Región Capital, para posteriormente a través de un proceso de seguimiento y control de muestras recolectadas cronológicamente en cada uno de los tipos de piscinas a estudiar, realizar pruebas de análisis bacteriológico.

Los análisis bacteriológicos del agua sirven, en alguna forma para evaluar el grado de contaminación de una piscina en el momento del análisis, esto nos permitira obtener resultados que podremos examinar, para así construir un perfil comparativo entre los diferentes tipos de piscinas y establecer recomendaciones para un mejor control de la calidad bacteriológica del agua en cada uno de los casos. Este estudio se realizará en el marco de la normativa bacteriológica permisible para piscinas que utiliza la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud y Asistencia Social, y adicionalmente se hará referencia a reglamentaciones de otros países con respecto a este tema.

# CAPITULO 1

## CRITERIOS DE CLASIFICACION Y DE SELECCION DE LAS PISCINAS

En el seguimiento y evaluación que se realizó en algunas piscinas en la Región Capital es importante, como primer paso, conocer la definición de que es una piscina. Se define una piscina como cualquier estructura, cámara o estanque descubierto que contenga un cuerpo de agua con 25 m<sup>2</sup> de superficie como mínimo y una profundidad de 60 cm. o más en cualquier punto. Se llamará piscina de niños a la destinada a niños de hasta 10 años, y en donde la profundidad no excederá de 60 cm.. Esta es una primera clasificación simple, en la cual se hace notar que existan piscinas para niños y piscinas para adultos.

También las piscinas se clasifican según el sistema empleado para renovar el agua en:

i) *Piscinas de Vaciado Periódico:* Aquellas que para mantener la calidad del agua se vacían periódicamente por completo y se llenan de nuevo con agua limpia. Resultan muy poco satisfactorias y exigen considerable atención para mantener la adecuada calidad del agua; la turbidez y el crecimiento de las algas pueden provocar problemas graves si no se cambia el agua, al menos, diariamente.

ii) *Piscina de Renovación Continua:* Son aquellas que reciben un determinado volumen de agua limpia en forma continua, y el agua desplazada se elimina en forma natural o artificial. Pueden resultar satisfactorias si se dispone de suficiente agua para renovar el volumen de la piscina tres veces al día.

iii) *Piscina de Recirculación:* Son aquellas en donde el agua se recircula a través de un sistema de purificación. Resultan ser las más provechosas si se tiene un equipo apropiado que permita usar la misma agua durante meses, sin que pierda calidad y sin quebrantar las normas exigidas.

Realizando una inspección a un gran número de piscinas en la Región Capital, se observó que existían piscinas que tenían formas de utilización similares, por lo cual se procedió a clasificarlas para nuestro estudio según su uso en 4 tipos de piscinas:



i) *Piscinas Residenciales:* Son piscinas ubicadas en propiedad privadas, bajo el control directo del propietario.

ii) *Piscinas Recreacionales y Turísticas:* Son piscinas ubicadas en propiedad privada, bajo la administración, mantenimiento y control de un personal contratado para este fin por un propietario o un grupo de accionistas de una empresa o consorcio, con el objetivo de percibir ganancias monetarias por el uso de las instalaciones.

iii) *Piscinas Educativas y de Competencia:* Son piscinas destinadas a la enseñanza de la natación y otros deportes acuáticos, en las cuales se efectúan periódicamente competencias de estos deportes. Pueden ser públicas o privadas, y en donde se tiene un personal asignado para el mantenimiento y control de las instalaciones.

iv) *Piscinas Públicas y Recreacionales:* Son piscinas que están destinadas a uso colectivo, en donde el Estado tiene asignado un personal para el mantenimiento y control de las instalaciones.

En la selección de las piscinas a ser evaluadas, de cada uno de los tipos antes mencionados, se tomaron las siguientes consideraciones:

a) Las piscinas debían ser representativas de cada tipo de piscina.

b) Facilidad en el acceso a cada piscina.

c) Tiempo disponible en el laboratorio para realizar los ensayos.

## CAPITULO 2

### DESCRIPCION OPERATIVA DE LAS PISCINAS EN ESTUDIO

Para realizar una evaluación eficaz de un grupo de 7 piscinas que fueron seleccionadas, se llevó a cabo un seguimiento del sistema como operaban las piscinas y sus áreas conexas. Para cumplir este fin, se les hizo un seguimiento a los tipos de piscinas, los cuales fueron mencionados en la clasificación según su uso.

En las piscinas de tipo residencial se tomaron muestras en 2 edificios de la Urbanización Los Corales en la Parroquia Caraballeda del Municipio Vargas. Estas piscinas presentaron características similares de operatividad tales como:

i) Son piscinas de recirculación, pero no poseen equipos de cloración.

ii) A las piscinas se les añade un compuesto clorado en forma granular para la desinfección una vez al día, esto se realiza mediante una vasiija sin una cantidad determinada, en un horario que oscilaba entre las 5:00 y 6:00 pm., después que los usuarios han utilizado la piscina.

iii) El mantenimiento de las áreas adyacentes a la piscina lo realiza el conserje del edificio mediante una escoba o por aplicación de un chorro de agua proveniente de una manguera, que en algunos casos introducía desperdicios a la piscina.

iv) Los baños y duchas tienen un mantenimiento de una vez al día o cada dos días, esta actividad la realiza el conserje del edificio.

v) En un edificio existía un letrero con las normas que debían cumplir los usuarios de las instalaciones, en el otro edificio no existía ningún letrero. Pero los usuarios en los dos casos no cumplían dichas normas.

De las piscinas recreacionales y turísticas fueron evaluadas 2 piscinas, una correspondiente a un hotel turístico en la Parro-

quia Caraballeda, Municipio Vargas y otra piscina de un hotel ubicado en la Urbanización Las Mercedes, Distrito Sucre del Estado Miranda. En la evaluación de estas 2 piscinas se observó que tenían características de operación similares, las cuales son:

- i) Son piscinas de recirculación y poseen sistema de cloración.
- ii) La cloración es realizada mediante un sistema de circuito abierto, como lo indica su nombre no tiene retroalimentación, de modo que el dosificador se hace funcionar de acuerdo con la proporción de alguna variable, en este caso el mayor o menor uso de las piscinas.
- iii) Los baños, duchas y áreas conexas son higienizados permanentemente, con un personal dedicado a esta labor.
- iv) Existen latreros de normas que deben cumplir los usuarios para utilizar las instalaciones.
- v) Poseen personal de seguridad para restringir el uso de la piscina y áreas conexas sólo por personas autorizadas por el hotel.

Se estudiaron 2 piscinas en las cuales se imparten clases de natación y se realizan competencias de esta disciplina, una de ellas se encuentra ubicada en un complejo de piscinas ubicadas en la Av. Páez de la Parroquia San Juan, Municipio Libertador y la otra piscina se encuentra dentro de las instalaciones conexas del I.N.D. en la Parroquia La Vega, Municipio Libertador. Estas 2 piscinas presentaron características similares de operación las cuales fueron:

- i) Son piscinas de recirculación y poseen equipo de cloración.
- ii) La cloración se realiza mediante un sistema de circuito abierto que dosifica el cloro en estado gaseoso. Este proceso se realiza a partir de las 7:30 pm. de lunes a viernes, y los días sábado y domingo al terminar las actividades del día.
- iii) El mantenimiento e higiene de baños, duchas y áreas conexas

es realizado por un personal asignado para esta labor, pero la cual se efectúa una o dos veces al día, en contraste con el uso continuo de las instalaciones.

iv) Las instalaciones poseen letreros con normas para el uso correcto de ellas.

Para complementar el estudio realizado, se evaluó el funcionamiento de una piscina pública de carácter recreacional ubicada en el balneario de la Parroquia Naiguatá, Municipio Vargas. Las características operativas de esta piscina son:

i) Es una piscina de recirculación, pero las bombas se encontraban dañadas.

ii) El sistema de cloración no funcionaba, por lo cual la cloración se realizaba mediante una vasija que contenía un compuesto clorado en forma granular.

iii) El mantenimiento de las instalaciones lo realizan obreros adscritos a la División de Zoológicos y Balnearios del Gobierno del Distrito Federal, los cuales muy pocas veces se encontraban en su lugar de trabajo.

iv) Las instalaciones no poseen letreros de normas para su debida utilización.

v) Las áreas conexas se encontraban en estado de abandono.

# CAPITULO 3

## ANALISIS BACTERIOLOGICO

### 3.1 - DESCRIPCION DE LAS TECNICAS DE RECOLECCION DE MUESTRAS

Con el fin de obtener muestras representativas de la calidad de agua en las piscinas evaluadas, se tomaron las siguientes medidas:

- i) Se utilizaron recipientes esterilizados con una capacidad mayor de 100 ml. y libres de cloro.
- ii) Las muestras correspondientes a cada piscina, se captaron a la hora en la cual se consideró una mayor utilización por parte de los usuarios y en zonas donde la profundidad no excedía 1,60 mts.
- iii) Las muestras se tomaron sumergiendo lateralmente el recipiente y moviendolo con la mano derecha en sentido de derecha a izquierda para no tomar las bacterias que pueda tener la mano.
- iv) Se permitió un espacio de aire en el recipiente para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.
- v) Luego los recipientes fueron sellados, rotulados y colocados en una cava con hielo en panelas, con lo cual se obtenía una temperatura de alrededor de 8 grados Centígrados que permitía la preservación de las muestras hasta que arribaran al laboratorio. Esta preservación se realizó por un periodo no mayor de 24 horas.

### 3.2) EQUIPO Y DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS BACTERIOLOGICOS.

Para realizar un estudio y evaluación de los procedimientos de operación en el mantenimiento de la calidad de agua ofrecida por las piscinas seleccionadas, se escogieron los siguientes ensayos bacteriológicos debido a que son los mas utilizados en Venezuela para evaluar el grado de contaminación que tiene un cuerpo de agua, este objetivo se logro mediante la Comprobación de Bacterias Coliformes a traves de: a) la Prueba Presuntiva y b) la Prueba Confirmada.

Para iniciar los trabajos en el laboratorio, se procedió a esterilizar los materiales a utilizar, los cuales fueron: tubos de ensayos, tubos de fermentación, vasos de precipitado y pipetas de 1,1 y 10 ml. respectivamente.

A continuación se realizó la preparación de los siguientes medios de cultivo:

i) Caldo Lactosado, del cual se prepararon dos concentraciones: se pesó 13 o 26 grs. en polvo para luego disolverlos en cada caso en 1 litro de agua destilada, una concentración para tubos de 10 ml. y otra para tubos de 20 ml. en este mismo orden. Luego se vació en varios tubos de ensayos con tubos de fermentación invertidos, siendo posteriormente esterilizados en un autoclave a 121 °C por espacio de 15 minutos, para después refrigerarlos con el fin de preservarlos.

ii) Caldo Lactosado con Bilis y Verde Brillante: se pesaban 15 grs. del Caldo Lactosado y 30 grs. de Bilis y Verde Brillante deshidratados, y el conjunto fue disuelto en 1 litro de agua destilada para posteriormente ser vaciado en varios tubos de ensayos con tubos de fermentación invertidos, los cuales fueron esterilizados en un autoclave a 121 °C por espacio de 15 minutos, para luego ser refrigerados con el fin de preservarlos.



### 3.2.1) COMPROBACION DE PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES

En la realización de los ensayos de carácter bacteriológico, el grupo coliforme se ha tomado como organismo índice por la facilidad con la cual se puede detectar en las muestras de agua analizadas, esta facilidad radica en la propiedad que tienen de fermentar la lactosa con producción de gas. El grupo coliforme incluye a todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos, Gramnegativos, no esporógenos, que fermentan la lactosa, con producción de ácido y formación de gas dentro de las 48 horas, a una temperatura de 37 °C.

Para la determinación de la presencia de bacterias coliformes en las muestras recolectadas en las diferentes piscinas analizadas se realizaron 2 ensayos: a) la Prueba Presuntiva y b) la Prueba Confirmada.

#### 3.2.1.1) PRUEBA PRESUNTIVA

El ensayo de la Prueba Presuntiva sería perfecto en la determinación de bacterias coliformes, si estas fueran las únicas bacterias capaces de formar gas en el Caldo Lactosado, pero existen otros organismos que también forman gas en el medio. Estos organismos no coliformes productores de gas incluyen todos anaeróbicos (*Clostridium perfringens*) y especie aeróbicas (*Aerobacilos*) formadores de esporas así como la acción sinérgica de dos o más especies bacteriales, y hacen que este ensayo sea una prueba presuntiva más que una prueba absoluta. El sinérgismo causa la producción de ácido y gas de la lactosa por una asociación de organismos, de los cuales ninguno de ellos podría hacerlo en caso de crecer separadamente; pero un miembro de este par ataca la lactosa produciendo productos intermedios, de los cuales el segundo produce gas.

En la realización de esta prueba se llevaron a cabo los siguientes pasos:

i) Se tomaron los tubos de Caldo Lactosado que se encontraban refrigerados y se agruparon en conjunto de 9 tubos, que correspondían a diluciones de 10 ml., 1 ml. y 0,1 ml. por cada 3 tubos. Este procedimiento se hizo para cada muestra de agua perteneciente a una piscina evaluada.

ii) A continuación se utilizaron pipetas esterilizadas de 10 ml. y 1,1 ml. por cada muestra previamente agitada, para captar porciones de 10, 1 y 0,1 ml., y añadir las en grupo de 3 tubos por cada dilución. Luego de agregar cada porción de la muestra, se agitaba el tubo entre las manos para distribuir la porción en todo el tubo que contenía Caldo Lactosado.

iii) Inmediatamente después, el conjunto de tubos de cada muestra fueron incubados a 37 °C durante un período de 48 ± 3 horas, para luego hacer la inspección de los tubos y seleccionar los que resultan con formación de gas retenido en los tubos invertidos de fermentación para someterlos a la Prueba Confirmada.

iv) Los resultados de la Prueba Presuntiva de cada piscina fueron tabulados en cuadros demostrativos que aparecen en el apartado correspondiente a cuadros y gráficos de este capítulo.

### 3.2.1.2) PRUEBA CONFIRMADA

En la continuación del método de Comprobación de la Presencia de Bacterias Coliformes se realizaron los siguientes pasos en la ejecución de la Prueba Confirmada :

i) Se tomaron los tubos de Caldo Lactosado con Bilis y Verde Brillante que se encontraban refrigerados y se agruparon según el número de tubos con resultados positivo de la Prueba Presuntiva de cada muestra. Adicionalmente se comprobaron algunos tubos de fermentación con resultados negativos como procedimiento de verificación, saliendo en todos los casos con resultado negativo en la Prueba Confirmada.

ii) Se agitaron entre las manos los tubos de Caldo Lactosado con resultado positivo para uniformizar el medio de cultivo.

iii) A continuación tomando una asa de inoculación, previamente esterilizada en un mechero, se captó una porción de cada tubo de resultado positivo en la Prueba Presuntiva, y en algunos casos con resultado negativo, para sembrar uno a uno en cada tubo de Caldo Lactosado con Bilis y Verde Brillante. Inmediatamente después de la siembra en cada tubo, este fue agitado entre las manos para distribuir la porción de la muestra en todo el tubo.

iv) Luego se agruparon según la muestra de donde provenían originalmente para posteriormente incubarlos a 37 °C durante un período de  $48 \pm 3$  horas.

v) Transcurrido el período de incubación, se procedió a inspeccionar los tubos de cada muestra.

vi) Los resultados de cada muestra fueron tabulados en cuadros demostrativos que aparecen en el apartado correspondiente a cuadros y gráficos de este capítulo.

### 3.3) RESULTADOS

En la comprobación de presencia de bacterias coliformes en las diferentes piscinas evaluadas, se observaron resultados muy parecidos en las piscinas que tenían usos similares.

Las piscinas privadas pertenecientes a edificaciones residenciales se obtuvieron altos valores de Bacterias coliformes por cada 100 Ml. de muestra ensayadas, estos valores correspondieron después del período vacacional de Carnaval y antes de la Semana Santa. Con estos resultados altos en la Prueba Presuntiva y en la Prueba Confirmada nos indica que el mantenimiento de las piscinas se descuidó después de la gran afluencia de usuarios en los días

de Carnaval y la dosificación de cloro en varios días del período antes mencionado no se realizó. En los fines de semana no correspondientes a días de asueto, los valores de bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra captada fueron bajos en relación con los valores obtenidos en los períodos vacacionales. También se observó de los datos obtenidos de las dos pruebas, que en la mayoría de los ensayos a lo largo del período de muestreo había presencia de organismos no coliformes que fermentaron el Caldo Lactosado, esto se evidencia en el apartado correspondiente a cuadros y gráficos de las muestras Nº 1 y Nº 2 de este capítulo.

En las piscinas pertenecientes a hoteles que se evaluaron se encontraron, en general, bajos valores de bacterias coliformes. Sólo en los días pertenecientes a períodos vacacionales como Carnaval y Semana Santa se obtuvieron valores de presencia de bacterias coliformes, lo cual evidenció un buen mantenimiento en el período en que se estudiaron estas piscinas. Los resultados de la evaluación de estas piscinas se muestran en el apartado de cuadros y gráficos correspondientes a las muestras Nº 3 y Nº 4 de este capítulo.

En el muestreo correspondiente a la evaluación de las piscinas del tipo Educativo y de Competencia, durante el período de 10 semanas se obtuvieron bajos resultados en la presencia de bacterias coliformes, excepto en los días posteriores del término de la temporada de Carnaval, en donde los valores de bacterias coliformes presentes en 100 ml. de muestra recolectada aumentaron en comparación con los días normales de operación de las instalaciones. Estos resultados indican que el mantenimiento y la cloración de las piscinas se descuidó antes de los días de Carnaval, por lo cual al utilizar las piscinas los usuarios deterioraron la calidad del agua que fue tomada para ser analizada. Los resultados de la evaluación de estas piscinas se encuentran en el apartado de cuadros y gráficos correspondiente a las muestras Nº 5 y Nº 6 de este capítulo.

En el estudio que por espacio de 3 semanas se le hizo a una piscina pública ubicada en la Parroquia Naiguatá, se obtuvieron

resultados muy altos en la presencia de bacterias coliformes. Los valores obtenidos fueron mayores de 100 bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra recolectada, según los valores que arrojan la tabla para cálculo del Número Más Probable por cada 100 ml que se encuentra en el anexo "A". Estos resultados demuestran el grado de deterioro en la calidad del agua como consecuencia del pobre mantenimiento por parte de el personal asignado a esta labor. También se observó un estado de abandono de las instalaciones, el cual se constató en las 2 últimas semanas de muestreo donde no se vio la utilización de la piscina por parte de los usuarios, motivo por el cual no se continuó el muestreo en esta piscina. Los valores obtenidos de la evaluación de esta piscina se muestran en el apartado correspondiente a cuadros y gráficos de la muestra N° 7 de este capítulo.

### 3.4) CUADROS Y GRAFICOS

En este apartado se muestran cuadros y gráficos que reflejan el trabajo de campo y el seguimiento realizado a las diferentes piscinas seleccionadas durante el periodo de 10 semanas. Para poder graficar ciertos valores obtenidos en las pruebas presuntiva y confirmada se debió hacer algunas simplificaciones que en ningún caso afecta el valor interpretativo de los resultados obtenidos. Las simplificaciones se realizaron en el caso cuando los valores positivos de las dos pruebas, según la tabla de NMP para diferentes combinaciones de resultados positivos que se muestra en el anexo A, son mayores de 100 bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra, la simplificación radicaron en asumir el valor de 1200 bacterias coliformes en estos casos.

Para dar una visión de los resultados de cada piscina en la evaluación realizada, se hicieron los siguientes cuadros y gráficos:

Un cuadro para cada piscina donde se muestran los valores

de las Pruebas Presuntiva y Confirmada, como los valores de NMP por cada 100 ML. de muestra recolectada para cada prueba y en la fecha cuando se tomó la muestra.

ii) Un gráfico comparativo de los resultados de las dos pruebas para cada piscina a lo largo del periodo de evaluación.

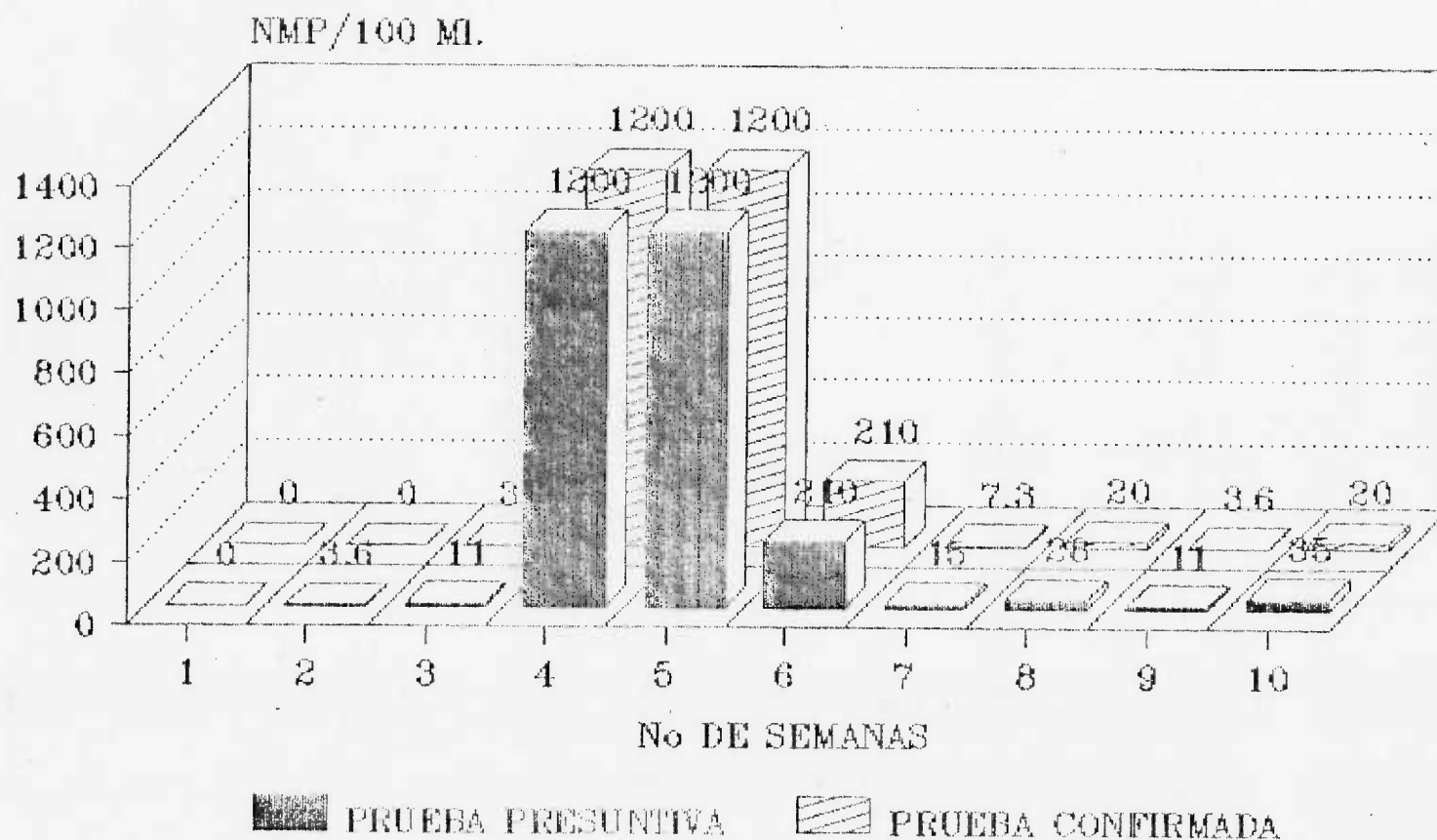
iii) Un gráfico demostrativo de los resultados en la Prueba Confirmada para cada piscina durante el periodo de evaluación.

# MUESTRA No 1

## Piscina Residencial

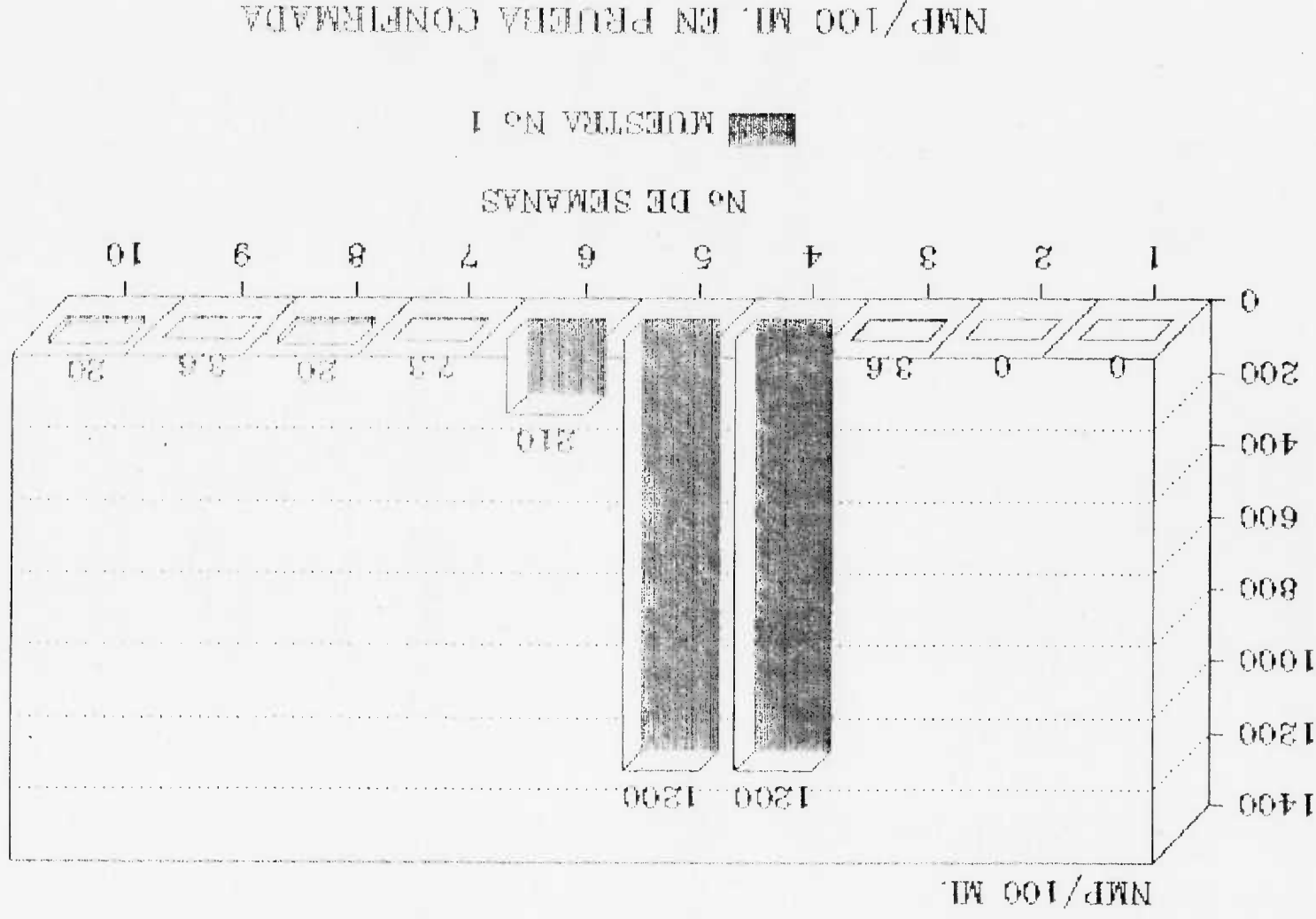
Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 Ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 Ml.
	10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.		10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.	
15-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
22-01-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
29-01-89	1	1	1	11	1	0	0	3,6
08-02-89	3	3	3	>1100	3	3	3	>1100
26-02-89	3	3	3	>1100	3	3	3	>1100
12-03-89	3	2	2	210	3	2	2	210
09-04-89	2	1	0	15	1	1	0	7,3
16-04-89	2	2	1	28	2	1	1	20
23-04-89	1	1	1	11	1	0	0	3,6
1-05-89	2	2	2	35	2	1	1	20

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 1





# EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 1 (PISCINA RESIDENCIAL)

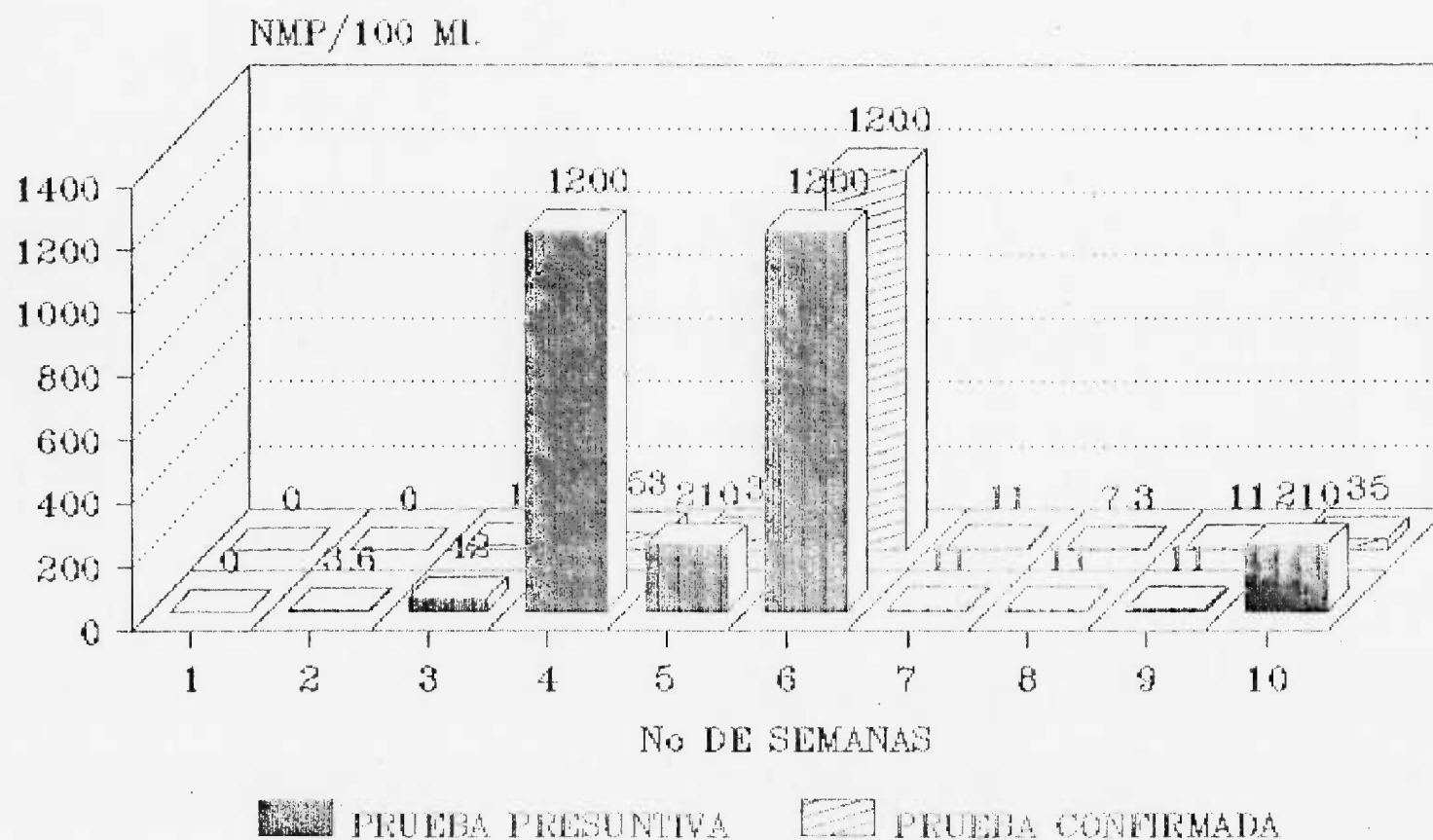


## MUESTRA No 2

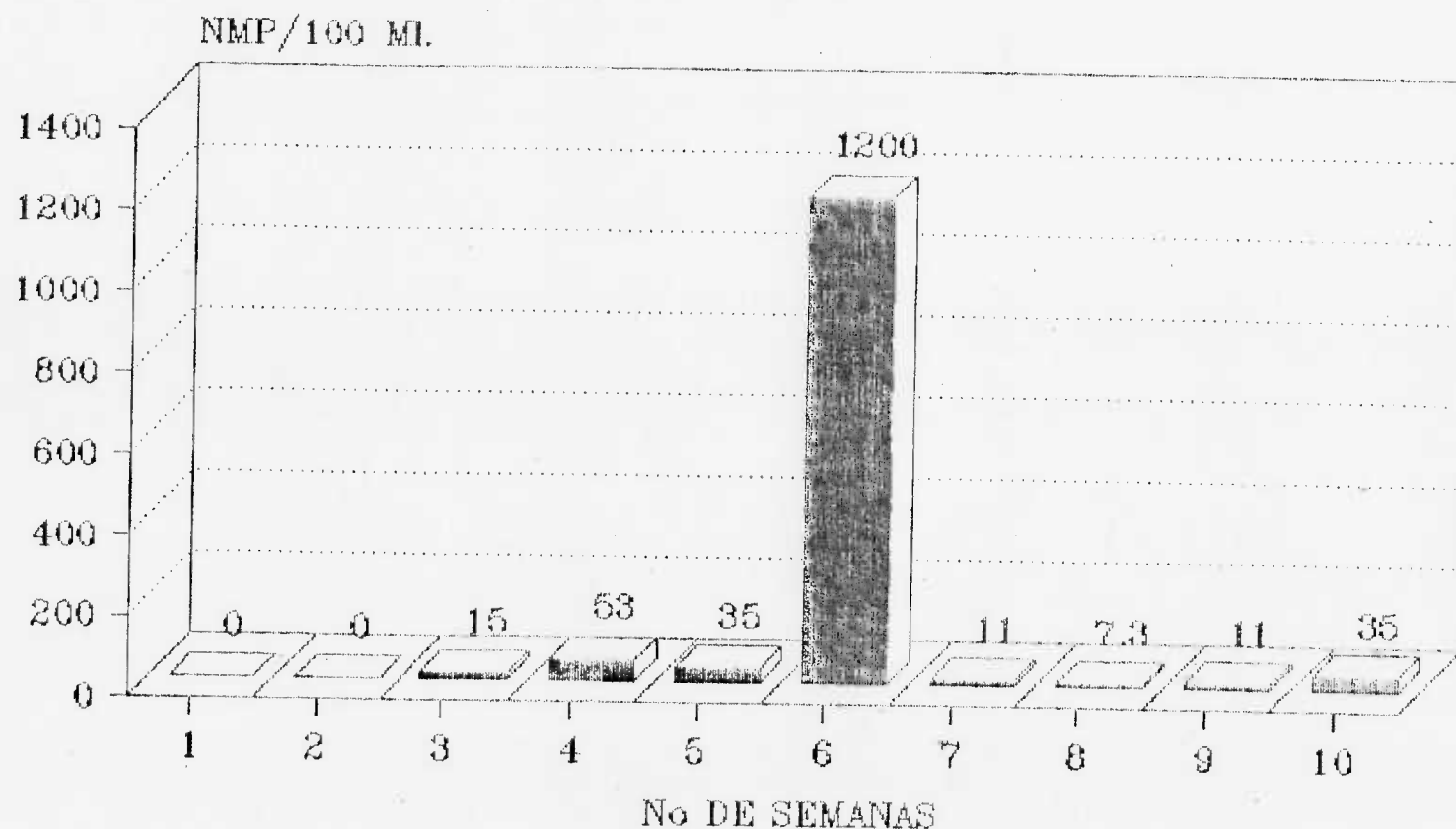
### Piscina Residencial

Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 ml.
	10 ml.	1 ml.	0,1 ml.		10 ml.	1 ml.	0,1 ml.	
15-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
22-01-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
29-01-89	2	2	3	42	1	1	2	15
8-02-89	3	3	3	>1100	2	3	3	53
26-02-89	3	2	2	210	2	2	2	35
12-03-89	3	3	3	>1100	3	3	3	>1100
9-04-89	1	1	1	11	1	1	1	11
16-04-89	1	1	1	11	1	1	0	7,3
23-04-89	1	1	1	11	1	1	1	11
1-05-89	3	2	2	210	2	2	2	35

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 2



## EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 2 (PISCINA RESIDENCIAL)



■ MUESTRA No 2

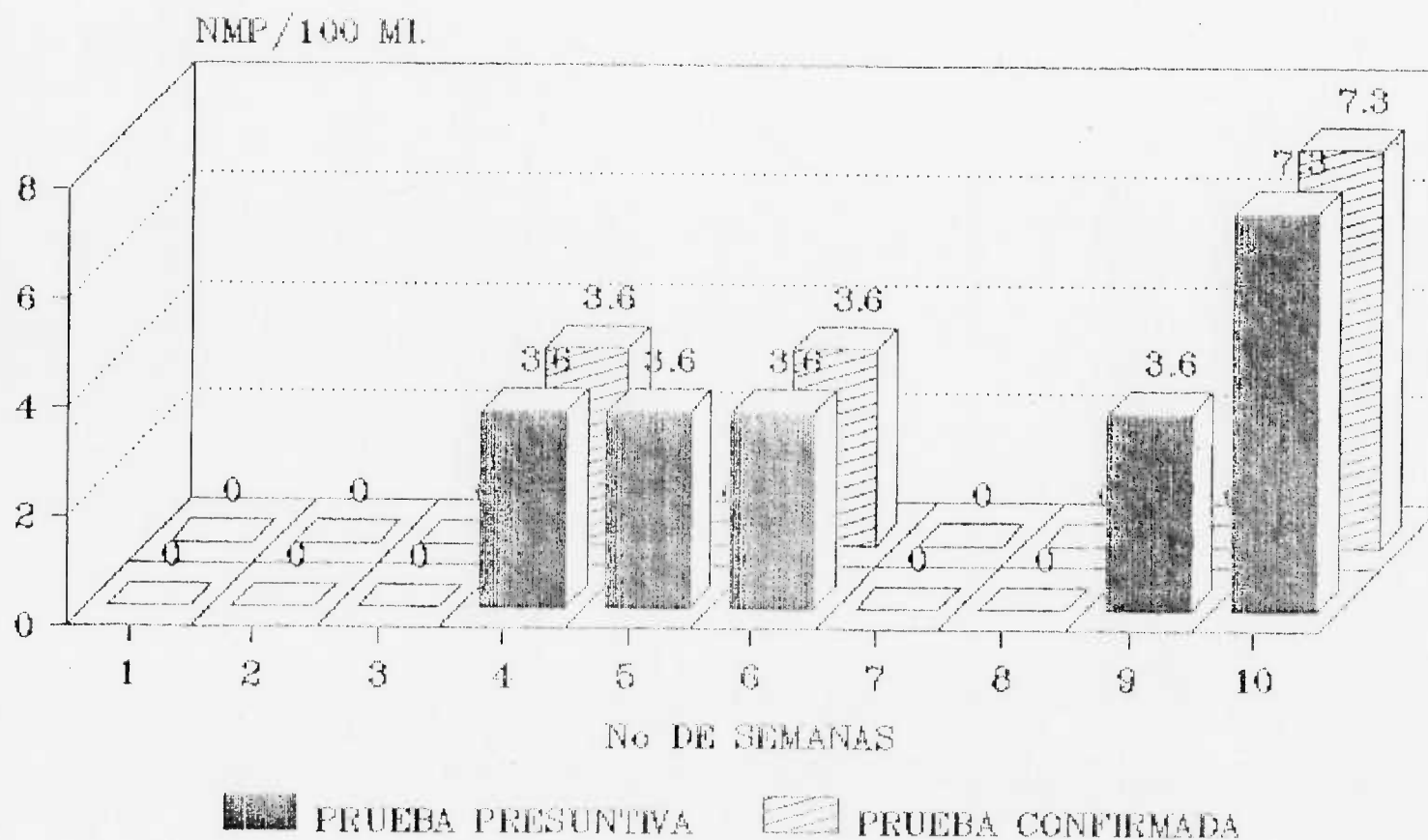
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# MUESTRA No 3

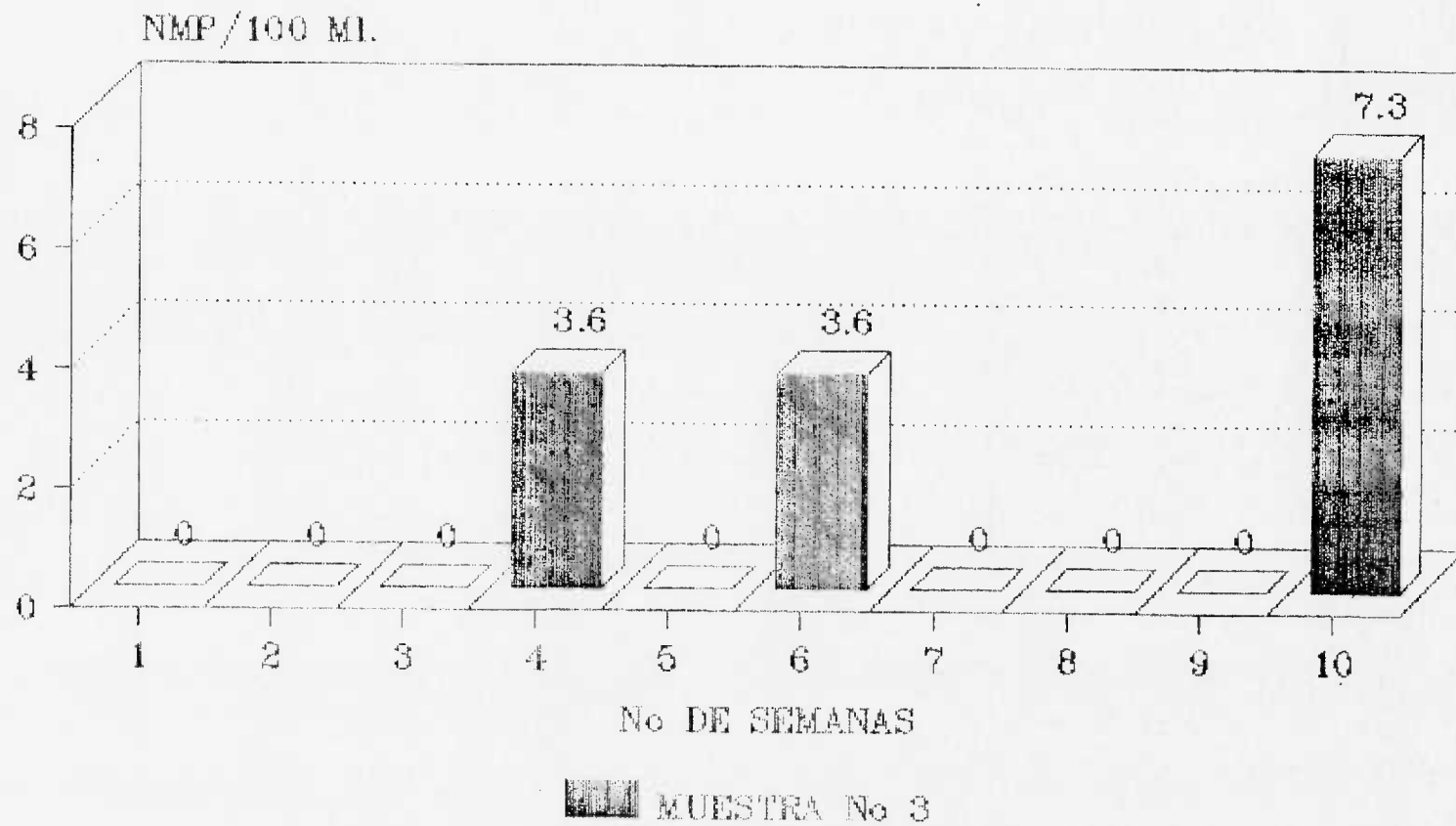
## Piscina de Recreacion y Turismo

Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 Ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 Ml.
	10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.		10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.	
15-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
22-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
29-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
08-02-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
26-02-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
12-03-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
09-04-89	0	0	0	0	0	0	0	0
16-04-89	0	0	0	0	0	0	0	0
23-04-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
1-05-89	1	1	0	7,3	1	1	0	7,3

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 3



## EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 3 (PISCINA DE RECREACION Y TURISMO)



NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

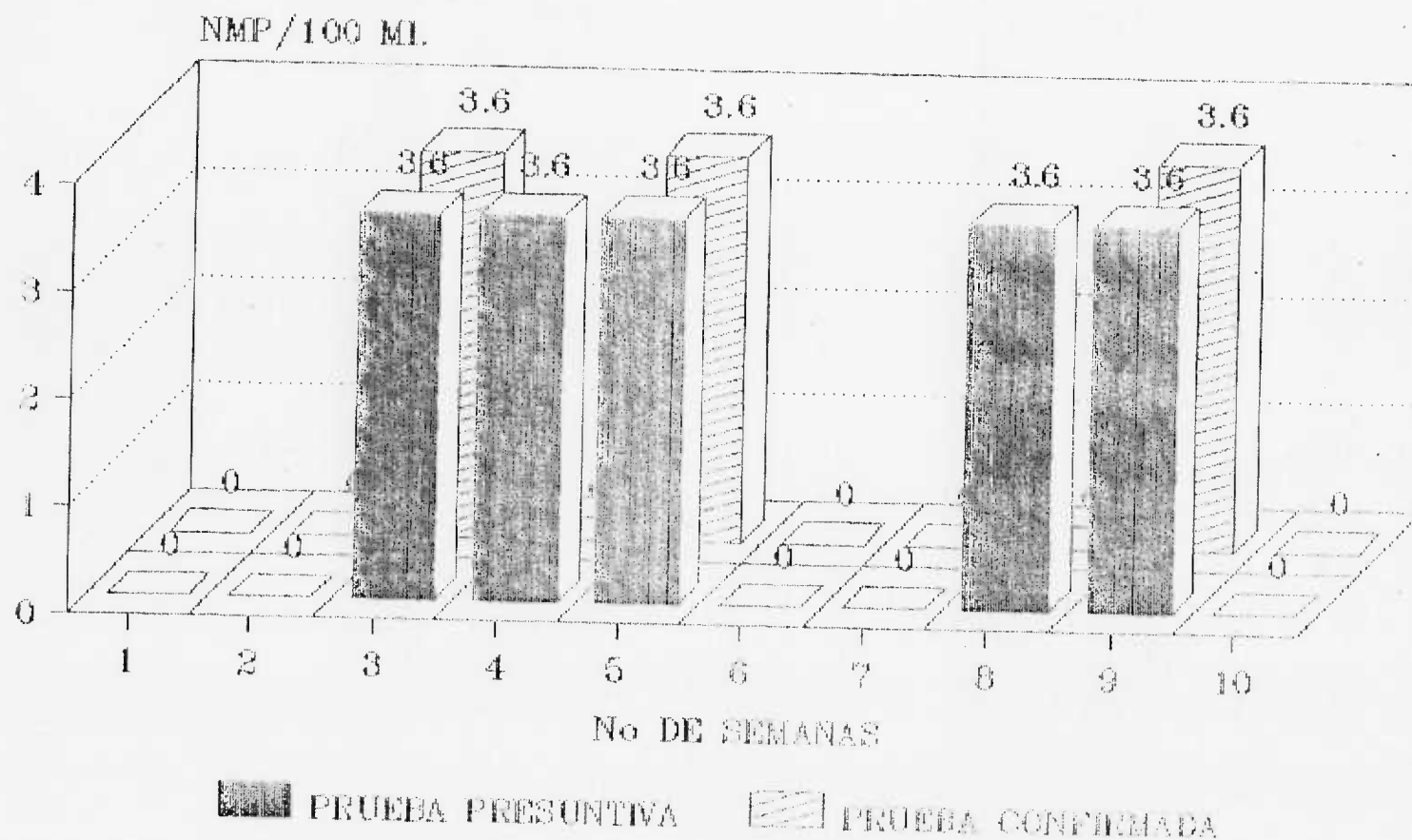
# Muestra No 4

## Piscina de Recreacion y Turismo

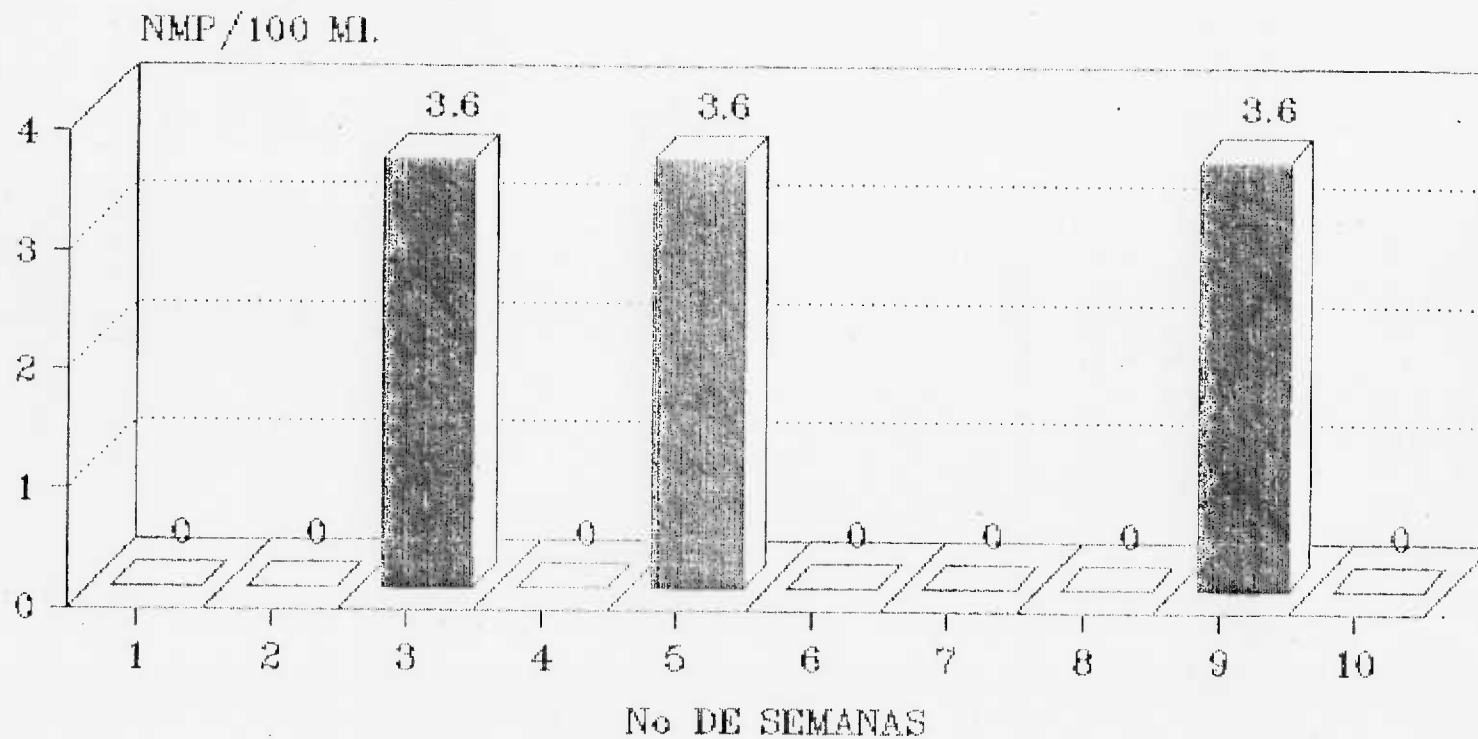
Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 ml.
	10 ml.	1 ml.	0,1 ml.		10 ml.	1 ml.	0,1 ml.	
18-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
25-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
08-02-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
1-03-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
13-03-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
11-04-89	0	0	0	0	0	0	0	0
10-04-89	0	0	0	0	0	0	0	0
25-04-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
2-05-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
9-05-89	0	0	0	0	0	0	0	0



# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 4



# EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 4 (PISCINA DE RECREACION Y TURISMO)



■ MUESTRA No 4

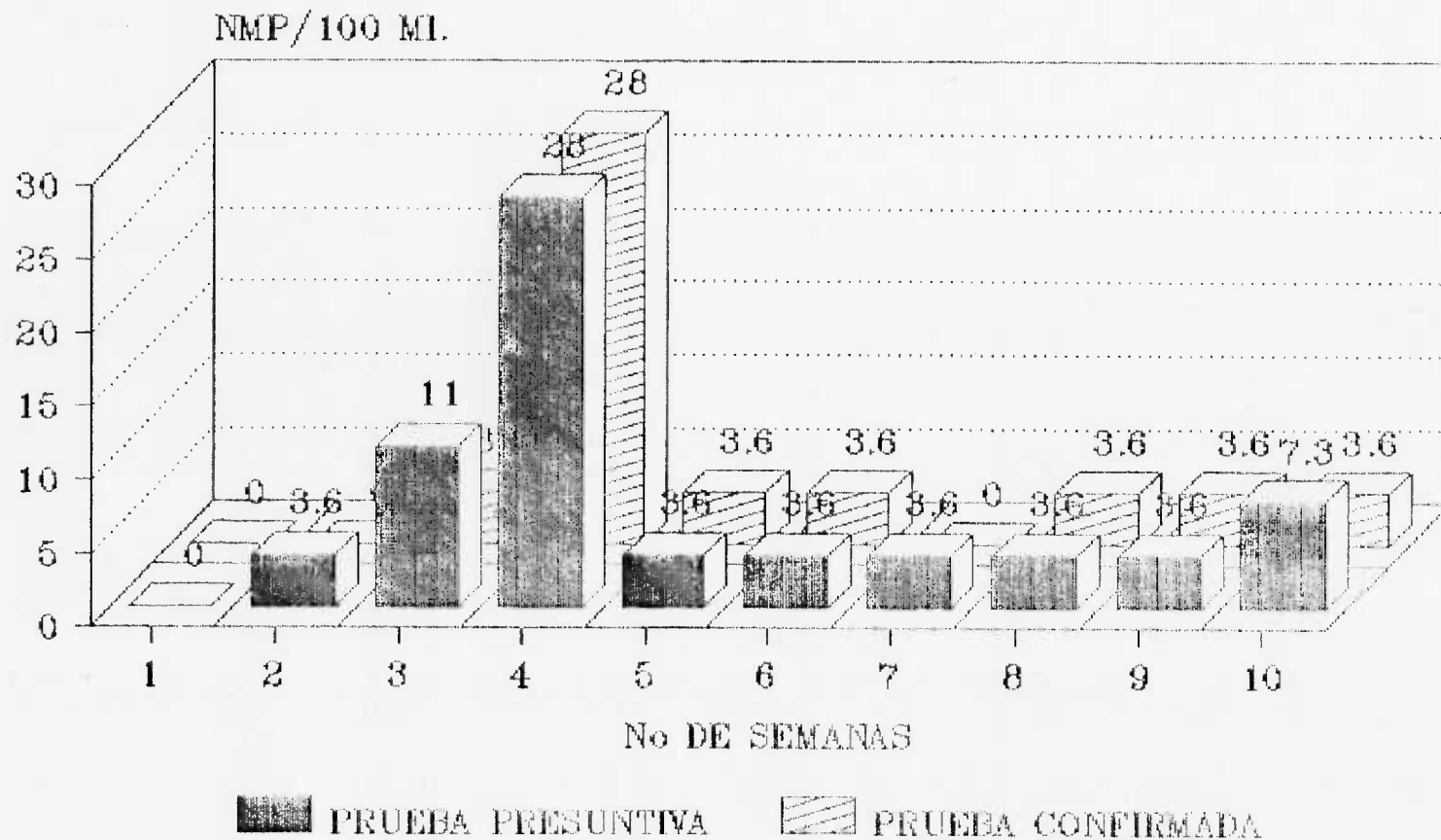
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# MUESTRA No 5

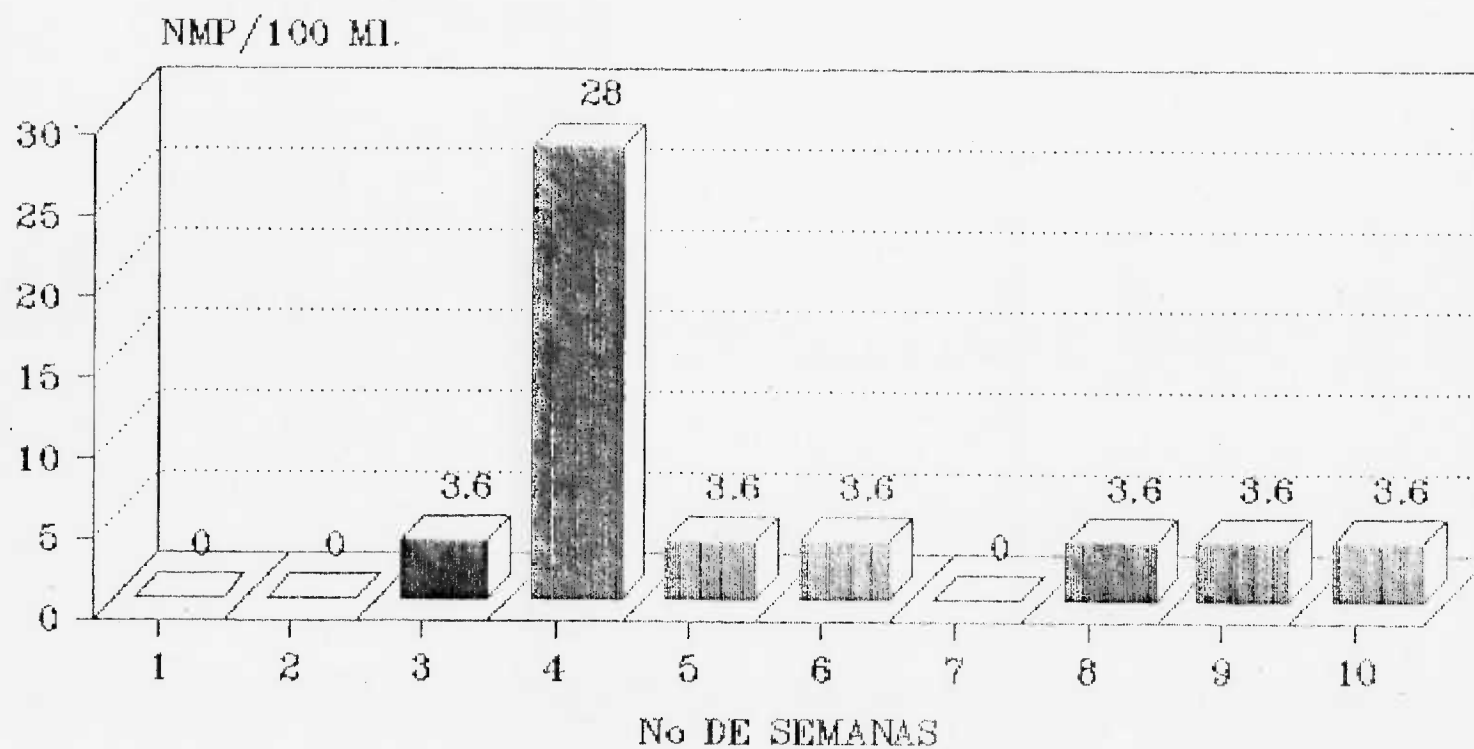
## Piscina de Competencia

Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 Ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 Ml.
	10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.		10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.	
18-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
25-01-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
08-02-89	1	1	1	11	1	0	0	3,6
1-03-89	2	2	1	28	2	2	1	28
13-03-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
11-04-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
18-04-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
25-04-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
2-05-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
9-05-89	1	1	0	7,3	1	0	0	3,6

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 5



## EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 5 (PISCINA DE ENSEÑANZA Y COMPETENCIA)



■ MUESTRA No 5

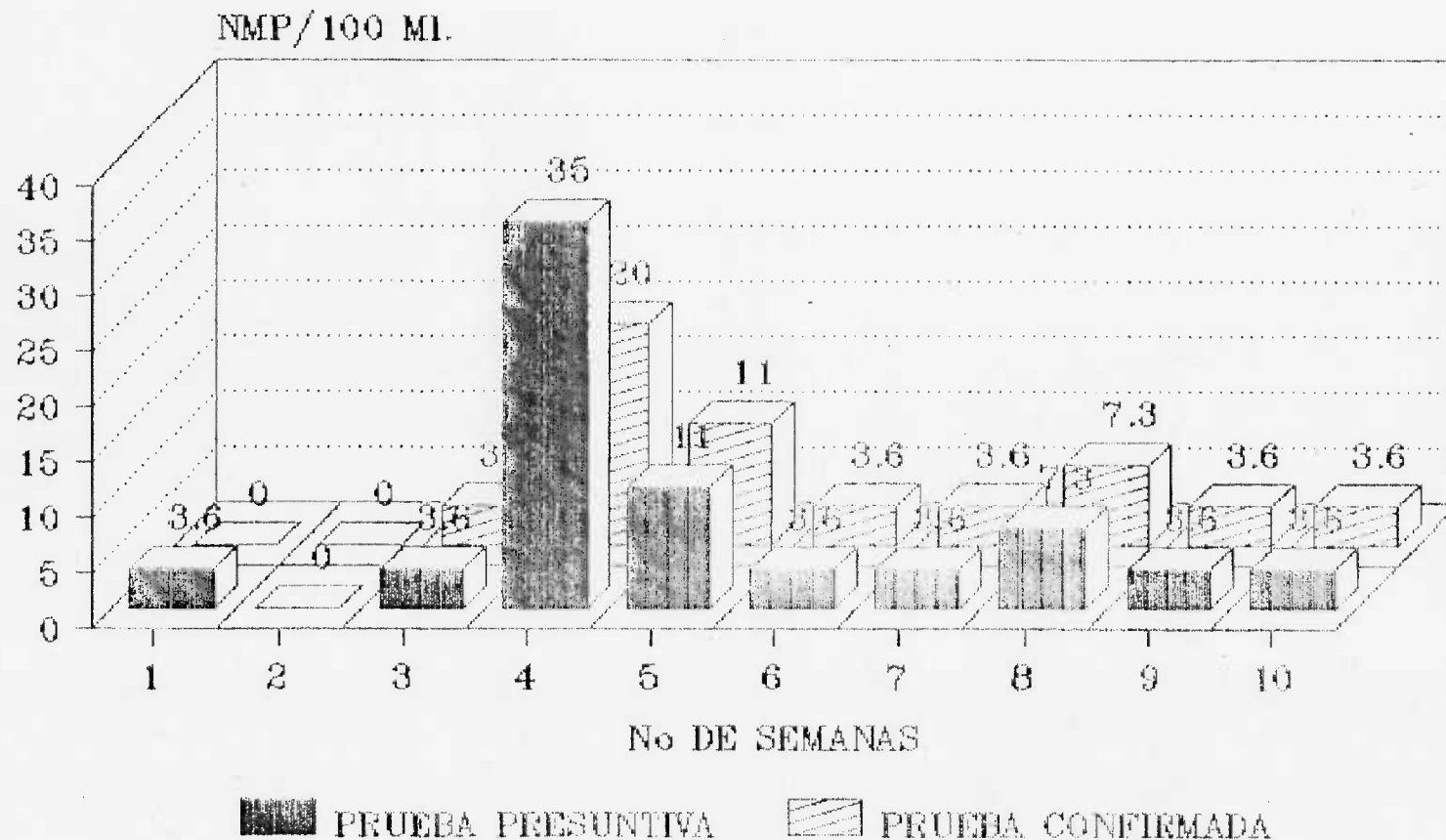
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# MUESTRA No 6

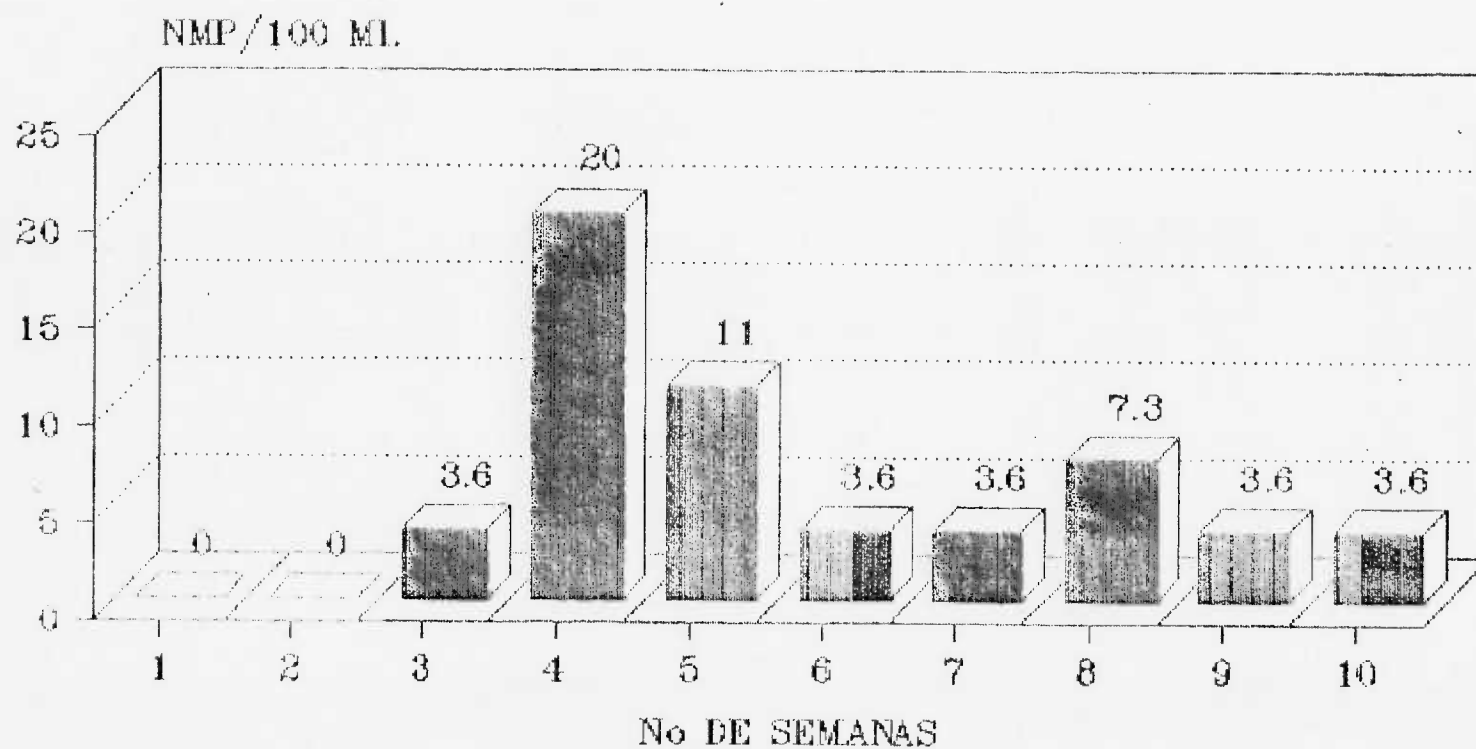
## Piscina de Competencia

Fecha	Prueba Presuntiva			NMP/100 Ml.	Prueba Confirmada			NMP/100 Ml.
	10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.		10 Ml.	1 Ml.	0,1 Ml.	
18-01-89	1	0	0	3,6	0	0	0	0
25-01-89	0	0	0	0	0	0	0	0
8-02-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
1-03-89	2	2	2	35	2	1	1	28
13-03-89	1	1	1	11	1	1	1	11
11-04-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
18-04-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
25-04-89	1	1	0	7,3	1	1	0	7,3
2-05-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6
9-05-89	1	0	0	3,6	1	0	0	3,6

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 6



## EVALUACION EN 10 SEMANAS DE LA MUESTRA No 6 (PISCINA DE ENSENANZA Y COMPETENCIA)



■ MUESTRA No 6

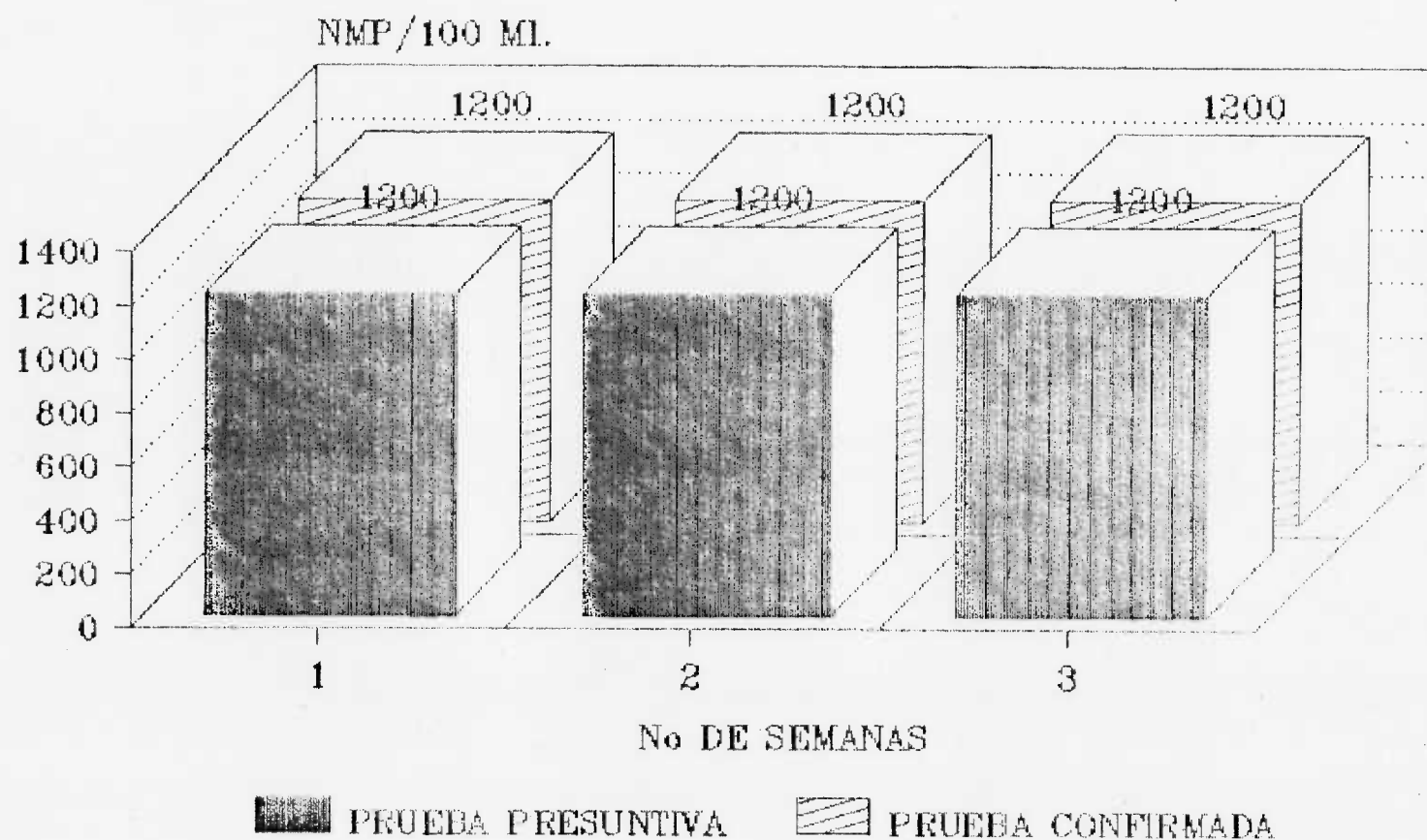
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA



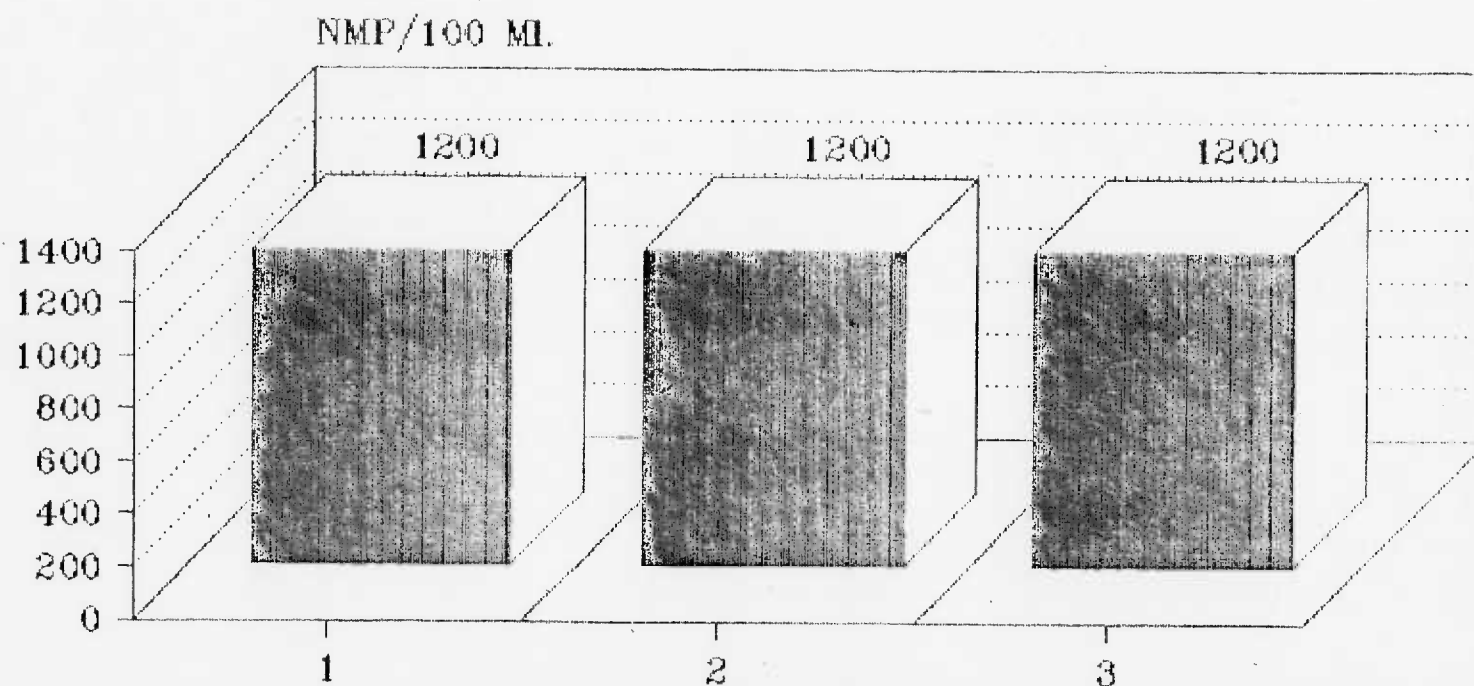
MUESTRA No 7  
Piscina Publica

[illegible]

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRESUNTIVA Y CONFIRMADA DE LA MUESTRA No 7



# EVALUACION EN 3 SEMANAS DE LA MUESTRA No 7 (PISCINA PUBLICA Y DE RECREACION)



No DE SEMANAS

■ MUESTRA No 7

NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

## CAPITULO 4

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD MEDIA DE COLIFORMES TOTALES

En la continuación de nuestra evaluación a los diferentes tipos de piscinas seleccionados, se procedió a determinar las Densidades Medias de los Coliformes Totales de cada piscina como valor fundamental demostrativo de la calidad del agua en el momento en que el usuario utiliza una piscina en particular.

Se observó que en algunas piscinas no se obtuvieron suficientes muestras con resultados positivos en la Prueba Confirmada durante el periodo de 10 semanas de muestreo, por lo cual no se pudo determinar la densidad media de coliformes. Las piscinas que no se les pudo determinar la densidad media de coliformes fueron:

- i) La muestra N<sup>o</sup> 3 , que corresponde a una piscina de un hotel que se evaluó, con 3 resultados positivos en la Prueba Confirmada.
- ii) La muestra N<sup>o</sup> 4 , que pertenece a otra piscina de un hotel estudiada, con 3 resultados positivos en la Prueba Confirmada.
- iii) La muestra N<sup>o</sup> 7 , que corresponde a la piscina pública que se evaluó y que sólo se le hizo 3 semanas de muestreo por comprobarse que se habían abandonado las instalaciones.

Para la determinación de la Densidad Media de Coliformes Totales se necesita tener como mínimo 5 ensayos positivos en la Prueba Confirmada durante el periodo de evaluación. Solo 4 piscinas cumplieron con el requisito de los 5 ensayos positivos, éstas fueron:

- i) La muestra N<sup>o</sup> 1 , que corresponde a una piscina residencial evaluada, con 6 ensayos positivos en la Prueba Confirmada.
- ii) La muestra N<sup>o</sup> 2 , que corresponde a otra piscina residencial estudiada, con 8 ensayos positivos en la Prueba Confirmada.
- iii) La muestra N<sup>o</sup> 5 , que pertenece a una piscina de enseñanza y competencia, con 7 ensayos positivos en la Prueba Confirmada.

iv) La muestra N<sup>o</sup> 6 , que pertenece a otra piscina de enseñanza y competencia, con 8 ensayos positivos en la Prueba Confirmada.

Con los resultados obtenidos de los ensayos de la Prueba Confirmada de cada una de las piscinas antes mencionada, se determinó, a partir de la tabla de NMP para diversas combinaciones de resultados positivos en una serie de siembras que se encuentra en el anexo A, los valores de NMP de coliformes presentes en 100 ml.

Estos valores fueron tabulados en cuadros que aparecen en el punto 3.4) del capítulo 3 , los cuales se procedieron a graficar en papel logarítmico-probabilístico con el fin de obtener una recta promedio entre los valores graficados, para así de esta manera por intermedio de esta recta determinar las densidades medias de coliformes y los valores máximos y mínimos en un rango de confianza del 68 por ciento alrededor de la media ( $\pm 1$  desviación estandar). Para obtener el valor de la densidad media de coliformes en el gráfico se determinó la intersección de la recta promedio de los valores graficados y la vertical correspondiente a la probabilidad del 50 % , para luego proyectar con una recta horizontal hasta el eje de ordenadas y así tener el valor buscado. Para determinar los valores máximos y mínimos se bajaron verticales desde los puntos correspondientes a  $+1\sigma$  y  $-1\sigma$  en la escala superior del gráfico, hasta cortar la recta encajada entre los valores obtenidos de la Prueba Confirmada de la piscina en estudio. A partir de los puntos de corte se trazaron líneas horizontales, hasta cortar la escala logarítmica en el eje de las ordenadas, así de esta manera obtener los valores máximos y mínimos de densidad de coliformes totales en un rango de confianza del 68 por ciento alrededor de la media.

En la evaluación de la muestra N<sup>o</sup> 1, se determinó del gráfico de densidad de coliformes totales, que el valor de la densidad media de coliformes totales fue de 26 bacterias coliformes por cada 100 ml. y los valores máximos y mínimos de densidad de coliformes dentro de un rango de confianza del 68 por ciento de la media fueron 380 y 1,8 bacterias coliformes respectivamente.

Estos valores nos reflejan la calidad del agua que en el periodo de evaluación presentó esta piscina, la cual denota que el tratamiento de destrucción de bacterias coliformes es deficiente.

En la muestra N<sup>o</sup> 2 se obtuvieron del gráfico anexo, que el valor de la densidad media de bacterias coliformes fue de 20 bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra, y para los valores de máxima y mínima densidad de coliformes fueron de 70 y 6 bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra. Al igual que la muestra N<sup>o</sup> 1, la muestra N<sup>o</sup> 2 refleja deficiencia en el proceso de eliminación de bacterias coliformes, lo cual indica el posible contagio de alguna enfermedad por intermedio del uso de alguna de estas dos piscinas.

En la piscina que corresponde a la muestra N<sup>o</sup> 5, se determinó por intermedio del gráfico de densidad de coliformes totales que la densidad media de coliformes por cada 100 ml. de muestra fue de 3,9 bacterias coliformes, y para la máxima y mínima densidad de coliformes totales fueron de 8 y 1,9 bacterias coliformes por cada 100 ml. de muestra. Los resultados obtenidos nos permite observar que el tratamiento de destrucción de bacterias coliformes es efectivo en relación con la gran cantidad de usuarios, pero que podría ser mejorado con un personal más idóneo para esta labor.

La muestra N<sup>o</sup> 6 arrojó resultados del gráfico de densidad de coliformes totales, de 5 bacterias coliformes para la densidad media de coliformes, de 11 bacterias coliformes para la máxima densidad de coliformes y de 2,2 bacterias coliformes para la mínima densidad de coliformes, las tres por cada 100 ml. de muestra. Esta piscina también mostró resultados bajos para la gran cantidad de usuarios, pero que perfectamente se pueda mejorar el tratamiento de desinfección.

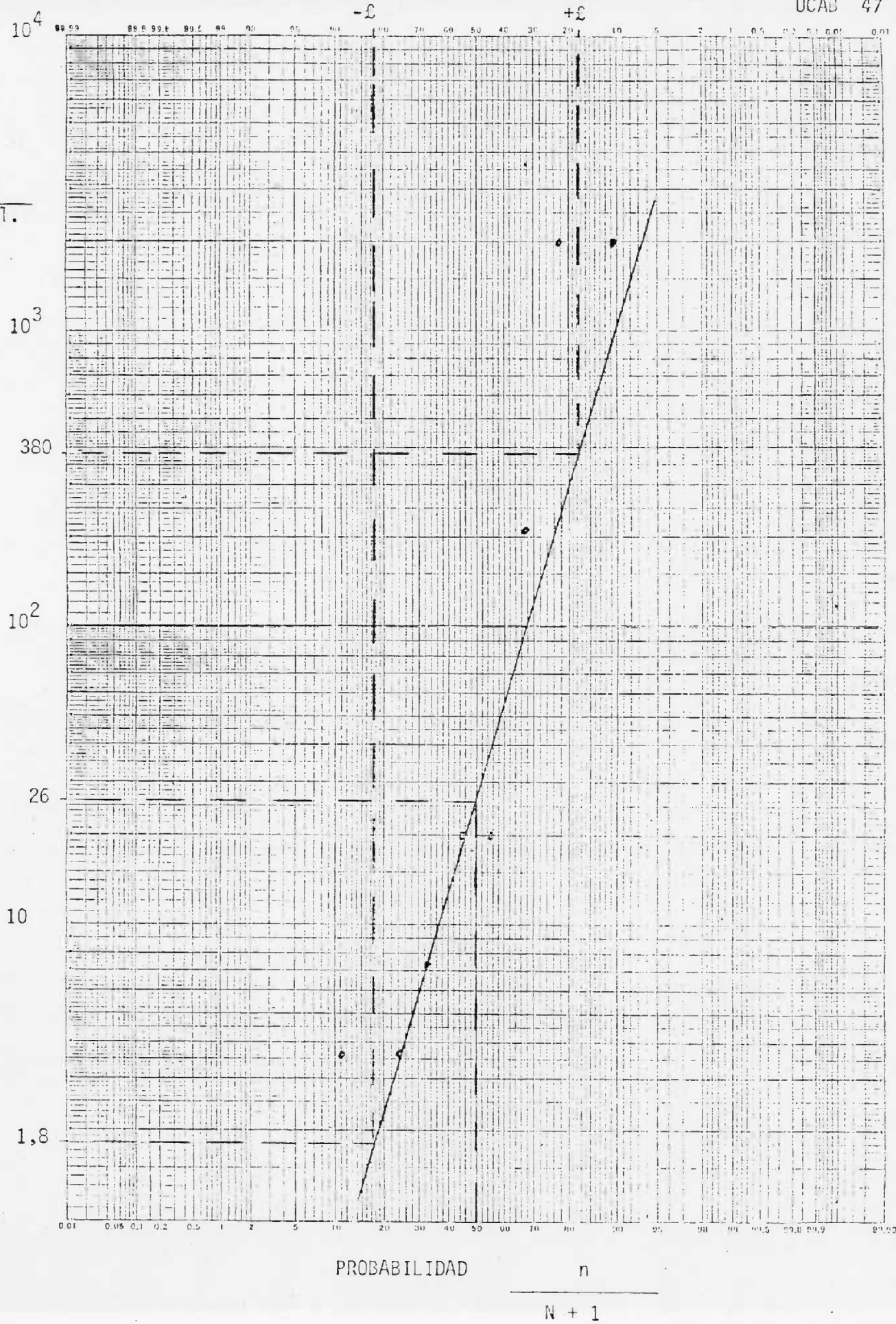
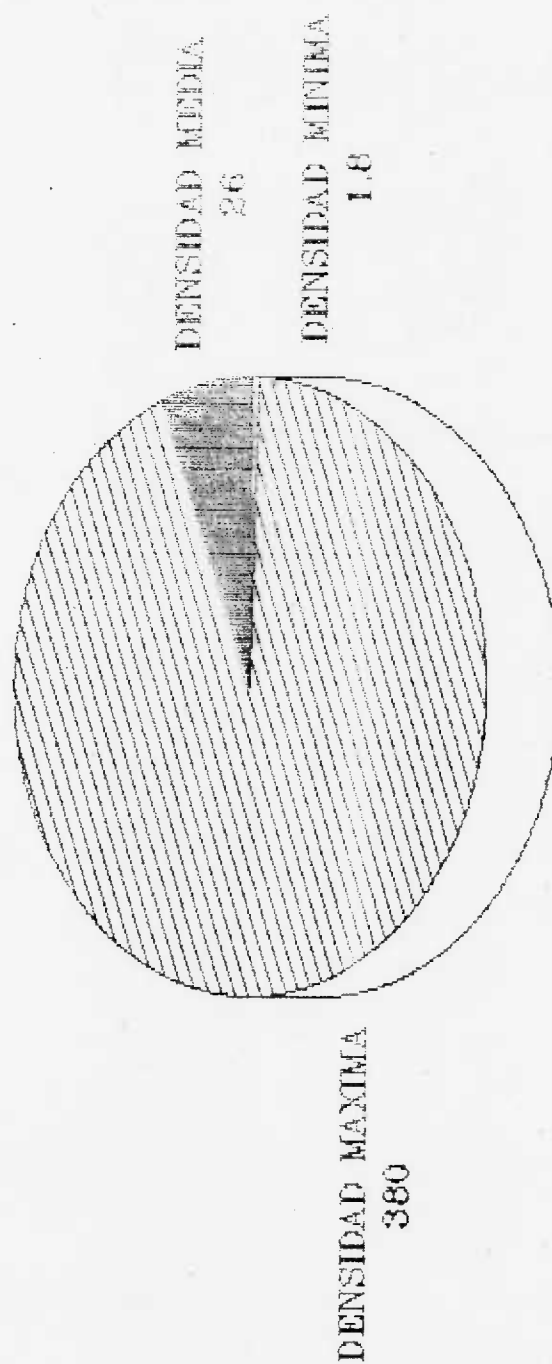
$\frac{NMP}{100 \text{ ml.}}$ 



GRAFICO COMPARATIVO DE LOS VALORES DE  
DENSIDAD DE COLIFORMES (NMP/100 ML.)



MUESTRA No 1

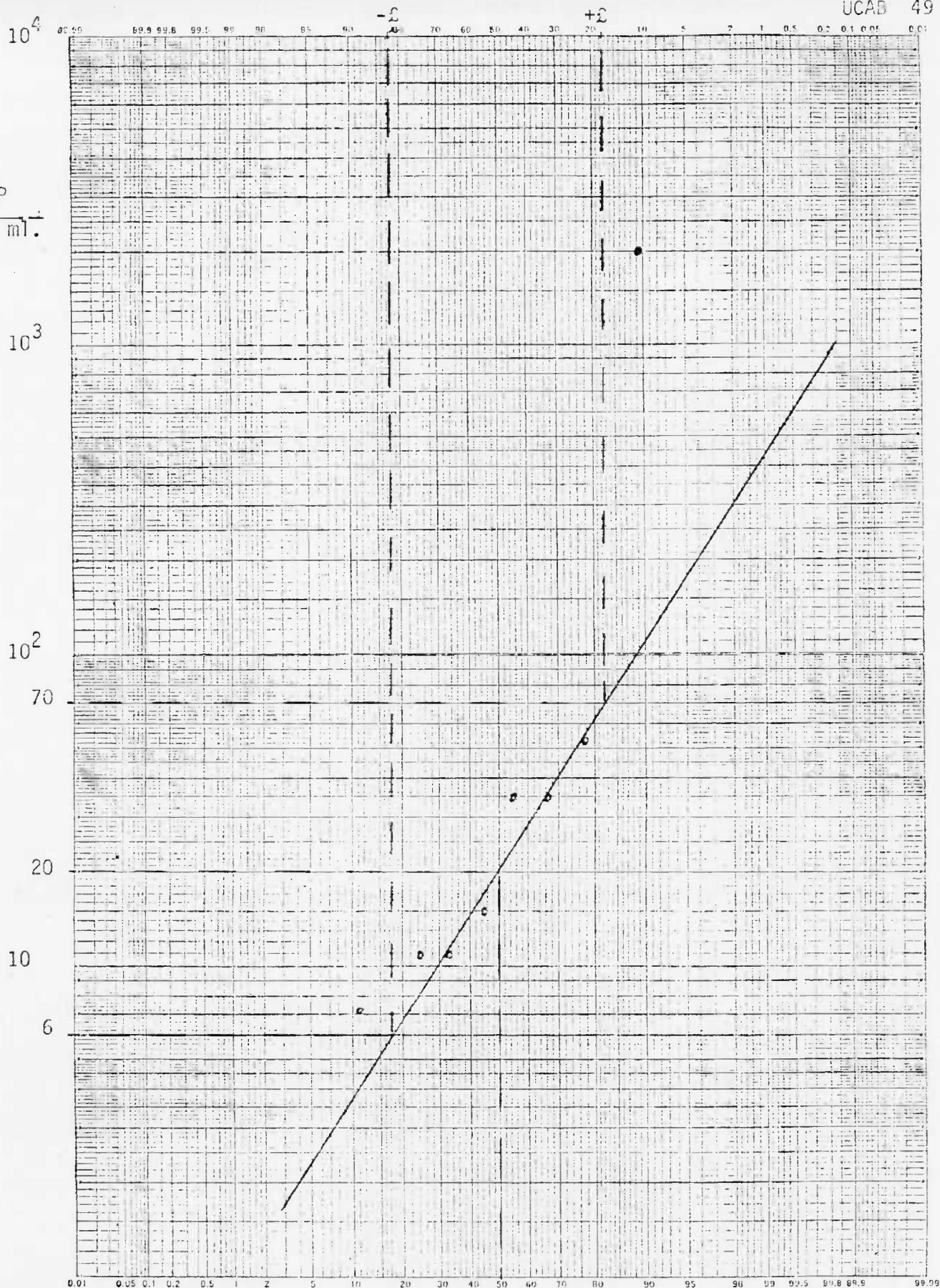
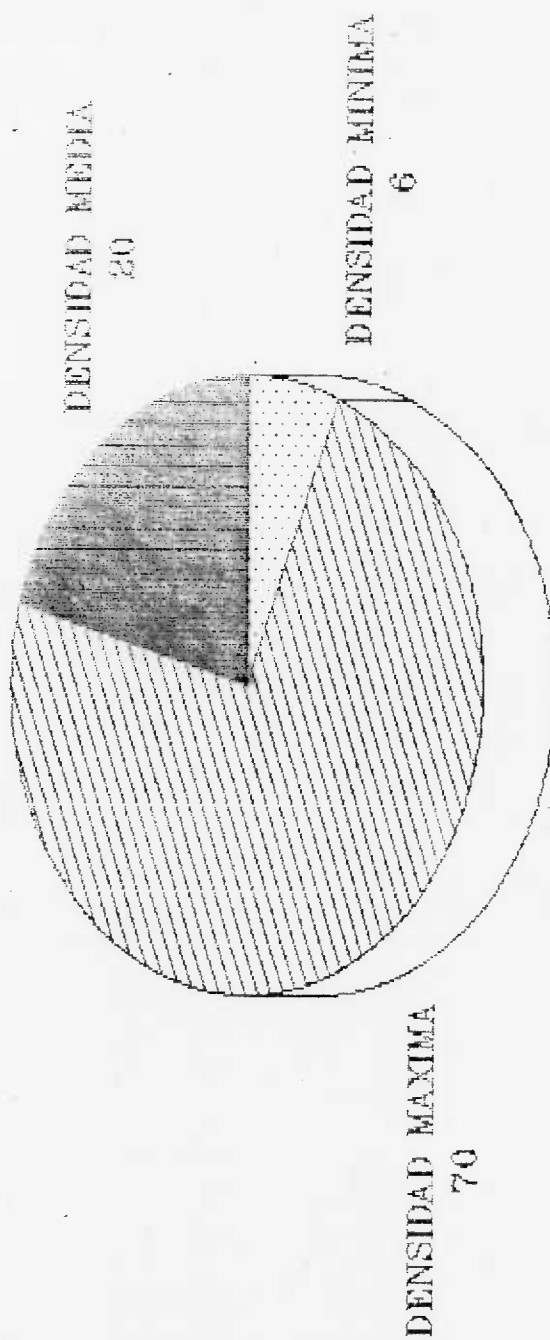
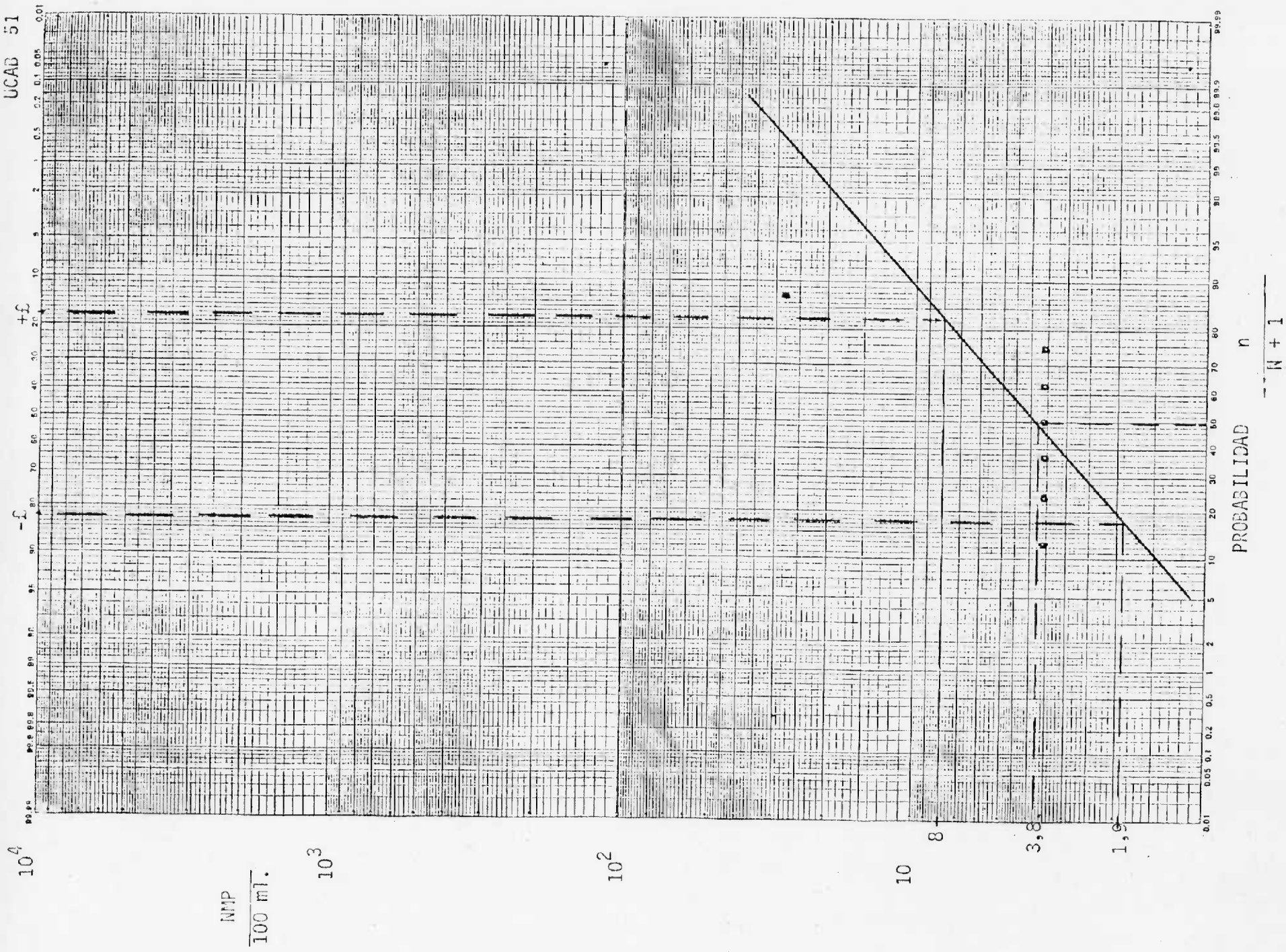


GRAFICO COMPARATIVO DE LOS VALORES DE  
DENSIDAD DE COLIFORMES (NMP/100 ML.)



MUESTRA No 2

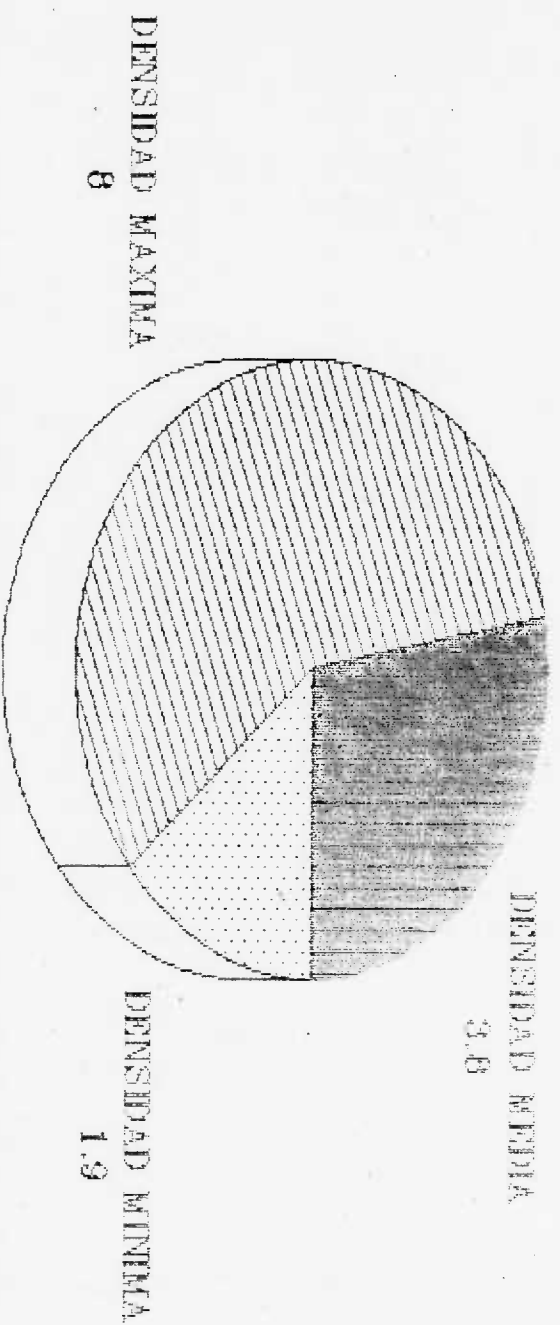


PROBABILIDAD

$n$

$N + 1$

GRAFICO COMPARATIVO DE LOS VALORES DE  
DENSIDAD DE COLIFORMES (NMP/100 ML.)



MUESTRA No 5



-2

+2

$10^4$

99.99 99.9 99.5 99.0 90 80 70 60 50 40 30 20 10 5 2 1 0.5 0.2 0.1 0.05 0.01

NMP  
100 ml.

$10^3$

$10^2$

10

11

5

2,2

0.01 0.05 0.1 0.2 0.5 1 2 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 95 99.0 99.5 99.9

PROBABILIDAD

$n$

$N + 1$

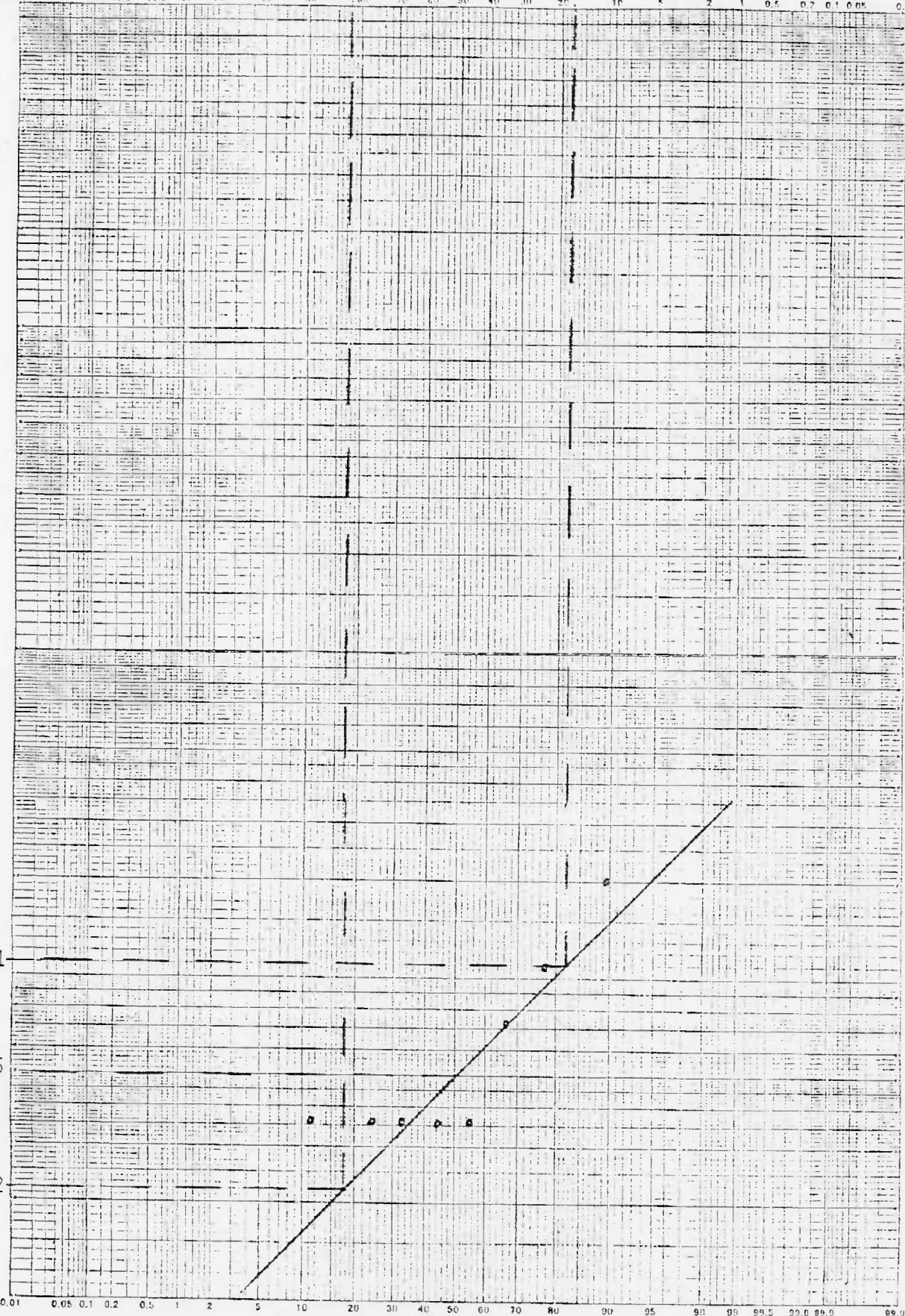
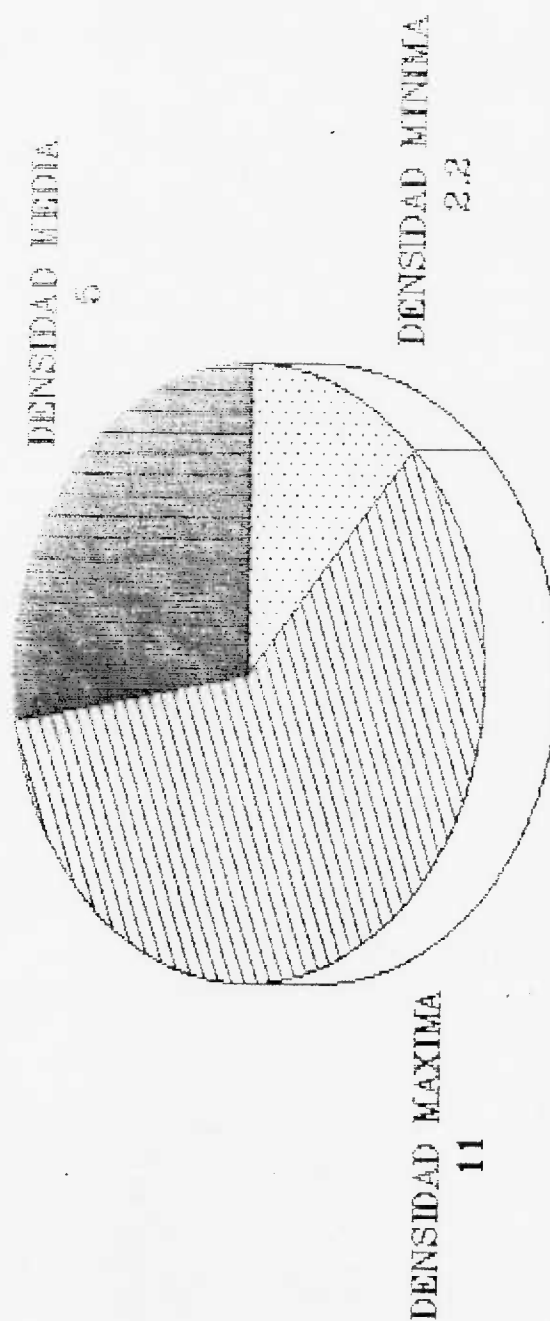


GRAFICO COMPARATIVO DE LOS VALORES DE  
DENSIDAD DE COLIFORMES (NMP/100 ML.)



MUESTRA No 6

# CAPITULO 5

ANALISIS COMPARATIVO DE LOS  
DIFERENTES TIPOS DE PISCINAS



### 5.1) NORMAS BACTERIOLOGICAS PERMISIBLES EN LA CALIDAD DEL AGUA DE PISCINAS EN VENEZUELA Y EN OTROS PAISES.

En la sociedad actual, las piscinas como áreas de esparcimiento son muy concurridas, las cuales por sus dimensiones en relación con la gran cantidad de usuarios, podrían ser fuentes transmisoras de enfermedades si no se lleva a cabo un buen tratamiento de destrucción de organismos patógenos. Para poder saber si un tratamiento de destrucción de organismos patógenos es eficaz, hay que determinar que cantidad de organismos índices son aceptables en una muestra de agua perteneciente a una piscina. Para lograr este fin, cada país a través de los organismos del Estado encargados de vigilar por la salud de la población, han establecido normas de caracter bacteriológicos mediante estudios técnicos sobre enfermedades transmitidas por intermedio del agua. Como fundamento teórico de la evaluación de las diferentes piscinas seleccionadas, se investigaron las normas de caracter bacteriológico que utiliza la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, como también la normativa empleada por España, Francia y Estados Unidos en el tema estudiado, con el fin de realizar un marco de referencia. Las normas de cada país en el tema estudiado son:

#### - Normativa Venezolana

Establece que ninguno de los 5 tubos de 10 ml. de fermentación de la prueba standar sobre organismos coliformes, en la etapa de confirmación, mostrara a las 48 horas de incubación una formación de gas, y los valores de NMP por cada 100 ml. deben ser  $\leq 2,2$ . Esta normativa es la que se utilizará en la evaluación de las piscinas en estudio.

#### - Normativa Francesa ( 13 de Junio de 1969 )

El máximo de bacterias características de contaminación debe ser menor de 20 coliformes por cada 100 ml. o ausencia de

*E. Coli* y menos de 5 estreptococos fecales. Tampoco no deberá contener más de 100 bacterias aerobias revivificables a 37 °C en 1 ml.

- Normativa Española

El bacilo de *Coli* de tipo fecal, no debe hallarse en 2 de cada 5 muestras de 5 cm<sup>3</sup>, cada una tomada en el mismo día y en el momento que la piscina se halle en uso.

- Normativa Norteamericana

Las normas recomendadas por el Joint Committee on Bathing Places of the Conference of State Sanitary Engineers y la American Public Health Association, establecen que no más del 15 % de las muestras tomadas durante cualquier período de tiempo considerable, muestren resultados positivos confirmados de organismos coliformes en cualquiera de las 5 porciones de 10 ml. de las muestras ( correspondientes a un NMP menor de 2.2 por 100 ml.) o más de 1 organismo coliforme por 50 en la prueba de Filtro de membrana.

## 5.2) EVALUACION DE LAS PISCINAS SELECCIONADAS.

En el seguimiento que se le realizó a las muestras N° 1 y N° 2, las cuales pertenecen a piscinas de tipo residencial, arrojaron resultados que demuestran en 8 semanas de las 10 que se le hicieron muestreo que hubo presencia de bacterias coliformes, siendo en las semanas de periodos vacacionales donde aumentó considerablemente el número de bacterias coliformes. Estos resultados hacen notar la deficiencia en el proceso de eliminación de organismos patógenos a través de la cloración, la cual se realiza manualmente y por un personal no instruido para cumplir esta labor. Se comprobó con los resultados obtenidos en los periodos vacacionales, que con la misma dosificación de cloro utilizada semana a semana, es insuficiente cuando las piscinas son utilizadas

por una gran cantidad de usuarios, debido a que no cumplen la norma bacteriológica utilizada por la División de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. También en la determinación de la Densidad Media de Coliformes Totales presentes en 100 ml. de muestra recolectada durante las 8 semanas con resultados positivos en la Prueba Confirmada, se obtuvieron valores de 15 y 20 bacterias coliformes por cada 100 ml. para las muestras N<sup>o</sup> 1 y N<sup>o</sup> 2 respectivamente, lo cual refleja que son fuentes potenciales en la transmisión de algunas enfermedades de origen hídrico. Estos resultados comparativos entre las dos piscinas residenciales se encuentran en el apartado 5.3 de este capítulo.

En las dos piscinas del tipo recreacional y turístico que corresponden a las muestras N<sup>o</sup> 3 y N<sup>o</sup> 4, mostraron resultados muy bajos, debido a que sólo en 3 semanas de las 10 muestreadas, hubo muestras con valores de NMP/100 ml. que oscilaron en el intervalo de 3,6 a 7,3 bacterias coliformes. Estas 3 semanas correspondieron a periodos vacacionales, lo que nos permite afirmar que a pesar de la utilización de las piscinas por un mayor número de usuarios, los valores de bacterias coliformes presentes en el agua se encontraban dentro de la norma bacteriológica permisible utilizada en Venezuela. Estos resultados demuestran que el proceso de destrucción de organismos patógenos es efectivo y el personal que se encarga del mantenimiento de las piscinas cumple una buena labor. La determinación de la Densidad Media de Coliformes Totales no se pudo realizar al no tener suficientes ensayos positivos en la Prueba Confirmada a través de las 10 semanas de muestreo. Como complemento a la evaluación de este tipo de piscinas, se realizó un gráfico que muestra una comparación de resultados de las 2 piscinas que aparecen en el apartado 5.3 de este capítulo.

Las piscinas del tipo de enseñanza y competencia que corresponden a las muestras N<sup>o</sup> 5 y N<sup>o</sup> 6, arrojaron resultados positivos en la Prueba Confirmada en 7 y 8 semanas respectivamente,

de un total de 10 semanas de muestreo. Los valores de NMP/100 ml. en las muestras recolectadas oscilaron en el intervalo de 3,6 a 29 bacterias coliformes para ambas piscinas. Estos resultados hacen ver que el proceso de eliminación de organismos patógenos, que es la cloración, no es muy eficiente a pesar de los equipos existentes en las piscinas. Esta situación resulta de no tener un personal lo suficientemente adiestrado para esta labor, que sólo operan los equipos por rutinas creadas a través de los años en el manejo de éstos, sin tomar en cuenta el mayor uso de las instalaciones. En la muestra N° 5 sólo en un ensayo arrojó un valor mayor al permisible por la normativa bacteriológica utilizada en Venezuela, y en el caso de la muestra N° 6 sólo 2 ensayos resultaron fuera de la norma. En la obtención de la Densidad Media de Coliformes Totales presentes en cada 100 ml. de muestra recolectada, se determinaron valores de 3,9 y 5 bacterias coliformes para la muestra N° 5 y N° 6 respectivamente, lo cual nos indica poca posibilidad de transmisión de enfermedades a través del uso de estas piscinas. En el apartado 5.3 de este capítulo se muestra un gráfico que compara los resultados obtenidos durante el lapso de 10 semanas de ensayos para las 2 piscinas de este tipo.

En la conteo evaluación realizada a una piscina de tipo pública, como la que fue hecha a la muestra N° 7, se encontraron valores muy altos en la determinación de NMP/100 ml. de muestra recolectada, en las 3 semanas de ensayos. En todos los casos los valores fueron mayores de 100 bacterias coliformes presentes en cada 100 ml. de muestra, estos resultados nos indican que el proceso de eliminación de organismos patógenos no se realizó durante el período de evaluación, ya que se pudo conocer que el equipo de cloración se encontraba dañado. Para corroborar nuestra afirmación anterior, se observó un abandono de las instalaciones por parte del personal encargado del mantenimiento y la no utilización de la piscina por parte de los usuarios en las 3 últimas semanas de muestreo. Esta situación ameritó la decisión de no continuar recolectando muestras de esta piscina, ya que de seguir

los ensayos nos mostrarían resultados irreales de una piscina que se supone está en uso. La determinación de la Densidad Media de Coliformes Totales presentes en 100 ml. de muestra recolectada no se pudo realizar debido a la poca cantidad de semanas de ensayos.

Con los resultados obtenidos de la evaluación de cada piscina se puede establecer una comparación entre ellas, notándose resultados muy similares en piscinas que corresponden a un tipo de piscina mencionado en la clasificación realizada para esta evaluación. Al realizar la comparación entre las piscinas, observamos que en las piscinas que poseen equipos mecánicos de cloración los valores de bacterias coliformes presentes en el agua fueron bajos en relación con las piscinas en donde se realiza el proceso de cloración manualmente. En el caso de la piscina pública evaluada, el proceso de cloración no se realizó por estar los equipos mecánicos dañados.

### 5.3) GRAFICOS COMPARATIVOS ENTRE LAS DIFERENTES PISCINAS EVALUADAS

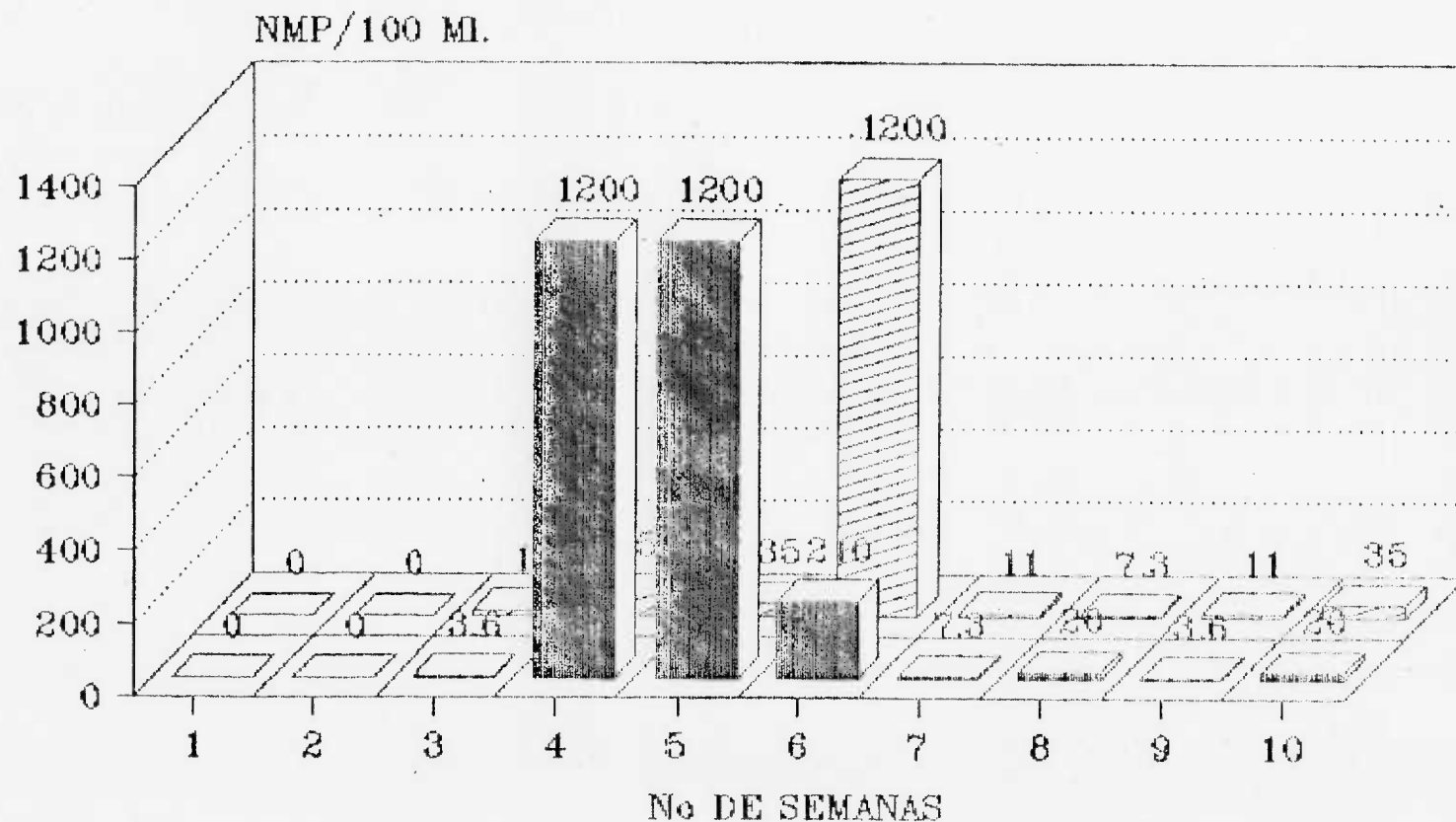
En esta sección se realizaron gráficos para comparar las diferentes piscinas a través del periodo de evaluación que se les hizo. Para hacer una comparación entre las piscinas que correspondían a cada tipo de la clasificación realizada, se eligieron una piscina de cada grupo con el criterio de tomar las piscinas con resultados más altos en la Prueba Confirmada. Las piscinas seleccionadas fueron:

- i) La muestra N° 1 de las piscinas del tipo residencial.
- ii) La muestra N° 3 de las piscinas del tipo recreacional y turismo.
- iii) La muestra N° 6 de las piscinas del tipo de enseñanza y competencia.

iv) La muestra N<sup>o</sup> 7 de la piscina pública evaluada.

Adicionalmente se realizó un gráfico que compara entre las diferentes piscinas los valores obtenidos en la determinación de la Densidad Media de Coliformes Totales en 100 ml. de muestra recolectada.

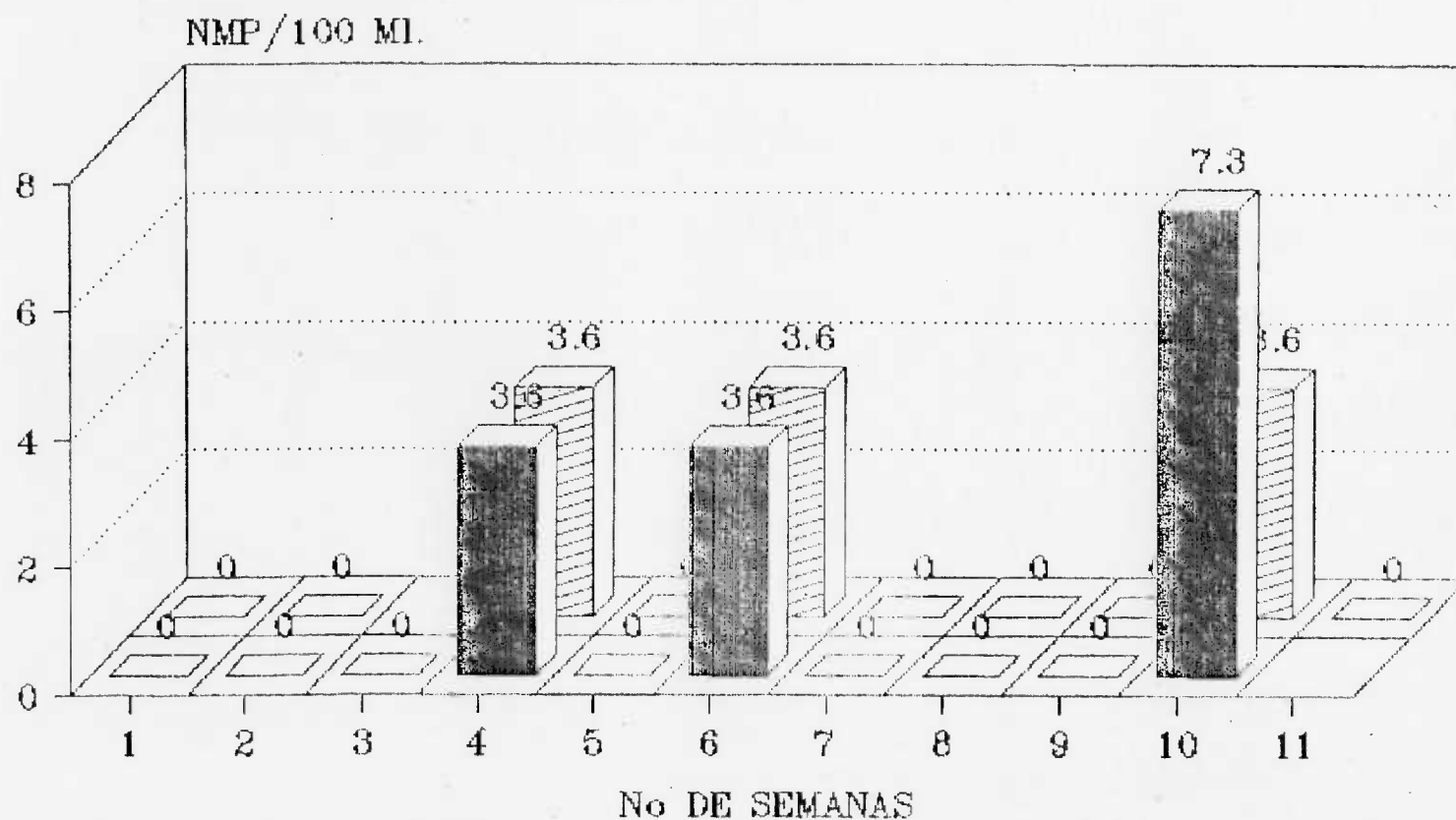
# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LAS PISCINAS RESIDENCIALES



■ MUESTRA No 1    ▨ MUESTRA No 2

NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LAS PISCINAS RECREACIONALES Y TURISTICAS

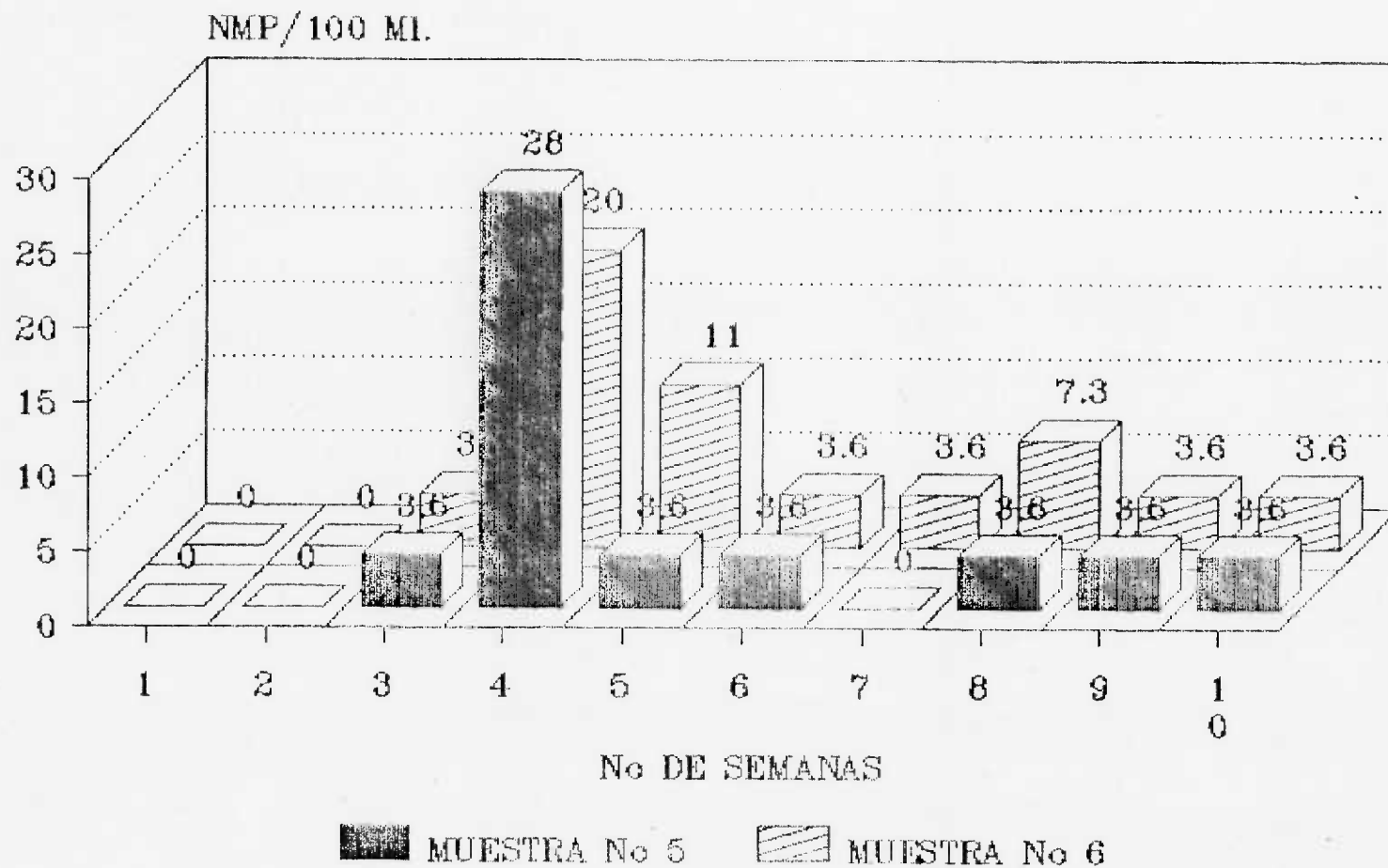


MUESTRA No 3
  MUESTRA No 4

NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

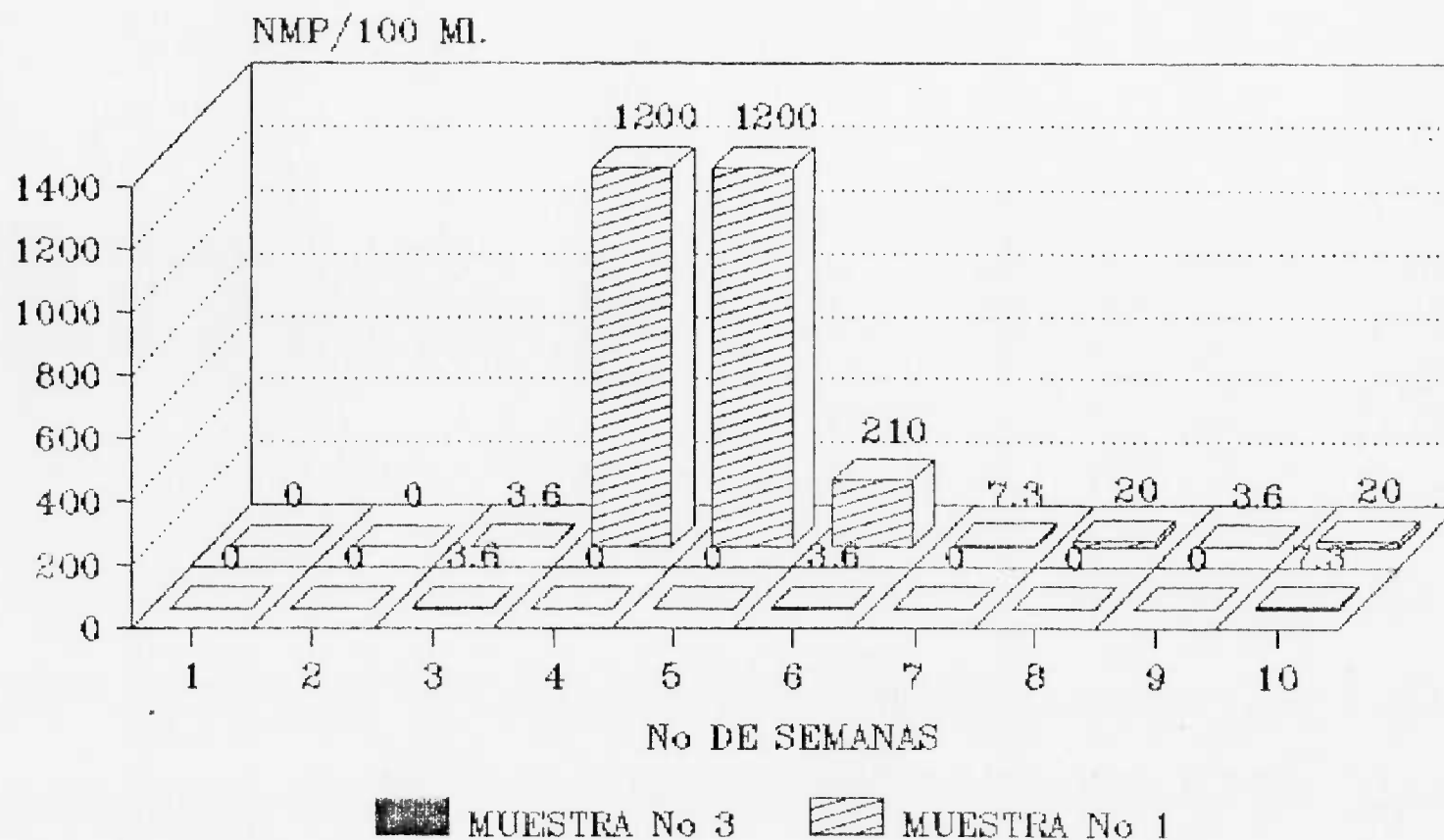


# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LAS PISCINAS DE ENSEÑANZA Y COMPETENCIAS



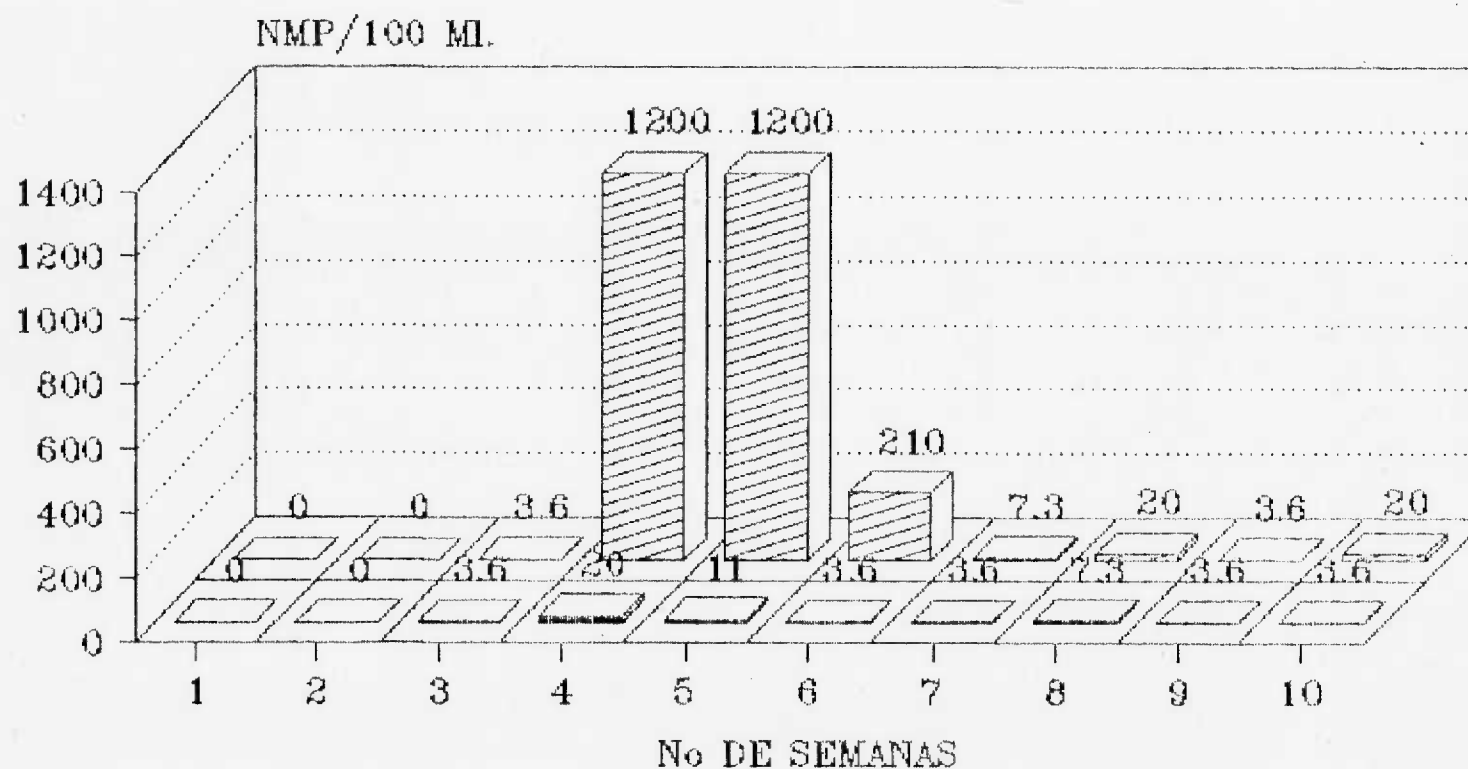
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE UNA PISCINA RESIDENCIAL Y UNA PISCINA DE RECREACION Y TURISMO



NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

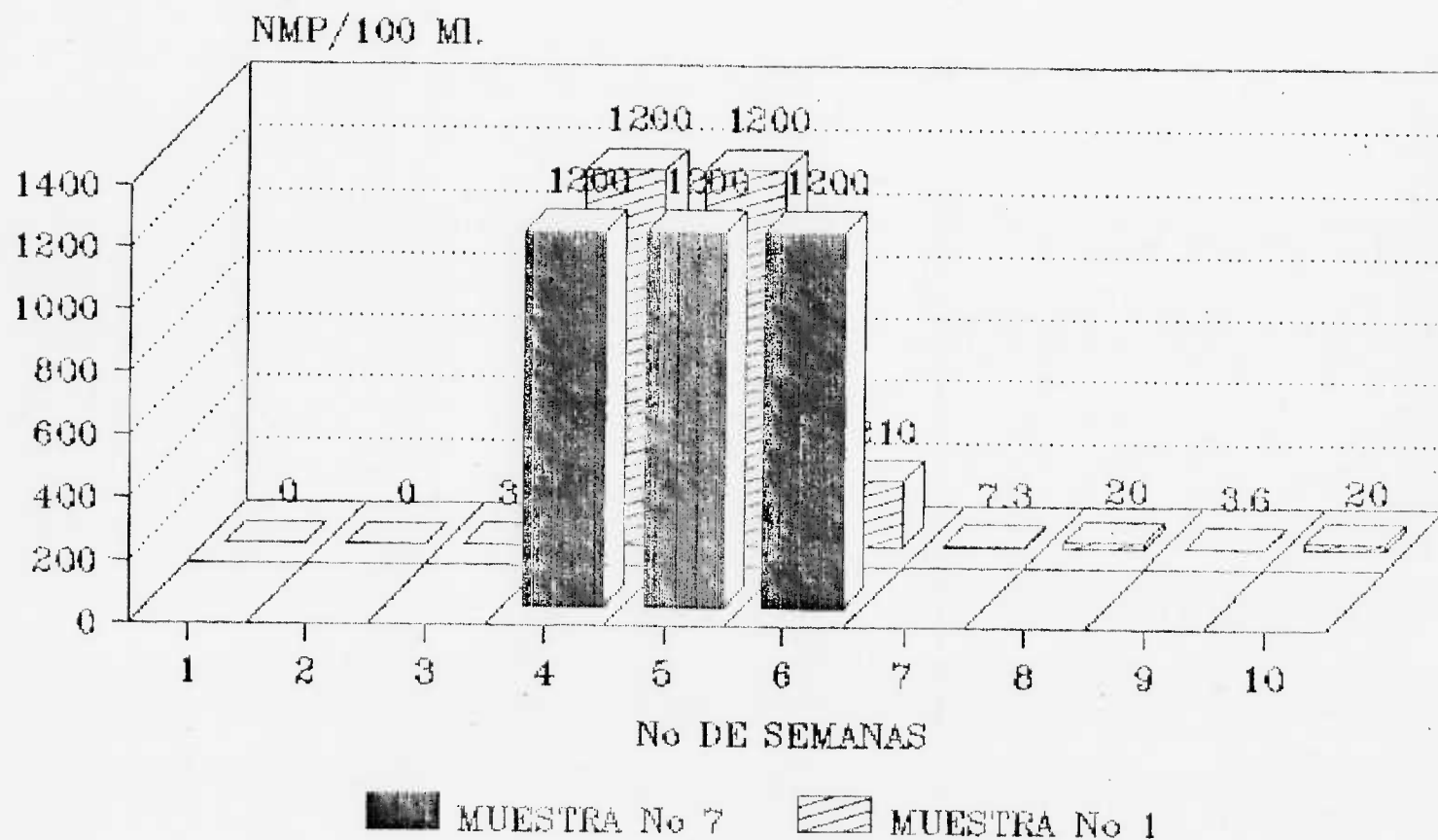
# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE UNA PISCINA RESIDENCIAL Y UNA PISCINA DE ENSEÑANZA Y COMPETENCIA



■ MUESTRA No 6    ▨ MUESTRA No 1

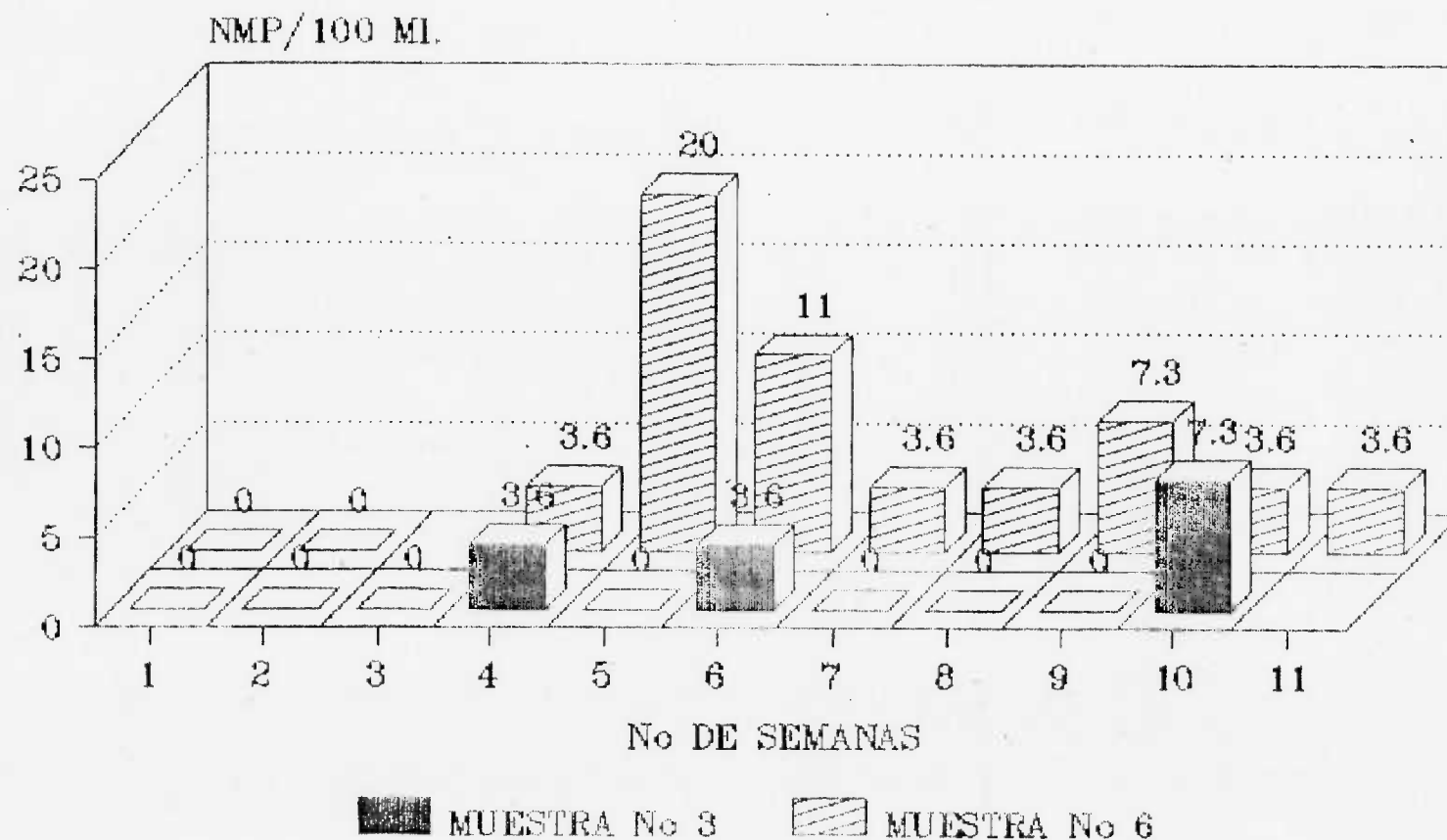
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE UNA PISCINA RESIDENCIAL Y UNA PISCINA PUBLICA Y DE RECREACION



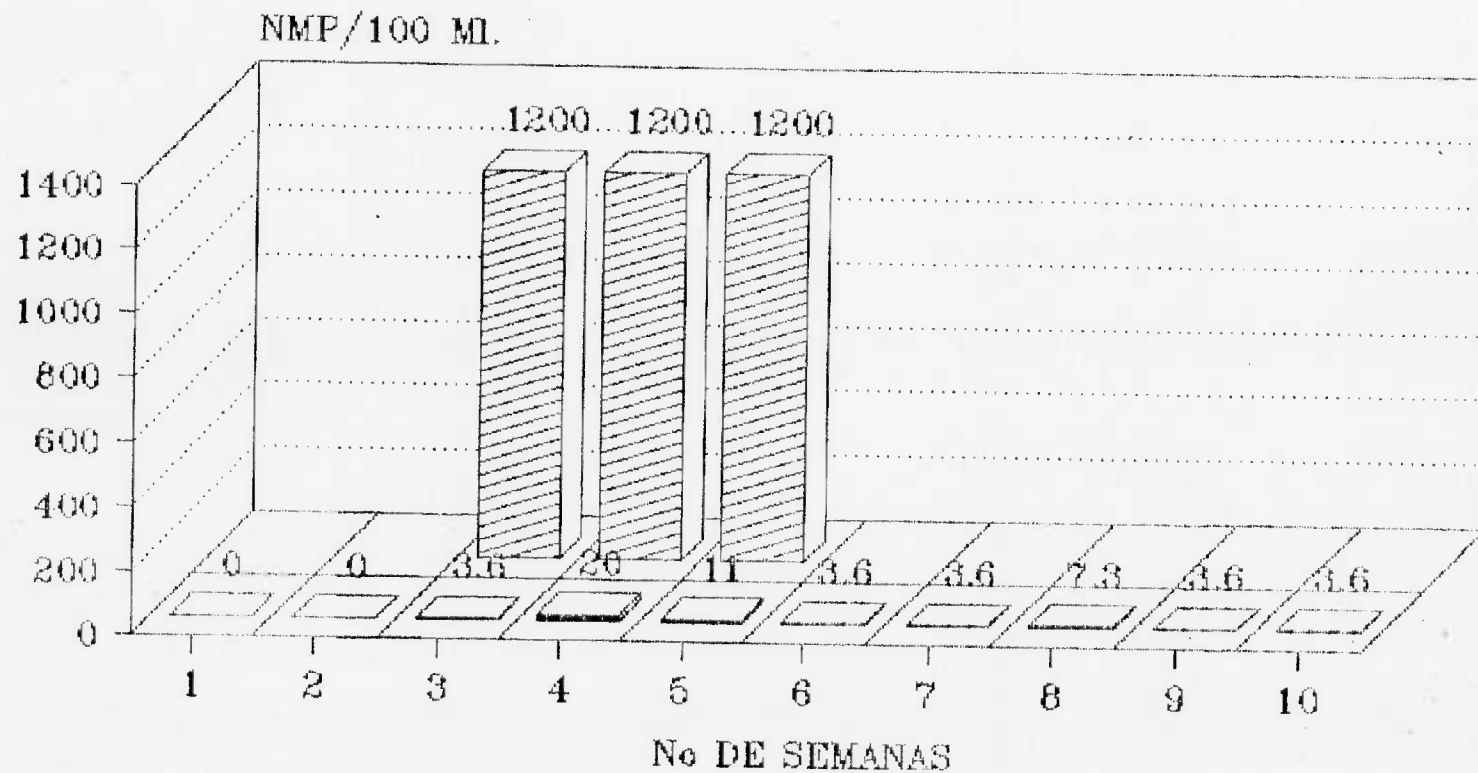
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE UNA PISCINA DE RECREACION Y TURISMO CON UNA DE ENSEÑANZA Y COMPETENCIA



NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

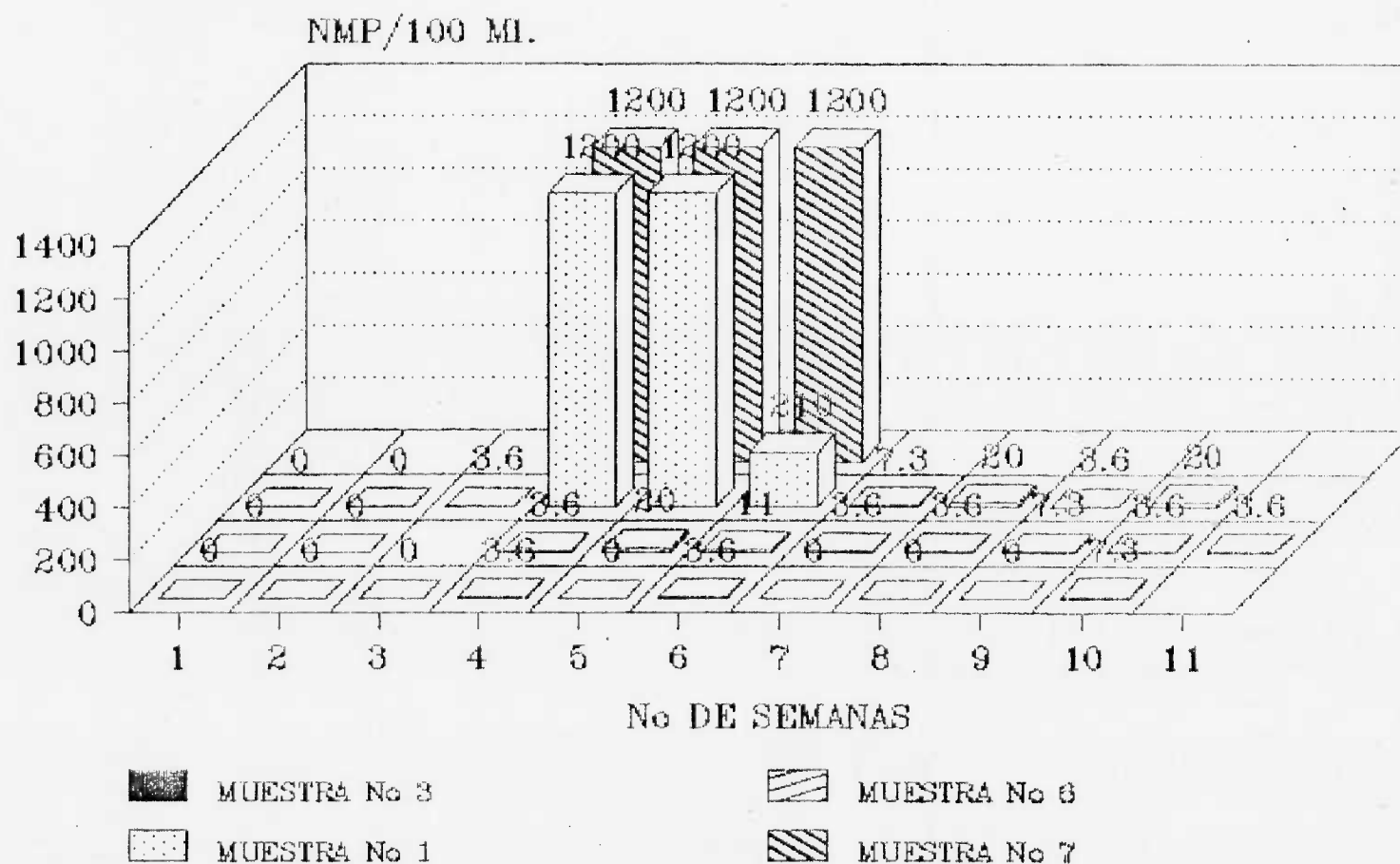
# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE UNA PISCINA DE ENSEÑANZA Y COMPETENCIA CON UNA PUBLICA Y DE RECREACION



■ MUESTRA No 6    ▨ MUESTRA No 7

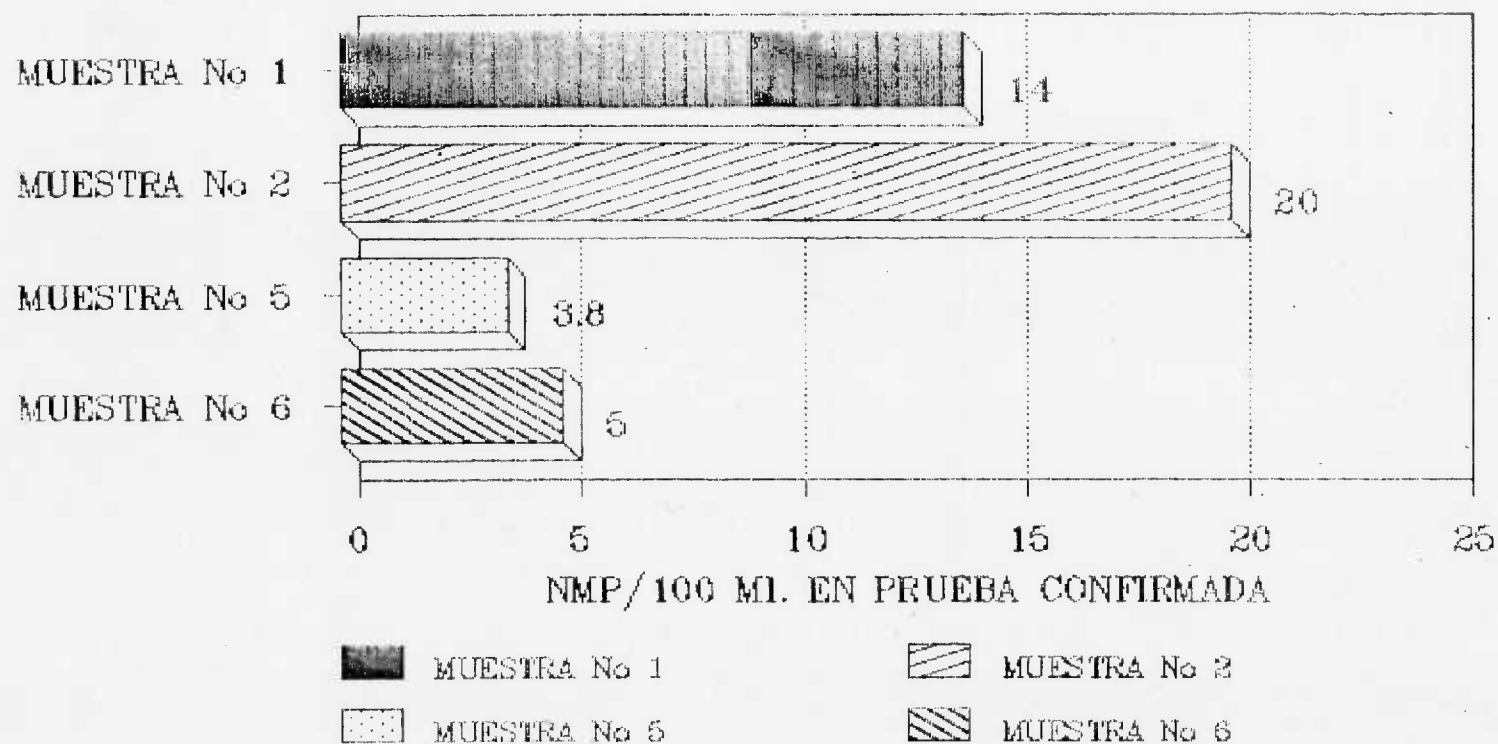
NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

# GRAFICO COMPARATIVO ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE PISCINAS ESTUDIADOS



NMP/100 ML. EN PRUEBA CONFIRMADA

## GRAFICO COMPARATIVO DE LOS VALORES DE DENSIDAD MEDIA DE COLIFORMES DE LAS PISCINAS EVALUADAS



PISCINAS CON MAS DE 5 ENSAYOS  
POSITIVOS EN LA PRUEBA CONFIRMADA



## CONCLUSIONES

En el estudio y evaluación de las piscinas seleccionadas se recolectaron un conjunto de datos y resultados de los ensayos realizados, éstos nos permitieron determinar a través de un análisis del trabajo ejecutado y la utilización de las Normas Tentativas para el Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Piscinas Públicas del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, obtener una serie de conclusiones, las cuales son:

- 1.- El proceso de desinfección es muy efectivo mediante la utilización de equipos mecánicos de cloración, ya que en las piscinas con este método de eliminación de organismos patógenos se obtuvieron valores bajos de presencia de organismos coliformes, los cuales indican según la Norma, en un momento determinado si una piscina es apta para la utilización por los bañistas. Caso contrario se evidenció en las piscinas que realizaban el proceso de cloración manualmente, en donde los valores que determinaban la presencia de organismos coliformes fueron altos, y en varias semanas estos valores se encontraban fuera de la Norma. Esta situación nos permite afirmar que el proceso de cloración manualmente es ineficiente por una mala técnica empleada, lo cual hace que las piscinas que utilizan esta metodología se conviertan en fuentes potenciales de transmisión de enfermedades de origen hídrico.
- 2.- En el mantenimiento y operación de la mayoría de las piscinas estudiadas, el personal encargado para realizar esta labor, mostró poco o ningún conocimiento de las Normas que se deberían cumplir para un mejor funcionamiento de las instalaciones. En lo que respecta al proceso de desinfección, las personas asignadas a realizar este proceso mediante equipos mecánicos o manualmente no tienen un claro conocimiento de la dosificación requerida por las piscinas en situaciones en donde se presentó una mayor concentración de bañistas.

Esta situación se evidenció con más frecuencia en las piscinas de tipo residencial, las cuales día a día van aumentando en número, lo cual representaría un problema de Salud Pública a corto plazo para los usuarios de este tipo piscinas.

- 3.- Se observó durante el trabajo de campo, que los usuarios de las piscinas no cumplían las normas sanitarias recomendadas para la utilización de éstas. Esta situación agudiza el problema de deterioro de la calidad del agua en perjuicio de los mismos bañistas.
- 4.- Se comprobó la creencia de que las instalaciones de carácter público funcionan mal, ya sea por negligencia del personal de mantenimiento o por la conducta de indolencia de los usuarios y la poca educación sanitaria.

## RECOMENDACIONES

Para complementar el trabajo realizado con las diferentes piscinas evaluadas, a continuación se indican algunas recomendaciones con el fin de presentar posibles soluciones a la situación que presentan las piscinas de la Región Capital. Estas recomendaciones son:

- 1.- Realizar un censo de las piscinas que se encuentran en funcionamiento en las diferentes Regiones de Venezuela, con el fin de hacer un instructivo con las normas para el mantenimiento y operación de los equipos de recirculación y desinfección, como también la técnica correcta en el proceso de desinfección manual, para que este instructivo sea distribuido a los propietarios de las piscinas y se implemente con carácter obligatorio para el uso del personal que cumple la labor de mantenimiento de las piscinas. La ejecución de la distribución y cumplimiento de esta normativa estará a cargo de los organismos de salud del Estado.
- 2.- Hacer una campaña de educación sanitaria para la población. Esta se haría a través de las escuelas de educación primaria con talleres de información realizados por los organismos de salud del Estado y mediante foros a las comunidades.
- 3.- Realizar un estudio sobre la optimización en la técnica para la dosificación de cloro manualmente con relación a la cantidad de bañistas y a las dimensiones de cada piscina.

# ANEXOS

## ANEXO A

## - CALCULO DE NMP (NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES EN 100 ML. DE AGUA).

Para la determinación del número de organismos coliformes, como medida para evaluar el grado de contaminación, se ha desarrollado el ensayo del número más probable (NMP), basandose en la estimación en la siembra de diluciones múltiples para dar una estimación del número de coliformes en una muestra de agua. Por medio de este ensayo se obtienen datos usados exitosamente en evaluar poluciones fecales, pero en ningún caso debe pensarse que es exacto, pues a lo sumo es una evaluación estadística del número más probable de coliformes, pero no es el número absoluto.

El NMP se define como la densidad de organismos coliformes que si hubiera estado presente en la muestra que se examina, habría dado más frecuentemente que cualquier otra densidad los resultados analíticos que se obtuvieron.

El calculo de este indice se pasa en dos supuestos:

- i) Que los germenes están repartidos al azar en el agua.
- ii) Que se obtendrá una reacción positiva sólo si la porción de agua analizada contiene 1 o más germenes.

Se debe tener presente que, a no ser que se examine gran número de porciones de muestras la precisión de la prueba de tubos de fermentación es bastante baja.

A continuación se muestra la tabla para diversas combinaciones de resultados positivos de la serie de siembras:

Numero de tubos positivos de			NMP por 100 ml	Numero de tubos positivos de			NMP por 100 ml
3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml		3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml	
0	0	1	3	2	0	0	9
0	0	2	6	2	0	1	14
0	0	3	9	2	0	1	20
0	1	0	3	2	0	3	26
0	1	1	6,1	2	1	0	15
0	1	2	9,2	2	1	1	20
0	1	3	12	2	1	2	27
0	2	0	6,2	2	1	3	34
0	2	1	9,3	2	2	0	21
0	2	2	12	2	2	1	28
0	2	3	16	2	2	2	35
0	3	0	9,4	2	2	3	42
0	3	1	13	2	3	0	29
0	3	2	16	2	3	1	35
0	3	3	19	2	3	2	44
1	0	0	3,6	2	3	3	53
1	0	1	7,2	3	0	0	23
1	0	2	11	3	0	1	39
1	0	3	15	3	0	2	64
1	1	0	7,3	3	0	3	95
1	1	1	11	3	1	0	43
1	1	2	15	3	1	1	75
1	1	3	19	3	1	2	120
1	2	0	11	3	1	3	160
1	2	1	15	3	2	0	93
1	2	2	20	3	2	1	150
1	2	3	24	3	2	2	210
1	3	0	16	3	2	3	290
1	3	1	20	3	3	0	240
1	3	2	24	3	3	1	460
1	3	3	29	3	3	2	1100



## ANEXOS B

- NORMAS TENTATIVAS PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE PISCINAS PUBLICAS (1970).

En el estudio realizado se tomaron en cuenta los artículos contentivos dentro de la norma, que trataban de la operación y mantenimiento de las piscinas, los cuales son:

CAPITULO IV. Sistema de Abastecimiento de Agua y Distribución de Agua.

- Art. 10 - Las aguas a destinarse para el uso de una piscina deberán reunir básicamente las mismas características de potabilidad exigidas para aguas de consumo humano.

CAPITULO VII. Detalles de Diseño.

- Art. 41 - Toda piscina pública debe contar con un sistema de limpieza por aspiración. Dicho sistema podrá funcionar con la bomba de recirculación o con una unidad de bombeo separada, la cual podrá ser fija o móvil. Las aguas provenientes de las tuberías de aspiración deben pasar por la trampa de pelos antes de llegar al equipo de bombeo. Se colocarán y ubicarán bocas de aspiración de manera de poder cubrir toda el área de la piscina.
- Art. 45 - Cuando se prevean espacios de jardín alrededor de una piscina pública, deberán separarse de la piscina por medio de una cerca.

CAPITULO VIII. Sistema de Recirculación.

- Art. 50 - Toda piscina pública tendrá un sistema de recirculación de agua, que consistirá esencialmente de filtros, bombas, trampa de pelos, dosificadores, conexiones, válvulas y cualquier otro equipo adicional que se requiera para clarificar y desinfectar el volumen de agua completo de la piscina en un período

de 6 horas. Durante el funcionamiento se permitirán variaciones en la capacidad de diseño establecida de 6 horas, hasta un máximo de 8 horas.

Art. 51 - Las piscinas públicas para niños tendrán equipos de recirculación necesario para clarificar y desinfectar el volumen de agua completo de la piscina en 4 horas.

Art. 52 - Podrá interrumpirse el funcionamiento del sistema de recirculación de las aguas de las piscinas, cuando se den las siguientes condiciones:

- 1) La piscina esté cerrada al público.
- 2) Las aguas llenen las especificaciones de calidad, según se definen en estas normas, con excepción del contenido de cloro.
- 3) Los filtros sean de arena o de tierra diatomácea, este último complementado con un dispositivo, aprobado por la autoridad sanitaria, para la protección de las membranas de filtración durante el periodo de la interrupción.

Art. 53 - En un lapso no mayor de 12 meses de operación continua debe efectuarse una renovación total de las aguas de las piscinas, con agua fresca proveniente de la fuente de abastecimiento.

Art. 54 - La plomería del sistema de recirculación se diseñará de manera que sea posible:

- a) Llenar la piscina dentro del lapso de 6 horas.
- b) Circular las aguas a través del equipo de tratamiento.
- c) Lavar cada filtro individualmente.
- d) Disponer agua de lavado de los filtros a la cloaca o sustituto.
- e) Vaciar la piscina dentro del lapso de 5 horas.
- f) Drenar todo el sistema.
- g) Regular el flujo a través de entradas individuales.

- h) Inyectar en los puntos adecuados las dosificaciones de sustancias químicas requeridas
- i) Operar el sistema de limpieza por aspiración y descargar su efluente a la cloaca.

Art. 55 - El equipo de filtración incluirá como mínimo, dos unidades de filtro y se se diseñará con las válvulas y conexiones necesarias para filtrar el agua destinada a la piscina y efectuar el lavado o regeneración individual de los filtros.

## CAPITULO XII. Equipos de Desinfección

Art. 91 - Toda piscina pública contará con un equipo mecánico de dosificación para inyectar un desinfectante químico a las aguas en recirculación. Dicho dosificador, sea para inyectar cloro u otros halógenos aprobados por la autoridad sanitaria, será operado de tal manera que garantice un residual en la piscina durante todo el tiempo que ésta se encuentra en operación, y equivalente a 0,4 a 1,0 mg/lt. de cloro libre.

Art. 92 - El cloro se aplicará por medio de dosificadores mecánicos en solución acuosa. Cuando se utilicen bombonas de gas cloro comprimido deberán tomarse las precauciones que se señalan en el Capítulo XIV de estas Normas. En ningún caso se inyectará gas cloro directamente al agua de la piscina.

Art. 93 - Deberá preferirse el uso de cloro comprimido. El uso de sustitutos del gas cloro, tales como hipocloritos de sodio o de calcio, será admisible en las piscinas públicas pero sólo después que se demuestre ante la autoridad sanitaria la conveniencia o necesidad de su uso.

Art. 94 - El punto de inyección de cloro se ubicará en el afluente a los filtros de arena. Cuando se usen filtros de tierra diatomácea será opcional el colocarle

antes o después.

Art. 95 - Los dosificadores de cloro deberán llenar los siguientes requisitos mínimos:

- a) Las dimensiones del clorador, a calcularse en base al flujo máximo de agua en recirculación, permitirán una inyección de 3 ppm como mínimo.
- b) Todo clorador deberá incluir dispositivos para la regulación y calibración de la inyección.
- c) Los dosificadores de gas cloro comprimido contendrá un dispositivo para el cierre automático de la cloración, que funcione por interrupción del suministro de agua al inyectar.
- d) La ubicación del equipo de dosificación en el cuarto o sala de cloración, será tal que facilite la ventilación del ambiente.
- e) Los hipocloradores se instalarán para la inyección mecánica y permanente de soluciones de hipocloritos. En cuanto a la capacidad de inyección y dispositivos de regulación y de calibración, deberán reunir características semejantes a las del dosificador de gas cloro comprimido.
- f) En el caso de hipocloradores no se requiere su ubicación en un cuarto especial ni el cierre automático de la válvula de inyección.
- g) Todo equipo de dosificación de cloro comprimido incluirá una balanza de plataforma para el control diario del gasto de cloro.

Art. 96 - En las piscinas públicas equipadas con dosificadores de cloro comprimido, se instalará un dosificador mecánico para la inyección de una solución de carbonato de sodio, para la regulación del Ph del agua. El punto de inyección será preferiblemente en el efluente en los filtros, no muy cerca del clorador y en la línea de succión de la recirculación.

### Capítulo XIII. Calidad del Agua

Art. 97 - Las aguas de las piscinas se tratarán de tal manera que se mantenga en todo momento su calidad de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- a) La reacción (Ph) estará comprendida entre 7,2 y 8,2 unidades de la escala de Ph.
- b) Su claridad en todo momento deberá ser tal que un disco de 5 cms. de diámetro, dividido en cuadrantes pintados alternativamente en blanco y negro y sumergido en el sitio de mayor profundidad de la piscina, sea visible con nitidez desde el borde de ésta, a la luz normal del día.
- c) El aspecto físico de las aguas deberá ser atractiva. La superficie del agua en la piscina deberá estar libre de materia flotante y espuma.
- d) El contenido de sólidos disueltos no será mayor de 1500 mg/lts.
- e) El contenido de hierro y manganeso juntos no excederá de 0,3 mg/lts.
- f) El residual de cloro libre (Cl) estará comprendido entre 0,4 y 1,0 mg/lts.
- g) El residual de otros desinfectantes químicos aprobados por la autoridad sanitaria competente, será lo suficientemente elevado para garantizar una desinfección adecuada del agua, pero sin exceder una concentración que sea desagradable para los bañistas. Los límites serán establecidos en cada caso por la autoridad sanitaria en oportunidad de otorgar su aprobación para el uso de dicho desinfectante.
- h) Ninguna muestra del agua de la piscina contendrá más de 200 bacterias por mililitro según el conteo standar (35 2C) sobre agar nutritivo.

- i) Ninguno de los 5 tubos de 10 Ml. de fermentación de la prueba standar sobre organismos coliformes, etapa de confirmación, mostrará a las 48 horas de incubación una formación de gas.

## BIBLIOGRAFIA

- MANUAL TECNICO DEL AGUA.

DEGREMONT

- BASE EXPERIMENTAL PARA UNA  
EVALUACION DE LA CALIDAD  
DEL AGUA EN PISCINAS  
UBICADAS EN CLIMA TROPICAL.  
ASPECTOS MICROBIOLOGICOS.

RIVAS CORREA, YUBIRI

- ANALISIS BACTERIOLOGICO DE  
AGUAS Y CONTROL DE CALIDAD  
DEL AGUA POTABLE.

URGELLES, LUIS M.

- ENVIROMENTAL HEALTH PRACTICE  
IN RECREATIONAL AREAS.

U.S. DEPARTMENT OF  
HEALTH, EDUCATION AND  
WELFARE PUBLIC HEALTH  
SERVICE.

- ESTUDIO SANITARIO INTEGRAL  
DEL RIO YARACUY.

ING. PARRA PARDI,  
GUSTAVO

- MANUAL DE PRACTICAS DE  
INGENIERIA SANITARIA.

ING. ASAPCHI S., JOSE

- NORMAS TENTATIVAS PARA  
EL DISEÑO, CONSTRUCCION,  
OPERACION Y MANTENIMIENTO  
DE PISCINAS PUBLICAS (1970)

DIRECCION DE MALARIOLOGIA  
Y SANEAMIENTO AMBIENTAL  
( M. S. A. S. )

- EVALUACION SANITARIA DE  
PISCINAS LOCALIZADAS EN  
LA CIUDAD DE CARACAS Y  
ZONAS ADYACENTES. ( TESIS  
DE GRADO )

VILORIA, MARIELA Y  
MARTINEZ, GLORIA



- MANUAL TECNICO DEL AGUA.

DEGREMONT

- BASE EXPERIMENTAL PARA UNA  
EVALUACION DE LA CALIDAD  
DEL AGUA . EN PISCINAS  
UBICADAS EN CLIMA TROPICAL.  
ASPECTOS MICROBIOLOGICOS.

RIVAS CORREA, YUBIRI

- ANALISIS BACTERIOLOGICO DE  
AGUAS Y CONTROL DE CALIDAD  
DEL AGUA POTABLE.

URGELLES, LUIS M.

- ENVIRONMENTAL HEALTH PRACTICE  
IN RECREATIONAL AREAS.

U.S. DEPARTMENT OF  
HEALTH, EDUCATION AND  
WELFARE PUBLIC HEALTH  
SERVICE.

- ESTUDIO SANITARIO INTEGRAL  
DEL RIO YARACUY.

ING. PARRA PARDI,  
GUSTAVO

- MANUAL DE PRACTICAS DE  
INGENIERIA SANITARIA.

ING. ASAPCHI S., JOSE



