

CAPÍTULO IV

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Este capítulo se ha escrito para coordinadores de encuesta y recursos humanos técnicos. Les permitirá lo siguiente:

- ✓ Comprender los conceptos básicos de muestreo.
- ✓ Calcular el tamaño de muestra requerido para estimaciones nacionales y subnacionales.
- ✓ Determinar el número de conglomerados a utilizar.
- ✓ Seleccionar un esquema de muestreo.

COMPRENDIENDO LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE MUESTREO

En el contexto de encuestas de indicadores múltiples, el muestreo es un proceso para seleccionar informantes de una población. En nuestro caso, los informantes son generalmente las madres o guardianes de los niños en cada hogar que se visita¹ quienes responderán todas las preguntas en los módulos de Salud del Niño. Los módulos de Agua y Alcantarillado y Yodización de la Sal se refieren a todo el hogar y pueden ser contestados por cualquier adulto. Las preguntas en estos módulos se hacen aún cuando no haya niños menores de 15 años.

En principio, nuestra encuesta podría cubrir *todos* los hogares en la población. Si todas las madres entrevistadas dieran respuestas perfectas, podríamos medir todos los indicadores con exactitud perfecta. Sin embargo, entrevistar todas las madres tomaría mucho tiempo, sería costoso y un desperdicio. Se hace necesario, por lo tanto, entrevistar una *muestra* de esas mujeres para obtener *estimaciones* de los indicadores reales.

La diferencia entre la estimación y el indicador real se llama *error de muestreo*. Los errores de muestreo ocurren por el hecho de que se encuesta una muestra—y no la población total.

Los errores muestrales se pueden minimizar tomando ciertas precauciones:

- Seleccione la muestra de informantes en una forma insesgada.
- Seleccione una muestra lo suficientemente grande para que sus estimaciones sean precisas.

Seleccione su muestra de todos los hogares. Evite seleccionar muestras las cuales pueden terminar en estimaciones *sesgadas*.

¹Un *hogar* es un grupo de personas que viven y comen juntas.

EJEMPLO:

No seleccione muestras exclusivamente de grupos particulares, tales como los niños que vienen a una clínica.

No pida a las madres que traigan a sus niños a un punto central en la comunidad, porque algunas de ellas no vendrán; usted no será capaz de averiguar cuántas dejaron de venir y que tan diferentes son ellas de quienes si vinieron.

No seleccione muestras escogidas a la voluntad de la entrevistadora, supervisora de campo o director de campo.

No limite su muestra a familias que viven en hogares fácilmente accesibles, tales como aquellos próximos a una carretera principal o cerca del centro de la aldea; las familias que viven en áreas menos accesibles pueden ser más pobres y menos saludables.

No omita hogares en donde nadie esta en casa la primera vez que se hace la visita. Averigüe si la vivienda no está habitada y revisítela más tarde.

Si la muestra no representa con exactitud la población total de interés, la estimación resultará *sesgada*. Es decir, el estimador quedará desplazado en una dirección o la otra del verdadero valor.

El muestreo probabilístico asegura que todos los individuos en la población blanco (por ejemplo, todas las madres y niños jóvenes) tengan una probabilidad conocida de ser entrevistados.

Para seleccionar una muestra probabilística, usted debe tener un *marco muestral*. Éste es una lista de todas las unidades (estados o provincias, distritos, comunidades, hogares, individuos, etc.) en la población de la cual usted escogerá la muestra. Prácticamente ningún país tiene una lista actualizada de todos los individuos y sólo unos pocos tienen listados de hogares. Su marco muestral, por lo tanto, incluirá típicamente listados de unidades poblacionales mayores, tales como estados o provincias, distritos, pueblos, aldeas o áreas (sectores) de enumeración censal. Usted deberá tener estimaciones de la población o el número de hogares para cada una de estas unidades y asegurarse también que *todas* las unidades han sido incluidas en el marco muestral.

Como en las encuestas de indicadores múltiples estamos generalmente interesados en obtener indicadores a nivel nacional, es necesario emplear *muestreo polietápico*. Por ejemplo, usted puede empezar por seleccionar un número de provincias (primera etapa), luego un número de distritos en cada una de las provincias seleccionadas (segunda etapa), un número de comunidades

Para evitar sesgo usted debe usar muestreo probabilístico al seleccionar una muestra de informantes. El sesgo depende del procedimiento de selección, no del tamaño de la muestra. Las muestras grandes tienden a ser más precisas pero no necesariamente menos sesgadas.

en cada distrito seleccionado (tercera etapa) y finalmente, un número de hogares en cada una de las comunidades seleccionadas (cuarta etapa). Cada una de estas etapas puede utilizar uno de los diferentes tipos de muestreo listados más abajo. Más adelante en este capítulo suministraremos algunos ejemplos reales de como se han combinado en etapas múltiples tipos diferentes de muestreo.

Muestreo Aleatorio Simple

El muestreo aleatorio simple es la forma más sencilla de muestreo probabilístico. Los números aleatorios se seleccionan utilizando una calculadora, un computador o una tabla de números aleatorios. En forma alternativa, los nombres o números de identificación de todas las comunidades, hogares o individuos pueden anotarse en pedazos de papel y la muestra deseada puede ser seleccionada sacando el número requerido de pedazos de papel. Cada comunidad, persona u hogar que corresponde a los números seleccionados queda incluido en la muestra. En el muestreo aleatorio simple, la selección de un individuo es *independiente* de la selección de cualquier otro individuo.

Muestreo Sistemático

El muestreo sistemático es una modificación del muestreo aleatorio simple. Consiste en escoger cada *n*simo hogar (quinto, décimo, quinquagésimo y así sucesivamente) de una lista completa de hogares. Cuando se emplea el muestreo sistemático, debe asegurarse que la lista que utiliza no está ordenada en una forma regular que pueda sesgar su muestra.

EJEMPLO:

Si la lista está ordenada por jefe de la aldea, subjefe, otros hogares, luego otro jefe de aldea, subjefe, otros hogares, y así sucesivamente, el muestreo sistemático puede sesgar sus resultados. Por ejemplo, si usted siempre comienza en el quinto hogar en cada aldea, usted nunca incluirá jefes o subjefes de aldea.

Muestreo por Conglomerados

Como ya se anotó, en países donde se necesitan las encuestas para medir indicadores de metas, las listas de hogares o de individuos no están generalmente disponibles. Es generalmente demasiado costoso y requiere mucho tiempo contruir tales listas y después localizar los hogares. La preferencia lógica, entonces, es usar muestreo por conglomerados—es decir, seleccionar grupos de hogares los cuales están geográficamente cercanos los unos a los otros.

El muestreo de conglomerados usualmente involucra por lo menos dos etapas de muestreo.

EJEMPLO:

Inicialmente puede seleccionarse un número de comunidades² de un marco muestral (lista de comunidades) y luego se selecciona aleatoriamente un conglomerado dentro de cada una de las comunidades. Luego se entrevistan todos los hogares en los conglomerados seleccionados.

Los hogares son las *unidades básicas de muestreo* (es decir, la unidad más pequeña a ser muestreada). Uno también podría utilizar niños menores de cinco años como la unidad básica de muestreo, pero los hogares son mucho más fáciles de identificar y listar que los niños menores de cinco años. La selección final de hogares se hace en la comunidad. Las formas diferentes de seleccionar hogares en una comunidad se discuten en el capítulo 6.

El muestreo de conglomerados tiene muchas ventajas. Reduce el tiempo y los costos de viaje y simplifica el trabajo de campo. Facilita la supervisión y la administración de la encuesta. Esto es importante puesto que una

mejor supervisión de las entrevistadoras redundará en una mejor calidad. Sin embargo, el muestreo de conglomerados implica que cada informante no es seleccionado independientemente de los demás informantes—después de todo, son vecinos—lo cual aumenta el error de muestreo.

El muestreo de conglomerados se usa siempre en las encuestas de indicadores múltiples.

Muestreo con Probabilidad Proporcional al Tamaño

Las comunidades varían considerablemente en una población. Si se usara el muestreo aleatorio simple o el sistemático, tanto las comunidades pequeñas como las grandes tendrían la misma probabilidad de quedar incluidas, lo cual es incorrecto. Una forma de compensar por estas diferencias es seleccionar los conglomerados del marco muestral con probabilidad proporcional al tamaño (PPT).

Una ventaja de PPT es que, si se usa apropiadamente, cada hogar en la muestra tendrá una probabilidad igual de quedar seleccionado. Se dice entonces que la muestra es *autoponderada*, lo cual simplifica el análisis.

El procedimiento para PPT se describe en la sección siguiente. Usted puede utilizar

Las comunidades con mayor población debe tener una probabilidad proporcionalmente mayor de contener un conglomerado seleccionado que las comunidades con menor población.

²Una *comunidad* se define como un grupo dentro de una población, tal como un pueblo, aldea, o una área de enumeración. En este manual utilizamos el término *conglomerado* para significar una muestra seleccionada aleatoriamente de la comunidad. Este es el uso que el PAI le da al término; en la literatura estadística, el conglomerado *es* la comunidad y otras publicaciones pueden referirse a él de esa manera.

en la sección siguiente. Usted puede utilizar PPT en la mayoría de las etapas de su esquema de muestreo. Por ejemplo, usted puede usar muestreo PPT para seleccionar estados o provincias en un país, municipios dentro del estado o comunidades o aldeas dentro de un distrito. El ejemplo que sigue tiene que ver con la selección de comunidades en un distrito pero el procedimiento es exactamente el mismo, no importa las unidades que usted seleccione.

Procedimiento para Muestrear con Probabilidad Proporcional al Tamaño

Para seleccionar las comunidades a utilizar en la encuesta usted necesitará:

- una lista de todas las comunidades en el distrito que se va a encuestar (en este ejemplo, cada hogar en el distrito pertenece a una—y sólo una—comunidad)
- una estimación del tamaño poblacional (o el número de hogares) en cada comunidad³
- el número de conglomerados que usted quiere tener en el distrito (lo cual se discute más adelante)

Para muestrear las comunidades con PPT, complete los siguientes siete pasos:

1. Haga un cuadro con tres columnas, como se muestra en el cuadro ilustrativo de la siguiente página:

Columna (1): Asigne un número a cada comunidad. Liste las comunidades.

Columna (2): Liste la población de cada comunidad.

Columna (3): Liste la población acumulada de cada comunidad—es decir, la suma de la población de esa comunidad más las poblaciones de todas las comunidades por encima en el cuadro.

- ☞ Cuando liste las comunidades, trate de usar un orden lógico, tal como un patrón geográfico. Véase la discusión sobre *estratificación implícita* más abajo.

2. Calcule el *intervalo de muestreo* utilizando la fórmula siguiente:

Intervalo de muestreo = población total acumulada ÷ número de conglomerados requeridos

Utilizando el ejemplo de arriba y asumiendo que necesitamos seleccionar tres conglomerados, esto daría:

$$\text{Intervalo muestral} = 6,700 \div 3 = 2,233$$

³Si el tamaño promedio de los hogares no varía grandemente de una comunidad a otra, usted puede utilizar la fórmula siguiente para estimar la población en cada comunidad: *tamaño de la población* = número de hogares × tamaño promedio del hogar.

**CUADRO ILUSTRATIVO:
Acumulación de las Poblaciones de las Comunidades**

Aldea	Tamaño poblacional	Acumulativo
1	1,000	1,000
2	400	1,400
3	200	1,600
4	300	1,900
5	1,200	3,100
6	1,000	4,100
7	1,600	5,700
8	200	5,900
9	350	6,250
10	450	6,700

3. **Seleccione un número aleatorio el cual es igual a, o menor que, el intervalo de muestreo.** Para el ejemplo de arriba, necesitamos escoger un número aleatorio entre 1 y 2,233. Usted puede seleccionar un número aleatorio con una calculadora, un computador o una tabla de números aleatorios de un texto de estadística o pidiéndole a alguien (que no tenga familiaridad con la encuesta) que seleccione un número dentro de ese rango. Supongamos que el número escogido es 1,814.

4. **Regrese al cuadro.** Localice el primer conglomerado encontrando la comunidad cuya población acumulativa excede este número aleatorio. En el ejemplo, el primer conglomerado quedaría localizado en la aldea 4, donde la población acumulativa es 1,900.

5. **Agregue el intervalo de muestreo al número aleatorio.** En el ejemplo, $2,233 + 1,814 = 4,047$.

6. **Seleccione la comunidad cuya población acumulativa justo excede este número.** El segundo conglomerado quedará localizado en esta comunidad. En el ejemplo, el segundo conglomerado quedará localizado en la aldea 6.

7. **Identifique la ubicación de cada uno de los conglomerados siguientes** agregando el intervalo muestral a cada número con el cual se localizó el conglomerado anterior. Pare cuando haya seleccionado el número de conglomerados que necesita.

Si una comunidad tiene una población que es mayor que el intervalo de muestreo, podría quedar seleccionada dos veces. Deben entonces seleccionarse dos conglomerados independientes

Si una comunidad tiene una población que es mayor que el intervalo de muestreo, podría quedar seleccionada dos veces. Deben entonces seleccionarse dos conglomerados independientes de esa misma comunidad. Esto es perfectamente válido.

Una vez que usted haya hecho su muestreo con PPT y se ha asegurado que no hay errores, resista la tentación de hacerlo de nuevo si la primera muestra no le satisface.

Muestreo Estratificado (Estratificación)

Usted puede querer medir indicadores para subgrupos dentro de su población nacional. Como algunos de estos subgrupos pueden tener menos individuos que otros, usted querrá asegurar que todos ellos están representados en su muestra. El uso de muestreo PPT puede resultar en muestras pequeñas para subgrupos que representan una pequeña proporción de la población total. La estratificación soluciona este problema. Usted crea un estrato para cada subgrupo y muestrea cada estrato separadamente.

La estratificación es comunmente utilizada para producir datos subnacionales—por ejemplo, a nivel estatal o provincial. Si usted no estratifica, sus estados o provincias mayores tendrán muestras muchas veces más grandes que las de los pequeños estados o provincias. Para lograr la misma precisión para todos los estados (véase la discusión abajo), usted puede seleccionar el mismo número de hogares en cada estado y más tarde ponderar los resultados de acuerdo con la proporción real de la población de cada estado con respecto a la población total (véase el capítulo 7).

Además de proveer indicadores subnacionales, la estratificación puede utilizarse para generar datos para subgrupos que viven bajo condiciones específicas.

EJEMPLO:

Los habitantes de los tugurios urbanos pueden constituir apenas una fracción pequeña de la población en algunos países pero pueden presentar necesidades especiales. Por lo tanto, al comienzo de los procedimientos de muestreo uno puede listar los tugurios urbanos separadamente de las otras áreas y asegurarse que un número suficiente de viviendas en los tugurios quedan incluidas en la muestra, dándoles una probabilidad mayor de quedar seleccionadas. *Esta muestra tiene entonces dos estratos: los habitantes de los tugurios y todos los demás.*

Cuando se usa estratificación, el tamaño de la muestra en cada estrato no es generalmente proporcional a su población relativa. Este desequilibrio tiene que corregirse en el análisis de los datos. Por ejemplo, si los habitantes de los tugurios constituyen el 5 por ciento de la población del país pero el procedimiento de estratificación resulta en una muestra con el 10 por ciento para esta categoría, los datos muestrales tendrán que ser *ponderados* para producir resultados nacionales.⁴

⁴En este ejemplo, cada niño en una vivienda de tugurio se le dará un peso de 0.5 (ya que 5 por ciento es la mitad de 10 por ciento); también, a los moradores de viviendas no en tugurios se les dará un peso de 0.95/0.90 porque ellos representan el 95 por ciento de la población pero sólo el 90 por ciento de la muestra. La fórmula general para la ponderación es igual a (proporción en la población)/(proporción en la muestra). Véase el capítulo 6.

Estratificación Implícita

La estratificación implícita es una forma especial de estratificación. Consiste en listar las unidades que se van a muestrear (por ejemplo, conglomerados) de acuerdo con un orden lógico para luego muestrear, sistemáticamente o con PPT, de ese listado.

✎ EJEMPLO:

Usted puede seguir un patrón geográfico de norte a sur o de oeste a este, o usted puede empezar en el distrito capital y alejarse luego de él.

Esto asegura que las unidades estarán más o menos uniformemente distribuidas dentro del listado y se evitará la posibilidad de que, por casualidad, un tipo de comunidad quede subrepresentada. Este orden lógico puede ser geográfico o puede seguir la distribución de una variable relevante, tal como la proximidad a servicios de salud o indicadores socioeconómicos.

Además de ayudar a producir resultados confiables a nivel subnacional, la estratificación es una herramienta útil para mejorar la precisión general de la estimación nacional.

Los tipos de muestreo discutidos arriba—aleatorio simple, sistemático, de conglomerados, con PPT, y estratificado—no son de ninguna manera excluyentes. Como ilustran los ejemplos más abajo, pueden combinarse en etapas diferentes del muestreo para producir estimaciones nacionales.

CÓMO CALCULAR EL TAMAÑO MUESTRAL

El cálculo del tamaño de la muestra es un procedimiento simple, sin embargo mucha gente se desanima por su aparente complejidad. Esta sección lo conducirá por los varios pasos que se requieren para ese cálculo. Al final, se introduce una hoja electrónica la cual ejecuta los cálculos. Comprender los principios básicos de la estimación del tamaño de la muestra, presentados adelante, es esencial para el uso apropiado de la hoja electrónica.

El encuestar una muestra de niños le proporcionará una *estimación* del verdadero indicador de meta, tal como la proporción de hogares que usan sal yodada. Debido al error de muestreo, esta estimación no es una medida exacta. El uso de muestreo probabilístico, sin embargo, nos permite calcular un rango dentro del cual se puede esperar razonablemente que caiga el indicador. Los límites superior e inferior de este rango se conocen como el *margen de error*.⁵

✎ EJEMPLO:

Las clásicas encuestas PAI estimaban la cobertura de vacunación con un margen de error de más o menos 0.10, o 10 puntos porcentuales. Esto quiere decir que si nuestra

⁵El término "margen de error," usado en este documento, se puede llamar "nivel de precisión" o "intervalo de confianza" en otras publicaciones.

encuesta encontrara una cobertura de BCG del 75 por ciento, podríamos tener una confianza razonable de que el verdadero valor poblacional caería entre el 65 y el 85 por ciento.

Por “confianza razonable,” queremos decir que habrá solamente una probabilidad del 5 por ciento de que la cobertura real en esta población esté por fuera del margen de error determinado por la encuesta. En otras palabras, podemos tener confianza que en 95 de cada 100 encuestas la tasa verdadera en la población estaría dentro de este margen.

Para la estimación del tamaño muestral, debemos obtener o estimar ciertas cifras básicas. Siga los pasos de abajo para calcular la muestra requerida para cada indicador de meta. Utilizaremos la cobertura de BCG como ejemplo. Recuerde que *para los cálculos usted debe ingresar porcentajes como números decimales* (por ejemplo, entre 0.6 en vez de 60 por ciento).-

1. Conjeture/Prevea la *proporción* que usted va a estimar. Utilice toda la información disponible para realizar una estimación cruda de la proporción de niños que están vacunados. Esto se llama la *proporción prevista*.

 **EJEMPLO:**

Usted podría suponer que 80 de cada 100 niños nacidos han sido vacunados. Por lo tanto, su proporción prevista es 0.8.

 Es probable que usted no tenga buenas estimaciones de las coberturas actuales. (Esta es exactamente la razón por la cual usted está haciendo la encuesta!) Sin embargo, aún la información aproximada es adecuada. En caso de duda, acérquese hacia 0.5 porque las estimaciones cercanas a 0.5 requieren muestras mayores para un margen de error dado que coberturas mayores o menores.

 **EJEMPLO:**

Si usted cree que la cobertura es entre 60 y 70 por ciento, escoja 0.6.

2. Decida sobre un *margen de error aceptable* para su estimación. Es decir, decida que tan cerca debe estar su estimación de la tasa real. Para monitoreo de metas a nivel nacional, un margen de error razonable es más o menos 5 puntos porcentuales,⁶ pero para estimaciones subnacionales usted puede quedar satisfecho con 10 puntos porcentuales.

⁶En el texto, los márgenes de error se expresan en términos de un número absoluto de puntos porcentuales. Por ejemplo, una cobertura que se estima en 60 por ciento con un error de más o menos 5 puntos porcentuales significa que la cobertura real debe encontrarse entre 55 y 65 por ciento.

EJEMPLO:

Usted puede querer estimar la cobertura de BCG dentro de más o menos 5 puntos porcentuales. Por lo tanto, si su encuesta encuentra una cobertura del 82 por ciento, la cobertura real para la población es posible que esté entre 77 y 87 por ciento.

- Entre más pequeño el margen de error aceptable, mayor deberá ser el tamaño de muestra utilizado en la encuesta.

Usted debe asegurarse que su encuesta es lo suficientemente grande para lograr el margen de error absoluto que usted requiere. Para monitoreo de metas a nivel nacional, márgenes de error de, digamos, 15 puntos porcentuales o mayores son probablemente demasiado amplios para ser útiles. Usted también debe ponderar la necesidad de precisión contra los costos involucrados al realizar una encuesta muy extensa.

EJEMPLO:

Si usted desea estimar la cobertura de BCG con un error de más o menos 1 punto porcentual, usted necesitará 10,000 niños de 12-23 meses. Esto implicaría visitar 70,000 hogares en un país típico en desarrollo, tarea que muchos países no se atreverían a intentar.

3. **Seleccione un efecto de diseño apropiado.** Cuando se utiliza el muestreo por conglomerados, los informantes en un mismo vecindario no se seleccionan completamente independientes los unos de los otros.

EJEMPLO:

Si los niños dentro de un conglomerado son parecidos con relación a su estado de vacunación, decimos que son “homogéneos.” Esto significa que si un niño dado ha sido vacunado, es probable que sus vecinos o vecinas también lo estén. La homeogeneidad también se aplica a niños que no están vacunados: es probable que otros niños en el mismo conglomerado también estén sin vacunas.

Si los niños dentro de un conglomerado son más homogéneos (o parecidos) que en el total de la población, ello resultará en un mayor error de muestreo que si los mismos niños se hubiesen obtenido mediante una estricta muestra aleatoria simple—es decir, si hubiesen sido seleccionados completamente independientes los unos de los otros.

EJEMPLO:

Una muestra de 1,000 niños obtenida a partir de muestreo por conglomerados conducirá a una estimación menos precisa de la cobertura que otra muestra de 1,000 niños seleccionada mediante muestreo aleatorio simple.

Algunos indicadores serán más afectados por el agrupamiento que otros. La cobertura de vacunas puede ser afectada por la distancia a los centros de salud o por campañas locales de inmunización. La homogeneidad es particularmente severa para indicadores de incidencia de enfermedades infecciosas tales como sarampión (la cual se contagia de niño a niño) al igual que para variables relacionadas con agua y saneamiento (porque los vecinos a menudo comparten los mismos recursos de agua y servicios sanitarios)

La expresión matemática para este agrupamiento se llama el *efecto de diseño*. Depende tanto del grado de similitud entre los niños del mismo conglomerado como del tamaño del conglomerado. Todo lo demás constante, grandes conglomerados conducen a mayores efectos de diseño que conglomerados pequeños.

Como los cálculos del tamaño muestral generalmente se basan en el muestreo aleatorio simple, el tamaño de la muestra debe aumentarse para compensar por un efecto mayor de diseño. A partir de experiencias de otras encuestas de conglomerados, generalmente permitimos un efecto de diseño de 2.0 para la mayoría de las variables, lo cual requiere doblar la muestra en comparación con una muestra aleatoria simple. Para variables de agua y saneamiento, hemos utilizado un efecto de diseño de 10.

Es muy difícil predecir cual será el efecto de diseño antes de llevar a cabo el estudio. A menos que usted tenga una buena razón en contrario, utilice las cifras sugeridas arriba. Una vez que termine la encuesta, usted puede calcular el efecto de diseño (véase el capítulo 7) y usarlo para calcular su margen verdadero de error.

4. Calcule el tamaño muestral con la fórmula:

$$\text{tamaño muestral} = \frac{4 \times \text{proporción} \times (1 - \text{proporción}) \times \text{efecto de diseño}}{\text{margen de error} \times \text{margen de error}}$$

EJEMPLO:

Al usar esta fórmula y los valores dados en los ejemplos de arriba para la cobertura de BCG, en donde:

$$\text{proporción} = 0.8 \text{ (es decir, 80 por ciento)}$$

$$\text{efecto de diseño} = 2$$

$$\text{margen de error} = 0.05 \text{ (}\pm 5 \text{ puntos porcentuales)}$$

tenemos:

$$\text{tamaño muestral} = \frac{4 \times 0.8 \times (1 - 0.8) \times 2}{(0.05 \times 0.05)} = 512$$

Así que el tamaño muestral debe ser 512 niños de edad 12–23 meses. Es decir, para obtener una estimación con un margen de error de más o menos cinco puntos porcentuales (una probabilidad del 95 por ciento que la verdadera tasa caiga entre 75 y 85 por ciento), debemos entrevistar las madres de 512 niños de 1 año.

Estos cálculos se deben repetir para cada uno de los indicadores que se están midiendo en la encuesta. Esto puede hacerse con la ayuda de un programa en una hoja electrónica (véase el Recuadro 4.1, a partir de la página 4.14).

5. Estime el número de hogares que debe visitar. La fórmula de arriba y la hoja electrónica proveen el número de miembros de la población blanco (población objetivo) que se requiere para medir el indicador. Note que la población blanco varía de acuerdo con cada indicador—por ejemplo, niños de 12-23 meses para cobertura de vacunación, niños con diarrea reciente para terapia de rehidratación oral (TRO), hogares para agua y saneamiento, y así sucesivamente—así que es necesario un común denominador.

- ☛ El cálculo del número de hogares que usted debe visitar para encontrar el número requerido en la población blanco permite comparar los requerimientos de tamaño muestral para todos los indicadores. Se debe seleccionar entonces el mayor número de hogares requeridos. Esto garantiza que todos los demás indicadores también serán medidos con iguales o menores márgenes de error.

Para estimar el número de hogares requerido para encontrar un número dado de niños, usted debe conocer el tamaño promedio del hogar y la proporción de niños en la población. Note que entre más grandes sean los hogares y mayor la tasa de natalidad, menor número de hogares tendrá usted que visitar para encontrar un número suficiente de niños en cualquier rango de edad.

EJEMPLO:

Si el tamaño promedio del hogar es seis personas y 3 por ciento de la población está compuesta de niños de edad 12-23 meses, para hallar 512 niños en este rango de edad usted debe visitar $512 \div (6 \times 0.03) = 2,844$ hogares.

- ☛ Consulte el último censo disponible para averiguar el tamaño promedio del hogar y la proporción de niños menores de 5 años en la población. Si usted no tiene esa información, las cifras típicas serían seis personas por hogar y 3 por ciento de la población como niños en cada grupo simple de edad (e.g., 0-11 meses, 12-23 meses, etc.), así que 15 por ciento de la población consistiría de menores de cinco años. Usted también puede usar 25 por ciento como la frecuencia de diarrea en las dos últimas semanas. El Cuadro 4.1 provee orientación para la estimación del número de hogares para medir los indicadores de Metas de Mitad de Década.

6. Tenga en cuenta posibles pérdidas.

En todas las encuestas, algunas de las entrevistas planeadas no se llevan a cabo porque la gente no se encuentra en sus casas y por rechazos. Las estrategias para minimizar estas

Agregue por lo menos el 10 por ciento a su estimación de tamaño muestral para compensar por pérdidas.

pérdidas se discuten en el capítulo 6. Cuando se calcula el tamaño de la muestra, es prudente agregar a la muestra la proporción esperada de pérdidas. Esto puede variar ampliamente de país a país y de áreas urbanas a rurales, particularmente cuando es común el trabajo maternal por fuera del hogar. Usted debe estimar cual es esta proporción, a partir de encuestas anteriores en el país.

EJEMPLO:

Si su muestra estimada es 2,844 hogares, agregue alrededor del 10 por ciento y trate de alcanzar 3,100 hogares.

Cuadro 4.1 Números típicos de hogares a visitar para encontrar, en promedio, un individuo que pertenece a la población blanco para cada indicador de meta de mitad de década

Indicador	Población blanco	Porcentaje de la población total ^a	Número de hogares a visitar para encontrar un individuo ^b
Cobertura para TT2	Madres de niños 0-11 meses	3%	5.56
Otras coberturas de vacunación	Niños 12-23 meses	3%	5.56
Cobertura de vitamina A	Niños 0-23 meses	6%	2.78
Consumo de sal yodada	Hogares	—	1.00
Porcentaje con bajo peso o			
Uso de TRO para la diarrea	Niños 0-59 meses con diarrea	4%	4.17
Enrolamiento escolar	Niños 5-9 años	15%	1.11
Agua y saneamiento	Toda la población	100%	0.17

^aEstimaciones típicas para países de menor desarrollo.

^bAsumiendo seis individuos por hogar.

La discusión que sigue sobre estimación del tamaño muestral incluye al final tres ejemplos de tamaños muestrales: para estimar tendencias (Recuadro 4.2), para análisis subnacional (Recuadro 4.3) y para indicadores de subgrupo—por ejemplo, específicos por género (Recuadro 4.4).

RESUMEN DE CÁLCULOS DEL TAMAÑO MUESTRAL

Basado en un número de simulaciones con datos de diferentes países, la medición de las Metas de Mitad de Década (MMD) con una precisión de 5 puntos porcentuales requerirá una muestra de alrededor de 4,000-5,000 hogares.

La población total de su país no es importante para definir el tamaño de la muestra

Recuadro 4.1
ESTIMACIONES DEL TAMAÑO MUESTRAL (Y CÁLCULOS)
PARA MEDIR LAS METAS DE MITAD DE DÉCADA

Instrucciones para usar la Hoja Electrónica SAMPGOAL.WK1

Entrada de Datos

Siga por favor los pasos siguientes para ingresar sus datos:

1. Corra Lotus o Quattro-Pro (o cualquiera otra hoja electrónica) y abra el archivo SAMPGOAL.WK1.
2. Ingrese los datos en las celdas resaltadas únicamente. Note que todos los porcentajes o proporciones deben ingresarse como decimales (e.g., 15% debe digitarse como 0.15).
3. Suministre los datos específicos del país para los siguientes supuestos básicos:

Celdas C4 y D4. Estos son los efectos de diseño estimados debido al uso de muestreo de conglomerados. Los supuestos iniciales del programa son 2 para la mayoría de las variables y 10 para los indicadores de agua/saneamiento (ya que estos últimos son los que tienen mayor probabilidad de ser más afectados por agrupamiento. A menos que usted tenga información local sobre estos, por favor déjelos como están.

Celda C5. Número promedio de personas por hogar, a partir de censos o encuestas locales.

Celda C6. Porcentaje de población por debajo de los 5 años, también de un censo local o encuesta.

Celda C7. Prevalencia de diarrea en los últimos 15 días entre los niños menores de 5 años. Obtenga este número de estudios anteriores en el país. Si no tiene ninguna información, utilice el valor del supuesto inicial de 0.25.

4. Suministre información sobre los niveles estimados de cobertura para cada uno de los indicadores en las celdas D12 a D24. Puede cambiar los indicadores (columnas A y B), pero por favor asegúrese que se refieren a la misma población blanco (columna C) o es probable que obtenga resultados incorrectos.
5. Ingrese el margen de error que está dispuesto a aceptar en las celdas E12 a E24. Este debe expresarse en puntos porcentuales.

Resultados

La hoja electrónica calcula la muestra blanco (en la columna F)—por ejemplo, el número de niños de 12–23 meses que se requiere para medir cada indicador. También utiliza la información suministrada en la sección superior de la hoja electrónica para calcular cuantos hogares tendrá usted que visitar (columna G) para obtener el número requerido de personas en la muestra blanco. Finalmente, escoja el mayor de los números de hogares como el tamaño de muestra requerido (celda G26).

Quizás la aplicación más útil de esta hoja electrónica es la de realizar simulaciones repetidas, cambiando los parámetros para observar los efectos en el tamaño de la muestra. En particular, pequeños cambios en el margen de error pueden tener efectos importantes en la muestra requerida.

Recuadro 4.1 (continuación)
Cálculos del Tamaño Muestral para Medir las Metas de Mitad de Década

Supuestos Básicos		Bajo	Alto			
Efecto de diseño		2	10			
Personas por hogar		6				
Población <5 años (%)		0.15				
Prevalencia de diarrea (15 días)		0.25		-		
Meta	Indicador	Población blanco	Prevalencia estimada	Margen de error	Muestra blanco requerida	Número requerido de hogares
1.1	Cobertura de DPT3	12-23 meses	0.7	0.05	672	3,733
1.2	Cobertura de sarampión	12-23 meses	0.4	0.05	768	4,267
1.3	Cobertura de OPV3	12-23 meses	0.5	0.05	800	4,444
1.4	Cobertura de BCG	12-23 meses	0.8	0.05	512	2,844
1.6	Cobertura de TT2 (embarazo)	0-11 meses	0.3	0.05	672	3,733
5.1	Cobertura de vitamin A	0-23 meses	0.3	0.05	672	1,867
6.1	Consumo de sal yodada	Hogares	0.2	0.05	512	512
7.1	Uso de SRO(1) en diarrea	Diarrea <5 años	0.4	0.05	768	3,413
7.2	Uso de SRO(2) en diarrea	Diarrea <5 años	0.5	0.05	800	3,556
11.1	Porcentaje con bajo peso para la edad	Todos <5 años	0.4	0.05	768	853
12.4	Enrolamiento escolar	5-9 años	0.7	0.05	672	747
13.1	Agua segura	La población	0.6	0.05	3840	640
13.2	Saneamiento	La población	0.2	0.05	2560	427
Número necesario de hogares						4,444

Box 4.2**CÁLCULOS DEL TAMAÑO MUESTRAL PARA MEDIR TENDENCIAS**

Las discusiones anteriores se refieren a los cálculos del tamaño muestral que se requiere para estimar una proporción con una precisión dada. Tales cálculos son adecuados para muchas Metas de Mitad de Década y del Año 2000, tales como el alcanzar el 80 por ciento en las tasas de inmunización y uso de TRO. Algunas de estas metas, sin embargo, se expresan como reducciones esperadas, tales como la disminución de la prevalencia de desnutrición en 20 por ciento entre 1990 y 1995, o cerrar la brecha educacional en una tercera parte en el mismo período de cinco años. Esta evaluación requiere por lo menos dos encuestas en dos puntos diferentes en el tiempo. Como muchos países no tienen información confiable para 1990, ellos no podrán medir estas metas.

Los cálculos del tamaño de la muestra para medir tales *tendencias* son algo más complejos y no se van a discutir en detalle. Hay sin embargo, dos reglas generales:

- Si sus muestras son completamente independientes (e.g., se utilizan conglomerados diferentes en las dos encuestas) y si su estimación tiene un error de más o menos cinco puntos porcentuales, entonces la menor diferencia en tendencia que usted será capaz de detectar es de 7 puntos porcentuales, o 1.4 veces su margen de error original.
- Si usted utiliza los mismos conglomerados en ambas encuestas, su precisión mejorará y usted podrá medir un cambio del mismo tamaño del error muestral (por ejemplo, cinco puntos porcentuales).*

El uso de los mismos conglomerados en encuestas repetidas tiene ventajas y desventajas. Además de reducir el tamaño de la muestra, simplifica el trabajo de campo porque ya existen mapas y listados para las áreas desde la primera encuesta. Por el lado negativo, las encuestas pueden incluir mensajes educacionales o aumentar la conciencia de la comunidad sobre los problemas de salud y producir cambios en la conducta de salud (conocido como el “efecto Hawthorne”). Las encuestas posteriores en las mismas áreas pueden ser, por lo tanto, engañosas porque esas comunidades ya no serán representativas del país. Cuando se consideren encuestas repetidas, cada país debe ponderar las ventajas y desventajas.

***Nota técnica:** Esto asume una correlación de 0.5 entre las estimaciones a nivel de conglomerado de la primera y la segunda encuesta.

Recuadro 4.3**TAMAÑOS MUESTRALES PARA ESTIMACIONES SUBNACIONALES**

Hasta aquí, hemos estado interesados en los tamaños muestrales necesarios para generar estimaciones nacionales de indicadores para las Metas de Mitad de Década. Algunos de estos indicadores están basados en subgrupos poblacionales específicos (y a veces reducidos) tales como los niños de 12-23 meses, o niños que recientemente tuvieron diarrea. La mayoría de los países, sin embargo, también querrán utilizar las encuestas para proveer estimaciones subnacionales—por ejemplo, a nivel de regiones, provincias o distritos. Estos datos pueden utilizarse para detectar áreas en donde se requieren mayores esfuerzos, lo mismo que para propósitos de programación y evaluación.

Los factores más limitantes que afectan el tamaño de la muestra a nivel nacional son que la inmunización se basa sólo en niños de 12-23 meses y que el uso de TRO usualmente se refiere a niños con diarrea en las dos últimas semanas.

Una posible solución es la de reportar los indicadores a nivel subnacional *para todos los niños menores de cinco años* (o para niños de 12-59 meses para inmunización)* lo mismo que aceptar un margen de error de más o menos 10 puntos porcentuales. Esto reduciría los tamaños de muestra requeridos a niveles subnacionales a cerca de 300 hogares por distrito/región. Una versión separada de la hoja electrónica, llamada DISTRICT.WK1, se incluye para estos cálculos a nivel de distrito.

Con 300 hogares, todavía no se mediría apropiadamente el uso de TRO. Dos opciones serían:

1. Extender el período de referencia de 15 días a un mes, aumentando así el porcentaje de los menores de 5 años con diarrea de alrededor de 25 a cerca de 40 por ciento en un distrito "típico." Esto llevaría a algún sesgo debido al reporte selectivo de episodios más severos, los cuales tienden a ser tratados con mayor intensidad, pero no debería afectar la categorización de los distritos. Aún con un mes de referencia, usted necesitaría 500-600 hogares por distrito para un margen de error de 10 puntos porcentuales, lo cual requeriría cambiar la primera pregunta en el módulo de diarrea para que se refiera al último mes. Se precisa además una pregunta extra para separar los episodios de diarrea que empiezan en los 15 días antes de la encuesta (para reportar sobre las Metas de Mitad de Década del país) del resto.
2. Una segunda opción es preguntar a los planificadores locales de la salud sobre cuáles son los distritos que ellos creen que tienen tasas similares de uso de TRO y analizar los datos a este nivel multidistrital.

Al aumentar las poblaciones blanco para los indicadores de las metas de mitad de la década, usted podrá producir a bajo costo información útil a nivel local para planificación y al mismo tiempo podrá reportar nacionalmente para los subgrupos restringidos requeridos.

*El ampliar estos grupos de edad puede llevar a alguna pérdida de validez en los indicadores seleccionados debido a mala memoria, pero este posible sesgo es probable que sea pequeño desde el punto de vista del planificador de la salud. También puede esperarse que este sesgo opere uniformemente en todos los distritos de tal manera que la categorización de las áreas para la prioridad en las intervenciones no se vería afectada.

Recuadro 4.4
TAMAÑOS MUESTRALES PARA EL ANÁLISIS DE SUBGRUPOS

El análisis de subgrupos puede incluir desglose de los indicadores por género, grupos socioeconómicos y así sucesivamente. Los indicadores basados en subgrupos serán menos precisos que aquellos calculados para la muestra total.

Entre más pequeño el subgrupo, menos precisa la estimación.

Los ejemplos a continuación muestran como los márgenes de error aumentan para subgrupos más pequeños. A partir de una muestra general con un margen de error de más o menos cinco puntos porcentuales para un indicador dado,* uno tendría:

- Un margen de error de aproximadamente ± 6.3 puntos porcentuales para indicadores específicos por género (asumiendo 50 por ciento de niños y 50 por ciento de niñas en la muestra).
- Un margen de error de aproximadamente ± 8.6 puntos porcentuales para un subgrupo que comprenda el 20 por ciento de la muestra (por ejemplo, una categoría socioeconómica dada).

Estos resultados muestran que si el margen general de error es de alrededor de cinco puntos porcentuales, también se obtendrán resultados razonablemente precisos para indicadores específicos por género, lo mismo que para otros subgrupos que comprendan por lo menos 20 por ciento o más de toda la muestra.

**Nota técnica:* A partir de una estimación de cobertura del 50 por ciento y un efecto de diseño de 2.0. También supone que la cobertura en cada subgrupo está cercana al 50 por ciento.

Decida sobre el Número Total de Conglomerados

Una consideración básica en la decisión sobre el tamaño de sus conglomerados es estimar el número de hogares que pueden ser cubiertos en un día por su equipo de entrevistadoras. Usted no desea que sus entrevistadoras gasten más de un día en un conglomerado dado, ni tampoco quiere que terminen las entrevistas a las, digamos, 3 P.M. y que no tengan más trabajo para el resto del día.

EJEMPLO:

Asumamos que su entrevista requiere 10 minutos por cada niño menor de 5 años y 3 minutos por niño de 5-9 años (Módulo de Educación únicamente), más 5 minutos para las preguntas del hogar. Un hogar típico incluirá un niño en cada uno de esos grupos (véase el Cuadro 4.1) y por lo tanto tomará 18 minutos. Agregue 5 minutos adicionales para movilizarse de casa a casa. Considerando un día de trabajo de 6 horas (para incluir transporte de ida y vuelta al área seleccionada y el descanso de mediodía), una entrevistadora cubriría alrededor de 15 hogares por día [(6 horas \times 60 minutos) \div 23 minutos]. Un equipo de dos entrevistadoras cubriría 30 hogares por día, lo cual se convierte entonces en el tamaño del conglomerado.

- ☛ Usted debe realizar una prueba del cuestionario para estimar cuanto tiempo toma la entrevista. Los trabajadores de campo deben estar bien familiarizados con el cuestionario antes de la prueba pues el entrenamiento reduce notablemente la duración de la entrevista. Debido a la distancia, el trabajo de campo en el área rural es siempre mucho más lento que el de áreas urbanas.

Los tamaños típicos de los conglomerados fluctúan entre 20 y 40 hogares. No utilice un conglomerado mayor de 100 hogares. Siempre es mejor utilizar un mayor número de conglomerados pequeños que un menor número de conglomerados grandes.

El número de conglomerados está dado por la fórmula:

$$\text{Número de conglomerados} = \frac{\text{Número total de hogares en la muestra}}{\text{tamaño del conglomerado}}$$

EJEMPLO:

Suponiendo que el equipo de entrevistadoras puede completar 30 hogares en un día y si la meta es una muestra nacional de 4,500 hogares, usted necesitaría $4,500/30 = 150$ conglomerados.

La mayoría de muestras nacionales incluirán 100 o más conglomerados. Para estimaciones subnacionales, trate de tener 15 a 20 conglomerados en cada provincia, estado o distrito. En caso de duda, aumente el número de conglomerados a muestrear.

Utilice un Diagrama de Flujo para Seleccionar su Esquema de Muestreo

Cuando se selecciona un esquema de muestreo, es deseable apuntar hacia la muestra mas precisa y menos sesgada. Esta selección se ve afectada por la disponibilidad de datos poblacionales para la construcción de un marco muestral. Finalmente, consideraciones de tiempo, factibilidad y costos pueden desempeñar un papel importante.

Se puede utilizar un gran número de combinaciones de diferentes tipos de muestreo para producir una muestra polietápica para una encuesta de indicadores múltiples. El diagrama de flujo en el Gráfico 4.1 (véase la página 4.21) ilustra las decisiones que pueden tomarse. Este ejemplo se refiere a una muestra

trietápica en la cual primero se seleccionan áreas mayores; la segunda etapa incluye la selección de áreas menores dentro de las áreas mayores; y la tercera etapa consiste en la selección de hogares dentro de cada una de las áreas menores. Las alternativas finales rotuladas A a D en la parte inferior derecha del diagrama de flujo, se clasifican en orden de preferencia.

A menos que pueda terminarse en pocos meses a un costo razonable, la encuesta no puede utilizarse para el monitoreo de metas y la planificación subnacional.

- ☛ Para el diseño del esquema muestral, usted necesitará la ayuda de profesionales que estén familiarizados con los tipos de datos poblacionales disponibles en el país (tales como oficiales de la oficina del censo o demógrafos), al igual que expertos muestrales. Si estos últimos no están disponibles localmente, se deberá gestionar asistencia internacional.

La amplia experiencia con las encuestas PAI en los años ochenta demostró que una encuesta no tiene que ser perfecta para producir datos utilizables. Los métodos de muestreo tienen que ser lo suficientemente buenos para los propósitos para los cuales se utilizarán los resultados.

Como Seleccionar las Áreas Mayores

El primer rubro en el diagrama de flujo es si existe información disponible sobre el tamaño poblacional de áreas mayores. Estas pueden ser divisiones administrativas tales como estados o provincias, distritos, municipalidades, y así sucesivamente. Las áreas mayores típicamente tienen poblaciones que van de varios miles a millones. Para usar muestreo probabilístico se requiere tener información apropiada sobre el tamaño poblacional de esas grandes áreas—es decir, un marco muestral. Usted tiene varias opciones (en orden de exactitud):

1. Puede acudir a un censo reciente (dígase dentro de los últimos 5-10 años).
2. Una Encuesta de Demografía y Salud (EDS) reciente u otra encuesta nacional de hogares constituyen otra opción. Aunque éstas no proveen datos sobre el tamaño de la población de por sí, los marcos muestrales nacionales requieren ser actualizados antes de poder implementarse.
3. Si no están disponibles ni un censo reciente ni un marco muestral, pero el crecimiento de la población ha sido uniforme en todo el país, se puede utilizar la información poblacional del último censo.
4. Si no hay un censo reciente u otro marco muestral y el crecimiento poblacional no ha sido uniforme (debido a migración o a desastres, por ejemplo), usted debe tratar de estimar los cambios regionales en consulta con expertos locales, incluyendo demógrafos, planificadores o trabajadores en el instituto de estadística.

Si bien usted debe intentar tener el mejor marco muestral posible, éste no tiene que ser completamente exacto. Pasos posteriores del esquema de muestreo pueden ayudar a corregir algunas de las inconsistencias en su marco.

Las opciones 1 a 3 suministran información para usar la población de una área mayor para implementar la primera etapa de muestreo. La opción 4, cuando se implementa exitosamente, también lo permitirá.

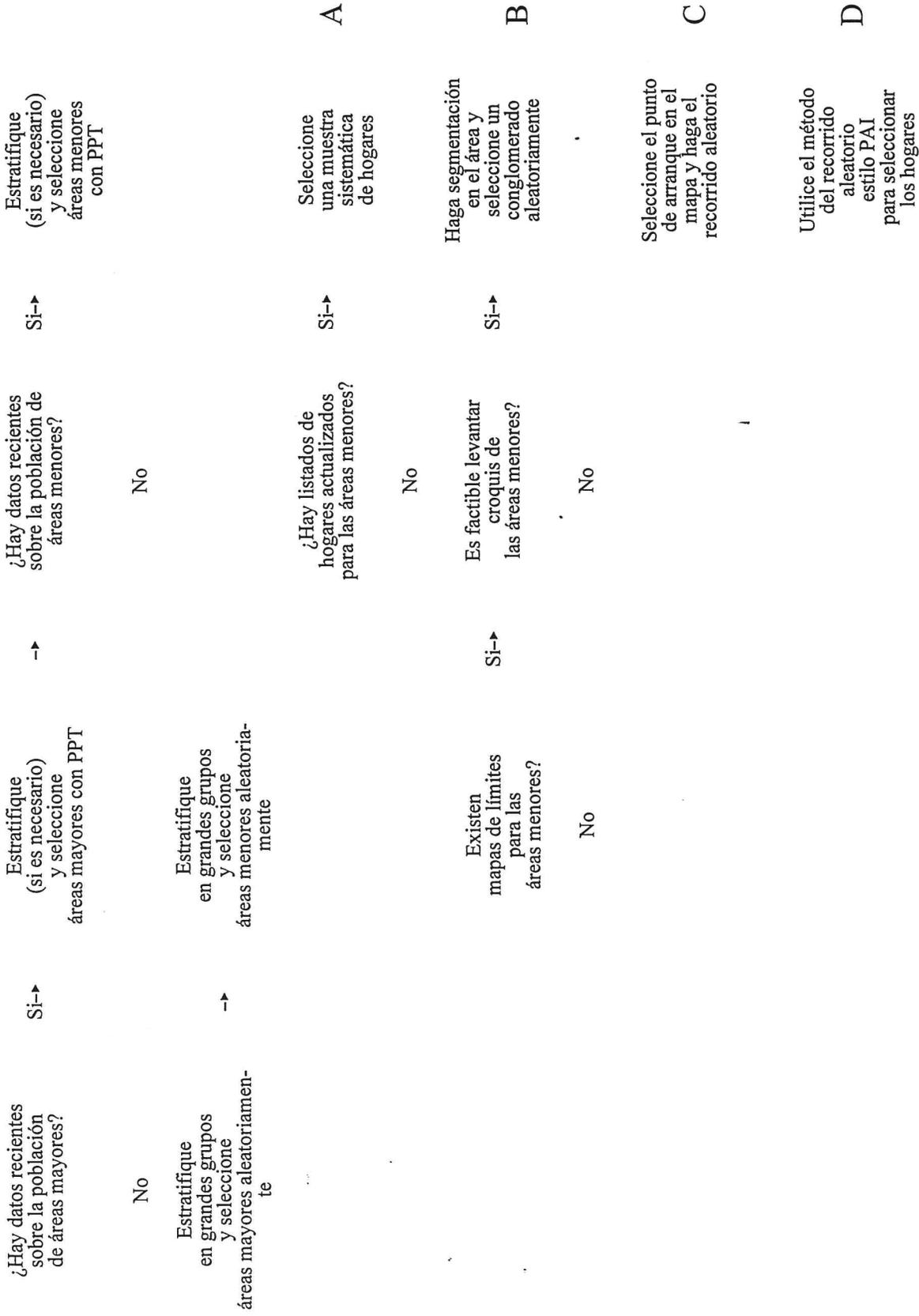


Gráfico 4.1 Diagrama de flujo para la selección del esquema de muestreo

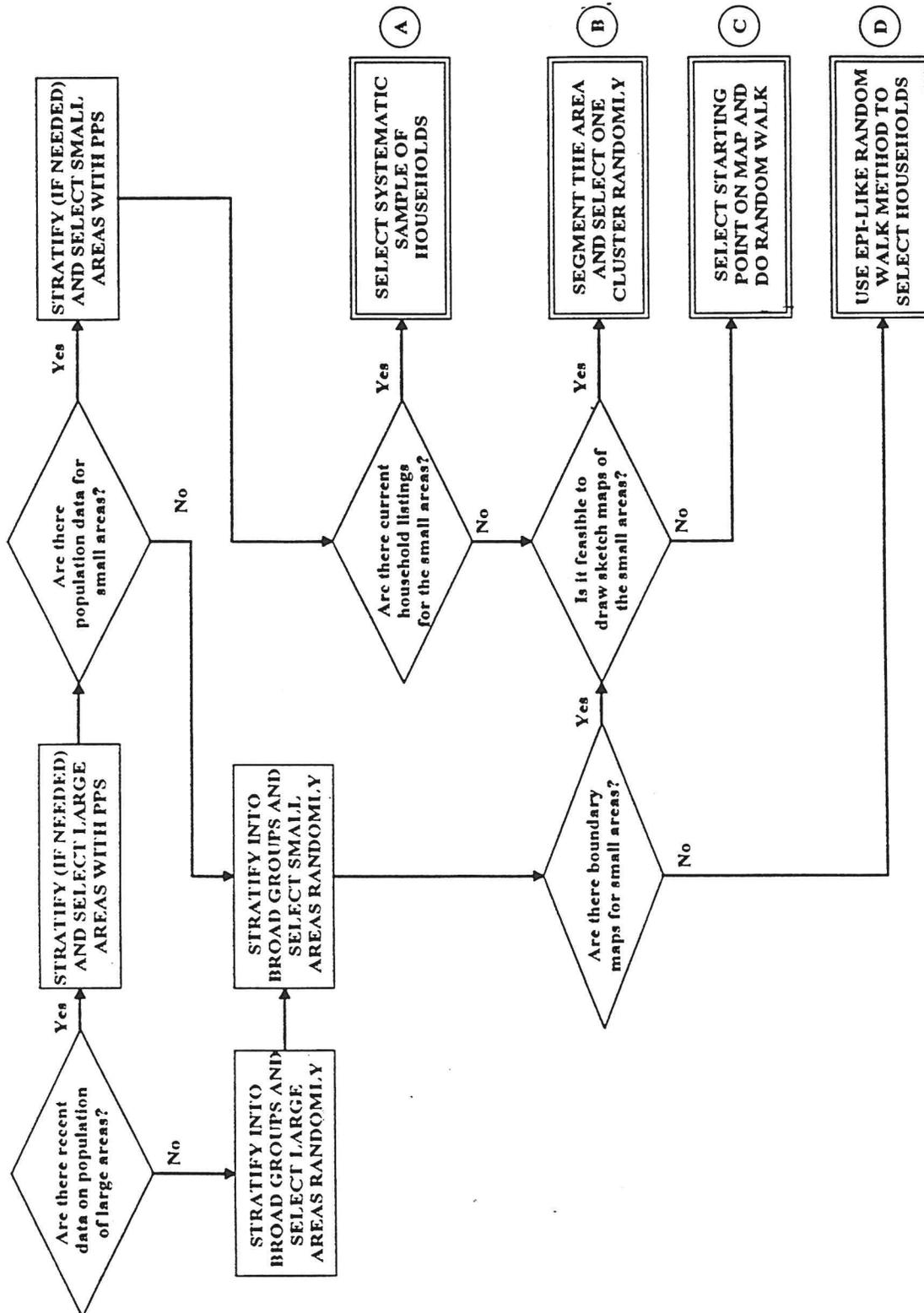


FIGURE 4.1. FLOWCHART FOR SELECTING THE SAMPLING SCHEME.

Una vez el marco muestral está disponible, usted puede completar la primera etapa de muestreo mediante estratificación, mediante probabilidad proporcional al tamaño (PPT) o con una combinación de los dos. Esta etapa puede ser igualmente dividida en dos o más subetapas.

EJEMPLO (1):

Supongamos que usted desea estimaciones separadas para cada provincia en el país. Usted estratificaría el país en provincias y tomaría muestras de igual tamaño en cada una para obtener estimaciones a nivel provincial. Para las estimaciones de los indicadores a nivel nacional, sería necesario ponderar los resultados provinciales de acuerdo con el tamaño poblacional de cada provincia.

EJEMPLO (2):

Supongamos que usted no puede darse el lujo de obtener estimaciones separadas para cada provincia, pero que su país está dividido en tres regiones gruesamente similares, la capital (con 30 por ciento de la población), las provincias costaneras (con 50 por ciento) y las provincias del interior (con 20 por ciento). Usted puede entonces seleccionar muestras de igual tamaño en cada región para obtener estimaciones regionales. Usted produciría luego las estimaciones nacionales ponderando los resultados de acuerdo con los tamaños poblacionales.

En unos pocos países, particularmente aquellos bajo situación de emergencia, ninguna de las opciones presentadas arriba para obtener un marco muestral podría estar disponible (véase el diagrama de flujo). Uno trabajaría entonces con informantes locales para estratificar el país en categorías amplias de áreas mayores. Este enfoque no proporciona una estricta muestra probabilística debido a la falta de información sobre el tamaño de la población. Sin embargo, si no está disponible un marco muestral apropiado, esta opción puede al menos proporcionar información apropiada sobre los niveles de los indicadores.

EJEMPLO:

Siguiendo el ejemplo de arriba, el país puede dividirse en la capital, la región costera y la región interior y se toman muestras de igual tamaño en cada región. A diferencia del ejemplo anterior, no sería posible ponderar los resultados porque usted no conoce el tamaño de la población en cada estrato.

Después de haber seleccionado las áreas mayores, el próximo paso es seleccionar las áreas menores.

Como Seleccionar las Áreas Menores

La segunda pregunta en el diagrama de flujo se refiere a las áreas menores. Éstas incluyen áreas de enumeración censal o unidades administrativas pequeñas tales como comunidades, aldeas o unidades submunicipales. Las áreas menores tendrán típicamente menos de 1,000 hogares. Si uno quiere usar muestreo probabilístico en esta etapa, se requerirán datos sobre el tamaño de la población y mapas con límites. El diagrama asume que, si existen datos poblacionales, los mapas de límites también estarán disponibles.

Si se ha realizado un censo reciente, los datos sobre las áreas de enumeración deberían estar disponibles. Sin embargo, estos pueden no estar disponibles para los investigadores. Si están disponibles, las áreas de enumeración tienen la ventaja de (1) dividir la población en áreas mutuamente excluyentes de tal manera que cada hogar queda asignado a una área y sólo a una, y (2) ser generalmente de tamaño uniforme porque a menudo quedan definidas por el área que puede cubrir un enumerador.

Una alternativa al uso de áreas de enumeración censal es la de usar unidades administrativas pequeñas, siempre y cuando éstas incluyan toda la población y no haya traslapo entre las diferentes unidades.

Una vez se obtenga la información sobre los tamaños poblacionales de las áreas menores, éstas se pueden seleccionar con PPT. El cuadro que ilustra la selección con PPT en una sección anterior muestra como se seleccionan aldeas dentro de un distrito.

Si se utilizan aldeas como unidades de muestreo, usted debe asegurarse que cada hogar rural disperso pertenece a una aldea dada.

Si se utilizan áreas de enumeración y éstas son de aproximadamente el mismo tamaño, usted puede utilizar muestreo aleatorio simple en vez de PPT, puesto que cada hogar tendrá aproximadamente la misma probabilidad de quedar seleccionado.

Si al seguir el diagrama usted encuentra que no hay datos sobre las áreas menores, usted debe trabajar con informantes locales para dividir las áreas mayores en grupos amplios de áreas menores para luego seleccionar aleatoriamente dentro de cada grupo.

EJEMPLO:

Supongamos que una área mayor (distrito) tiene una ciudad lo mismo que pueblos, aldeas y hogares rurales dispersos. Supongamos también que hay tierras altas y tierras bajas. Deben crearse estratos de acuerdo con estas características, si es posible, con estimaciones poblacionales crudas. Los informantes locales intentarán luego hacer un listado completo de los nombres de las áreas menores (e.g., pueblos, aldeas, y vecindarios rurales) en cada estrato. En cada estrato se seleccionará entonces, probabilísticamente—a partir de las estimaciones poblacionales crudas—un número de áreas menores.

Como se anotó arriba, el uso de informantes claves no proporciona una muestra estrictamente probabilística, pero puede ser la única alternativa bajo ciertas circunstancias.

Después de seleccionar las áreas menores, se requiere seleccionar los conglomerados con los hogares que se van a visitar.

Como Seleccionar los Conglomerados

La mayoría de las áreas menores incluyen varias veces más hogares que el tamaño escogido para nuestro conglomerado. Es entonces necesario muestrear hogares dentro de estas áreas. El diagrama de flujo muestra que hay cuatro formas básicas de hacerlo: enumeración (opción A en el diagrama de flujo), segmentación (opción B), o el método del recorrido aleatorio (subdividido a su vez en las opciones C y D). Las principales ventajas y desventajas de los métodos se resumen en el Cuadro 4.2.

Al seleccionar un método, usted debe considerar las ventajas y desventajas, lo mismo que las limitaciones locales, incluyendo la disponibilidad de mapas e información sobre los tamaños poblacionales, consideraciones de tiempo y costo, características geográficas, tipo de personal de campo disponible.

Cuadro 4.2. Algunas ventajas y desventajas de los principales métodos de seleccionar hogares dentro de un área menor

Método de selección	Ventajas	Desventajas
Enumeración	<ul style="list-style-type: none"> • Estricta muestra probabilística. • Ajusta por cambios en la población. • No utiliza hogares contiguos y por lo tanto se aproxima más a muestreo aleatorio simple. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita levantar listados y mapas de los hogares. • Los hogares no son contiguos por lo cual el trabajo de campo toma más tiempo. • Las viviendas deben ser identificadas con precisión.
Segmentación	<ul style="list-style-type: none"> • Estricta muestra probabilística. • Ajusta por cambios en la población. • Economiza tiempo al utilizar hogares contiguos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita tiempo extra para levantar los croquis. • El uso de hogares contiguos puede afectar la homogeneidad de la muestra. • Los supervisores necesitan entrenamiento riguroso para preparar los croquis y para la segmentación de áreas.
Recorrido aleatorio	<ul style="list-style-type: none"> • Economiza tiempo al utilizar hogares contiguos. • No requiere preparación de mapas. • Ampliamente conocido y utilizado en muchos países por no expertos. • Particularmente adecuado para poblaciones dispersas y segmentos grandes. • Puede producir una muestra insesgada. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es una muestra estrictamente probabilística • No tiene en cuenta cambios en la población. • El uso de hogares contiguos puede afectar la homogeneidad de la muestra. • Requiere un riguroso entrenamiento de entrevistadoras para la localización de viviendas y estrecha supervisión.

Enumeración. La enumeración consiste en la preparación de mapas y listados de los hogares en el área menor y luego la selección de una muestra, generalmente sistemática. Es el método preferido para países en donde los listados y mapas se encuentran disponibles (por ejemplo, en las instituciones de salud). Sin embargo, en el contexto de una sola encuesta de indicadores múltiples, no recomendamos este método a menos que existan listados actualizados de hogares, debido al tiempo requerido para la etapa inicial de listado y levantamiento de mapas de hogares (véase el Cuadro 4.2). El listado “actualizado” de hogares no debe tener más de dos años.

Segmentación. El diagrama de flujo muestra que la próxima opción es la segmentación. Note que cuando los datos poblacionales no están disponibles pero sí los mapas de límites, puede utilizarse la segmentación.

La segmentación requiere manejar o caminar por-toda la extensión del área menor y hacer un mapa aproximado con la localización de los hogares. Este mapa no tiene que ser completamente exacto ni tampoco hay necesidad de tener un listado completo de los hogares. El mapa, sin embargo, debe cubrir la totalidad del área menor y los segmentos deben ser mutuamente excluyentes.

Después del levantamiento del croquis, el área se divide en segmentos de aproximadamente igual tamaño. El tamaño de cada segmento queda determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{tamaño del segmento} = \frac{\text{número real de hogares en el área} \times \text{tamaño deseado del conglomerado}}{\text{número estimado de hogares en el área}}$$

EJEMPLO:

Su estimación del censo pasado le dice que debe haber 510 hogares en el área. Como usted desea conglomerados de 40 hogares en promedio, el área debe ser dividida en 12.75 segmentos (o 13 en números redondos). Su mapa esquemático muestra que el número de hogares desde el censo ha aumentado a 600. Divida el área en 13 segmentos de igual tamaño con 46 hogares (redondeo de 46.15) cada uno. Seleccione uno de estos aleatoriamente e incluya todos los hogares en la muestra.

Como la segmentación proporciona un ajuste automático por inexactitudes en el marco muestral y también debido a que es una muestra estrictamente probabilística, debe utilizarse siempre que sea factible visitar la totalidad del área seleccionada para dibujar los croquis y para segmentar el área antes de la recolección de los datos. Las consideraciones de factibilidad deben incluir tiempo, costos, tamaño geográfico y disponibilidad de personal de supervisión experimentado—por ejemplo, de un departamento de estadística o de la oficina del censo. El capítulo 6 describe en detalle los pasos requeridos para la segmentación.

Una ventaja importante de los métodos de enumeración y segmentación es que corrigen por inexactitudes en los marcos muestrales para las áreas pequeñas.

Métodos del Recorrido Aleatorio. Los métodos del recorrido aleatorio se basan en el método original de encuestas de conglomerados PAI. Estos métodos no producen muestras estrictamente probabilísticas, pero en muchas circunstancias proporcionan muestras de hogares virtualmente insesgadas. También son muy factibles y rápidos y en algunos países pueden constituir la sola alternativa viable.

Aún si los mapas de las áreas menores estuviesen disponibles, es probable que no sea factible levantar los croquis de los hogares. Esto puede ocurrir cuando las unidades muestrales en esta etapa (por ejemplo, sectores censales o aldeas) cubren grandes áreas geográficas y/o cuando los hogares están dispersos en toda el área. Bajo tales circunstancias, la preparación de los mapas puede requerir mucho tiempo. Usted entonces seleccionará la opción C, escogiendo aleatoriamente uno de varios puntos de arranque en el mapa de límites y utilizando este punto para iniciar el

recorrido aleatorio. Este método se describe en más detalle en el capítulo 6.

Si no hay mapas de límites, se pueden usar varias modificaciones al método PAI del recorrido aleatorio (opción D). El método original y sus limitaciones se discuten en el Recuadro 4.5 y el capítulo 6 presenta una versión modificada del método que supera algunos de estos problemas.

La ventaja de la opción C en comparación con la opción D es que usted puede utilizar un mapa de límites que esté disponible para designar puntos de arranque dentro de la totalidad del área menor. En la opción D no hay mapas disponibles, por lo cual usted debe recurrir a formas alternativas de localizar un punto de partida, las cuales se describen en el Recuadro 4.5 lo mismo que en el capítulo 6.

EJEMPLOS DE PAÍSES

La experiencia en la ejecución de encuestas de indicadores múltiples en tres países—Bangladesh, Brasil y Jordania—se describe en las secciones siguientes:

Bangladesh

En 1992, 1993 y 1994 se ejecutaron encuestas nacionales de indicadores múltiples en Bangladesh. Estas encuestas estaban orientadas a proporcionar datos nacionales sobre los indicadores de metas de mitad de década lo mismo que a nivel de distrito con fines programáticos. A partir del marco muestral del censo de 1991, el país se dividió en 75 estratos (o áreas mayores): las áreas rurales de 64 distritos y 11 dominios urbanos incluyendo las cuatro áreas metropolitanas—dos de las cuales fueron adicionalmente divididas en estratos de tugurios y no tugurios—y muestras de otras áreas urbanas. En cada área mayor se listaron todas las 'uniones' (unidades administrativas de 3,000–4,000 hogares) siguiendo un orden geográfico y 13 fueron seleccionadas con PPT. Para cada unión seleccionada se listaron todos los *mouzas* (en áreas rurales) o *mahallahs* (en las áreas urbanas). *Mouzas* y *mahallahs* son subdivisiones administrativas, cada una con 250-300 hogares; se hará referencia a ellas como "áreas menores" a través de toda esta descripción de la encuesta de Bangladesh.

Después del listado, se seleccionó un área en cada unión, de nuevo usando PPT. Por lo tanto, 13 áreas menores fueron seleccionadas en cada distrito o dominio urbano. En cada una de estas 13 áreas se usó el método de segmentación. La mayoría de áreas tenían mapas actualizados con todos los hogares los cuales habían sido dibujados por trabajadores de la salud, por lo cual el levantamiento de croquis solo se requirió para unos pocos casos. Cada segmento contenía, en promedio, 40 hogares. En cada área menor se seleccionó un segmento en forma aleatoria y todos sus hogares fueron incluidos en la muestra. Cada distrito tenía, por lo tanto, 520 hogares en promedio (13 x 40). Esto fue suficiente para estimar todos los indicadores de metas de mitad de la década con márgenes de error de 10 puntos porcentuales o menos.

Los datos de las diferentes muestras urbanas y rurales fueron ponderados para proporcionar estimaciones nacionales. Como la muestra nacional comprendió 39,000 hogares (520 x 75), su margen de error fue mucho menor que los cinco puntos porcentuales utilizados en los ejemplos de arriba. Esta muestra así de grande resultó del gran número de distritos en el país y de la necesidad de tener datos específicos a nivel de distrito. La mayoría de los países requerirán muestras más

pequeñas, como se notó arriba en la sección sobre tamaño de la muestra.

Otra excepción en las encuestas de Bangladesh es el uso de 13 conglomerados por distrito, mientras que arriba recomendamos por lo menos 20. Esta selección se basó en consideraciones prácticas como resultado del gran número de distritos y estratos urbanos, lo mismo que en el hecho que estas áreas eran geográficamente pequeñas y que las características de la población dentro de cada una parecía ser razonablemente uniforme. La muestra nacional incluyó 975 conglomerados (13×75).

El ejemplo de Bangladesh ilustra como es posible combinar el proceso de obtener resultados nacionales para el monitoreo de metas con la generación de datos a nivel de distrito con propósitos de programación.

Brasil

Varias muestras de indicadores múltiples se realizaron en varios estados del Nordeste del Brasil a comienzos de los años noventa. Éstas estaban dirigidas a la medición de la salud del niño y a los indicadores de nutrición con propósitos de monitoreo y de programación. El ejemplo que sigue está basado en la encuesta de 1991 en el estado de Pernambuco, con una población de aproximadamente 7 millones.

Una muestra de 1,000 niños se requería para medir los indicadores con un margen de error de más o menos tres puntos porcentuales, utilizando un efecto de diseño de 2.0. A partir de información sobre tamaño del hogar y la proporción de la población por debajo de cinco años, se tuvo que visitar 1,920 hogares. Como el cuestionario era extenso—cubriendo los niños menores de cinco años al igual que las mujeres de 15–49 años—y a que los hogares a menudo estaban bien dispersos, se fijó el tamaño del conglomerado en 12 hogares.

En la primera etapa de muestreo se listaron todas las municipalidades (“áreas mayores”) comenzando con la ciudad capital y siguiendo un orden geográfico. Se seleccionaron 20 números utilizando PPT. Como la ciudad capital incluía 15 por ciento de la población, fue seleccionada tres veces ($.15 \times 20$).

En la segunda etapa de muestreo se seleccionaron ocho sectores censales (“áreas menores”) en cada municipio con muestreo aleatorio simple, para un total de 160 conglomerados (20×8) para el estado. En la capital, la cual había sido seleccionada tres veces, se tomaron 24 áreas de enumeración (3×8). Cada área de enumeración incluye 200-300 hogares y como su tamaño es uniforme no se requirió PPT en esta etapa. Estas áreas cubren la totalidad del municipio, tanto los hogares urbanos como los rurales. En cada área de enumeración se marcaron entre cuatro y seis puntos de arranque arbitrarios y uno de ellos fue seleccionado aleatoriamente. Los doce hogares más cercanos a este punto y pertenecientes al área de enumeración se incluyeron en la muestra.

Note que esta muestra es autoponderada, es decir, no hay necesidad de ponderar las estimaciones.

Recuadro 4.5
EL MÉTODO ESTÁNDAR PAI DE ENCUESTAS POR CONGLOMERADO

En el método PAI estándar, se seleccionaron 30 aldeas con PPT dentro de un distrito. Se seleccionó un punto de arranque en una localización central, tal como un establecimiento de salud. Se hizo girar una botella en este punto y la entrevistadora contó el número de hogares hasta el final de la aldea y se seleccionó uno aleatoriamente. Los hogares siguientes se seleccionaron pasando a la casa cuya puerta del frente estaba más cercana a la casa que acababa de ser visitada, hasta que se cubrían siete niños 12-23 meses (rango de edad de interés para la cobertura de vacuna). Este método es conocido como el "recorrido aleatorio."

Han surgido varias preocupaciones con relación a este método, entre otras:

1. En la mayoría de países, las poblaciones rurales no están tan nítidamente organizadas en aldeas con límites bien definidos, pero viven en hogares más o menos dispersos.
2. El esquema puede sobremuestrear hogares cercanos al centro de la aldea lo cual podría no ser representativo de toda la aldea. Al pasar de un hogar a otro, es probable que los hogares rurales dispersos queden subrepresentados.
3. Al parar cuando se completa un número fijo de niños (no de hogares), el método sobremuestra áreas con pocos niños (donde se requeriría visitar muchos hogares para encontrar siete niños) y subrepresenta áreas con muchos niños (donde se encontrarían siete niños después de unos pocos hogares).
4. Es muy difícil asegurar que los trabajadores de campo han seguido las instrucciones relacionadas con el "recorrido aleatorio."
5. El método de selección no garantiza que cada hogar tiene una probabilidad conocida de selección. Por lo tanto, no es una estricta muestra probabilística. Este es un punto más bien técnico pero ha causado preocupación entre muchos estadísticos porque, estrictamente hablando, usted no puede calcular los márgenes de error de los indicadores.

Estos asuntos no vician la utilidad de la encuesta tipo PAI para estimar la cobertura de vacuna para fines programáticos en donde se puede tolerar un rango amplio de errores. Muestran, sin embargo, que el método puede ser mejorado.

Jordania

Una encuesta nacional para la determinación de la cobertura de inmunización, manejo de la diarrea y mortalidad infantil se ejecutó en 1991 en Jordania siguiendo la metodología PAI de encuestas por conglomerado. Una muestra de 12,600 hogares se necesitaba para estimar mortalidad infantil específica por causas. Note que esta muestra es considerablemente mayor que la que usualmente se requiere para estimar cobertura de vacuna o de TRO, pero los estudios de mortalidad generalmente requieren visitar bastantes hogares para identificar un número suficiente de muertes.

En la primera etapa de muestreo, el Reino se dividió en siete gobernaciones. Como se deseaban estimaciones separadas para cada una de éstas, se adoptó la muestra PAI estándar de 30 conglomerados por gobernación. Cada conglomerado incluyó 60 hogares, lo cual aseguraba que la muestra nacional sería del tamaño requerido ($30 \times 60 \times 7 = 12,600$). El uso de muestras fijas en todas las gobernaciones, independientemente de sus poblaciones, requirió ponderación más tarde en el análisis.

Dentro de cada gobernación se utilizó muestreo polietápico. Primero se estratificaron las localidades en nueve grupos de acuerdo con el tamaño poblacional y se designó un número de conglomerados en cada estrato a partir de su población total. El número requerido de localidades fue luego seleccionado dentro de cada estrato con PPT. A continuación, se seleccionaron bloques dentro de cada localidad y finalmente se seleccionaron hogares dentro de cada uno de estos bloques.