

Nota de aceptación

Firma Asesor del Trabajo de Grado

Firma Segundo Lector

Firma Jefe de Programa

Neiva, 31 Enero de 2011

Procesos Estocásticos a partir de una Aplicación de las Cadenas de Markov

Por:

PAUL ALEJANDRO SERPA QUINTERO

Código 2004201888

RONAL JAVIER SÁNCHEZ TORRENTE

Código 2004202123

Asesor:

RENÉ VIVEROS GUTIÉRREZ

Universidad Surcolombiana

Facultad de Educación

Programa de Licenciatura en Matemáticas

Neiva (Huila)

Enero de 2011

AGRADECIMIENTOS

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en el camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante nuestros estudios.

Agradecer hoy y siempre a nuestras familias por su apoyo incondicional y comprensión ya que sin ellos no habríamos podido finalizar nuestra carrera.

De igual manera mis más sincero agradecimiento al profesor Réne Viveros Gutiérrez, Licenciado en Matemáticas y física, profesor de la Universidad Surcolombiana de Neiva, por su atenta y valiosa colaboración en el proceso de elaboración de este trabajo que tendrá como feliz término nuestra graduación como Licenciados en Matemáticas. A los profesores que forman parte del programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Surcolombiana; Ricardo Cedeño Tovar, Hernando Gutierrez Hoyos, Augusto Silva Silva y Mauricio Penagos por ser los portadores de magnificas experiencias, que han enriquecido tanto nuestras vidas como seres humanos, como también en el ámbito profesional.

Índice general

1. Presentación	5
2. Justificación	6
3. Objetivos	7
3.1. Objetivo general	7
3.2. Objetivos específicos	7
4. Marco Conceptual	8
4.1. Población o universo	8
4.2. Unidad y elemento	8
4.3. Muestra o investigación parcial	9
4.4. Elementos de muestreo	9
4.5. Procesos estocásticos	11
4.6. Cadenas de Markov	13
4.6.1. Concepto	13
4.6.2. Clases de estados	14
4.6.3. Clasificación de las Cadenas de Markov	18
4.7. Matriz de transición	19
4.8. Vector de probabilidades iniciales	20
5. Aplicación de las Cadenas de Markov para Pronóstico de votación	21
5.1. Cadenas de Markov de primer orden	21
5.2. Formulación del modelo	22
5.3. Formulación del proceso de votación Como una Cadena de Markov	22
5.4. Matriz de transición	25
5.5. Resultados	30
6. Conclusiones	33

ÍNDICE GENERAL	3
----------------	---

7. Bibliografía	34
------------------------	-----------

8. Anexos	35
------------------	-----------

Índice de cuadros

5.1. Formulación del modelo	22
5.2. Formulación del proceso de votación	23
5.3. Listado de candidatos y mediciones de intención de voto	24
5.4. Tabulación encuesta 3	25
5.5. Tabulación encuesta 3 con respecto a la encuesta 4	26
8.1. Medición 2	35
8.2. Ficha técnica medición 2	36
8.3. Descripción de la muestra medición 2	37
8.4. Medición 3	38
8.5. Ficha técnica medición 3	39
8.6. Descripción de la muestra medición 3	40
8.7. Medición 4	41
8.8. Ficha técnica medición 4	42
8.9. Descripción de la muestra medición 4	43
8.10. Medición 5	44
8.11. Ficha técnica medición 5	45
8.12. Descripción de la muestra medición 5	46
8.13. Medición 6	47
8.14. Ficha técnica medición 6	48
8.15. Descripción de la muestra medición 6	49

Presentación

En 2010 nuestro país atravesó por un periodo electoral, en el cual nosotros como ciudadanos estuvimos directamente involucrados en dicho proceso pues somos nosotros los encargados de elegir al presidente que gobernará por un periodo de cuatro años.

Hemos convenido aprovechar el tema de las anteriores elecciones para Presidente de la República, específicamente tomamos como base para nuestro análisis encuestas tomadas de la Revista Semana, realizadas en el año 2009 y primer semestre del 2010, elecciones de las cuales ya el país tiene resultados reales desde el 20 de junio del 2010, para aplicar los procesos estocásticos por medio de las cadenas de Markov, a fin de comprobar que este método arroja resultados precisos con la realidad electoral.

Es importante para nosotros que en este trabajo de grado quede demostrado la aplicabilidad y la importancia de los Procesos Estocásticos (Cadenas de Markov) a problemas de tipo cotidiano. Queda esperar que este trabajo sea del agrado del lector, pues consideramos que este proyecto puede servir a otras personas interesadas en continuar con estudios e investigaciones relacionadas al tema.

Justificación

En la sociedad colombiana es clara la variabilidad a la hora de tomar decisiones respecto a un candidato a la presidencia, pues dicha decisión depende en muchos casos de factores morales, intelectuales, sociales y económicos, entre otros. Lo anterior dificulta la predicción de la intención de voto de una persona. Para eliminar tal obstáculo nuestro trabajo se basará en encuestas hechas por medios masivos de comunicación en el cual ya se establece la preferencia de colombianos y su intención de voto.

Una vez definida la fuente de la información aplicaremos los Procesos Estocásticos con el fin de pronosticar los porcentajes del cambio con la intención de voto dado que las encuestas fueron hechas en tiempos diferentes.

A continuación haremos una introducción teórica de los contenidos relacionados con la toma de muestras estadísticas y los procesos estocásticos con el fin de tener fundamentos necesarios para poder solucionar nuestro problema y obtener resultados acordes a los reales de las elecciones presidenciales de nuestro país para el periodo 2010 - 2014.

Objetivos

3.1. Objetivo general

- Inferir un juicio a partir de los resultados obtenidos de un análisis de los datos tomados en las mediciones de intención de voto de los colombianos de la Revista Semana para las elecciones presidenciales de nuestro país para el periodo 2010 - 2014.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar la aplicación de los Procesos Estocásticos utilizando las Cadenas de Markov en un proceso real como es la intención de voto en el proceso electoral del país.
- Reconocer las variables implícitas en el proceso y lograr el desarrollo del problema propuesto.
- Proponer un método para dar solución a un problema real y mostrar en detalle la solución al mismo.

Marco Conceptual

En nuestra aplicación es necesario conocer y manejar algunos términos indispensables en el desarrollo del análisis, tal como se expondrán a continuación.

4.1. Población o universo

Es un conjunto de unidades o elementos que presentan una característica común; se considera como un conjunto de medidas. Si la característica observada ha sido medida, recibe el nombre de variable continua, si por el contrario, tan solo hace un recuento se denomina variable discreta.

La población en realidad es un conjunto de medidas obtenidas de las características estudiadas. Por ejemplo, al considerar un grupo de personas de acuerdo a la finalidad de la investigación, se podrá estudiar su nivel educativo, sexo, ocupación, hábitos o cualquier otra característica.

En nuestro estudio la población corresponde a los colombianos hombres y mujeres mayores de 18 años.

4.2. Unidad y elemento

La unidad es divisible, por ejemplo una familia se puede subdividir en personas que la conforman; Una universidad se divide en facultades. En cambio el elemento es indivisible, una persona, una cosa, etc.

La unidad o elemento debe ser clara, es decir de fácil identificación para todos los que interengan en el proceso de la investigación; debe además ser adecuada al objeto de la investigación, además mensurable y comparable.

Las unidades de selección son los diferentes grupos o subgrupos que pueden formarse de la población total o universo.

En nuestro estudio la unidad corresponde a la selección de los municipios, hogares y familias, el elemento es la persona a encuestar por cada familia.

- **Unidades Parciales de Selección:** Son aquellas que se obtienen, como consecuencia del proceso de selección de unidades que conforman la muestra, constituyéndose en subdivisiones de la población a través de la cual se llega a la unidad de selección final.

Por ejemplo, una ciudad puede ser dividida en zonas o barrios, estos a su vez se pueden dividir en manzanas y, estas últimas, en viviendas, por lo cual para cada una de las subdivisiones se debe efectuar una selección.

- **Unidad Final de Selección:** Tiene características definidas de permanencia y puede ser identificada con facilidad en el transcurrir del tiempo. Por ejemplo la unidad final de selección puede ser la familia, la vivienda, etc.
- **Unidad de Observación:** Son aquellas que, en conjunto, conforman la población o universo, dada una característica común.
- **Unidad de Análisis:** Son aquellos elementos o unidades sobre las cuales se concentra el estudio, quienes suministran la información que luego va ser analizada a fin de obtener conclusiones.

4.3. Muestra o investigación parcial

Es el conjunto de medidas pertenecientes a una parte de la población. Esto resulta de la aplicación de algún proceso, generalmente de selección aleatoria, con el fin de investigar todas o parte de las características de estos elementos.

4.4. Elementos de muestreo

Es un procedimiento práctico, económico y rápido para generalizar conclusiones obtenidas a través de la muestra, aplicables a toda la población de la que forma parte, dentro de ciertos límites de confiabilidad, establecidos de antemano.

Generalmente hay más de un método de muestreo, para su selección se deben tener en cuenta al menos los siguientes aspectos:

- Grado de precisión requerida para los estimadores
 - Que la muestra sea significativa
 - Costo y tiempo
-

Muestreo Probabilístico

Dentro del método de muestreo probabilístico, aleatorio o al azar se usan los siguientes procedimientos:

- **Muestreo Aleatorio.** Una muestra es aleatoria cuando los elementos que constituyen la población o universo investigado, tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.
- **Muestreo Aleatorio Simple.** Este método permite que la selección de todos los elementos que constituyen la población tengan la misma posibilidad de ser incluidos en la muestra. Cada elemento que constituye la muestra puede haber sido seleccionado una sola vez.

El método de muestreo aleatorio simple es de importancia cuando la población no es grande o, siendo grande, se concentra en un área pequeña. También cuando la característica que se investiga presenta poca variabilidad o cuando la población facilita su enumeración para el proceso de selección.

- **Muestreo Aleatorio Estratificado**

Este procedimiento implica una división de la población en grupos, denominados estratos, en tal forma que el elemento presenta una característica tan definida que solo le permite pertenecer a un único estrato. Por lo tanto, para que la división por grupos sea efectiva, los factores de estratificación deberán guardar estrecha relación con las características que se investigan y con el objetivo o finalidad del estudio.

En el muestreo aleatorio estratificado como en el muestreo aleatorio simple, se requiere una lista detallada de las unidades que constituyen la población con el fin de elaborar los estratos o sub poblaciones, pero a pesar de lo dispendioso que pueda resultar este procedimiento, hay garantía de que los elementos de la población queden bien representados en la muestra.

- **Muestreo Sistemático.** Más que un método de muestreo, es considerado como un método de selección, al que algunos denominan métodos de selección a intervalos regulares. Se aplica cuando la característica a investigar se encuentra ordenada de acuerdo al valor, tiempo, cantidad, etc.
 - **Muestreo por Conglomerados.** Se utiliza cuando no existe un listado, o las unidades están demasiado dispersas, que no permiten llegar directamente a las fuentes de información. Esto nos obliga a sustituir las unidades físicas o elementales, por grupos de unidades, que llamaremos Conglomerados; generalmente son superficies o áreas en las que se ha dividido el espacio ocupado por la población.
-

- **Muestreo Doble.** Se denomina también como básico por que se efectúa en dos fases. Es aplicado de preferencia, cuando no existe información auxiliar que permita conocer los tamaños poblacionales de los estratos, ni la identificación de las unidades; en este caso, primero se realiza una muestra aleatoria simple, generalmente grande, en forma rápida y sencilla para conocer en forma muy general algunas de las características objeto del estudio; luego se precede a una segunda muestra extraída de la anterior, la que podría considerarse como sub muestra con la cual se hacen las estimaciones si se utilizan más de dos fases, se habla de muestreo múltiple o polifásico.

Muestreo no Probabilístico

En el muestro no probabilístico se toma la muestra de cualquier tamaño y los elementos son seleccionados de acuerdo con la opinión o juicio que tenga el investigador sobre la población. En el caso de una población homogénea, la representatividad de tal muestra puede considerarse satisfactoria.

Por lo general, las unidades son seleccionadas caprichosamente, por conveniencia, en forma voluntaria, tal como sucede en las encuestas de opinión, por tal razón al no ser seleccionadas aleatoriamente los resultados no ofrecen confiabilidad alguna.

4.5. Procesos estocásticos

Se denomina proceso estocástico a toda variable que evoluciona a lo largo del tiempo de forma total o parcialmente aleatoria.

Los procesos estocásticos pueden ser clasificados según el tiempo en el que se desrrollan en:

- a) **De tiempo discreto:** Cuando el valor de la variable sólo puede cambiar en una serie de momentos determinados del tiempo (por ejemplo, los sorteos de la lotería tienen lugar en determinadas fechas).
- b) **De tiempo continuo:** Cuando el valor de la variable puede cambiar en cualquier momento del tiempo (la temperatura, por ejemplo).

Otra forma de clasificar a los procesos estocásticos según el tipo de variable que estudien:

- a) **De variable continua:** La variable puede tomar cualquier valor comprendido en un rango (la temperatura, por ejemplo).
 - b) **De variable discreta:** La variable sólo puede tomar determinados valores o estados discretos (los mercados financieros cotizan sus activos con unos precios que oscilan: de céntimo de peso en céntimo de peso, o en 1/8 de punto, etc.).
-

Formalmente hablando, un proceso estocástico se define por una ley de probabilidad que gobierna la evolución de una variable x (temperaturas, rendimientos, variación de los tipos de interés etc.) a lo largo de un horizonte temporal t . De tal manera que para diferentes momentos del tiempo $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ podemos obtener la probabilidad de que los valores correspondientes x_1, x_2, \dots, x_n se sitúen dentro de un rango específico como, por ejemplo:

$$\text{prob} [a_1 < x_1 \leq b_1]$$

$$\text{prob} [a_2 < x_2 \leq b_2]$$

$$\text{prob} [a_3 < x_3 \leq b_3]$$

Cuando se llegue al momento t_1 y observemos el valor correspondiente de x_1 , podemos condicionar la probabilidad de futuros sucesos a la luz de esta información. (Ver figura 1)

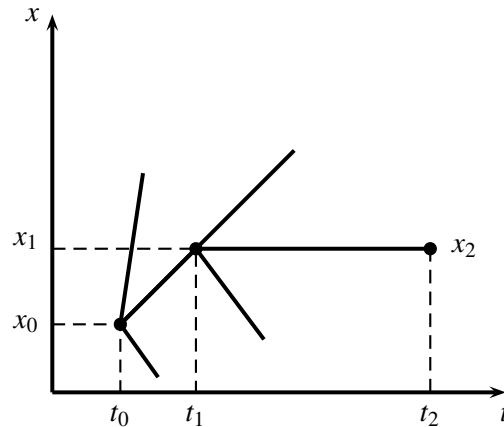


Figura 1: Evolución de la variable x a lo largo de un horizonte temporal t

La temperatura en Neiva es un proceso estocástico estacionario, es decir, que las propiedades estadísticas de esta variable son constantes durante largos períodos de tiempo. De tal manera que, aunque la temperatura esperada para mañana pueda depender en parte de la de hoy, la temperatura media esperada el primero de Enero del próximo año y su varianza, casi no dependen de la temperatura de hoy, y su valor es aproximadamente igual al valor esperado de la temperatura del primero de Enero del siguiente año y a su varianza, siendo también igual a la temperatura esperada para el primero de Enero del tercer año contando desde ahora mismo y a su varianza, etcétera. Por otra parte, las acciones de Isagen son un ejemplo de un proceso estocástico no estacionario, porque el valor esperado de las mismas puede crecer sin límites, lo que implica también que la varianza del precio en el año T va aumentando conforme aumenta t .

Tanto la temperatura en Neiva como el rendimiento de las acciones de Isagen son procesos estocásticos continuos en el tiempo, porque el índice del tiempo t es una variable continua

(dado que las variables varían continuamente a lo largo del tiempo). Por el contrario, los procesos estocásticos discretos en el tiempo, son aquellos en los que los valores de las variables sólo varían en momentos determinados (discretos) del tiempo. De forma similar, y como ya vimos anteriormente, el conjunto de valores de x_t (los estados) también pueden ser continuos o discretos.

4.6. Cadenas de Markov

4.6.1. Concepto

Las cadenas de Markov son una herramienta para analizar y predecir el comportamiento de determinados tipos de procesos estocásticos, esto es, procesos que evolucionan de forma no determinista a lo largo del tiempo en torno a un conjunto de estados. Una cadena de Markov, por tanto, representa un sistema que varía su estado a lo largo del tiempo siendo cada cambio una transición del sistema.

Los cambios del sistema en el tiempo no están predeterminados, aunque sí lo está la probabilidad del próximo estado en función de los estados anteriores, probabilidad que es constante a lo largo del tiempo (sistema homogéneo en el tiempo). Eventualmente, en una transición, el nuevo estado puede ser el mismo que el anterior y es posible pueda influir en las probabilidades de transición actuando adecuadamente sobre el sistema (decisión).

Las Cadenas de Markov finitas se caracterizan porque el número de estados del sistema es finito. El problema que vamos a tratar en el presente trabajo es de este tipo.

Para definir una cadena de Markov finita es necesario determinar por lo tanto los siguientes elementos:

1. Un conjunto de estados del sistema.
2. La definición de transición.
3. Una ley de probabilidad condicional, que defina la probabilidad del nuevo estado en función de los anteriores.

Los estados son una caracterización de la situación en que se halla el sistema en un instante dado, dicha caracterización puede ser tanto cuantitativa como cualitativa. Desde un punto de vista práctico probablemente, la mejor definición de qué debe entenderse por estado es la respuesta que se daría a la pregunta “¿cómo están las cosas?”.

Formalmente, el estado de un sistema en un instante t es una variable cuyos valores sólo pueden pertenecer al conjunto de estados del sistema. El sistema modelizado por la cadena, por lo tanto, es una variable que cambia de valor en el tiempo, cambio al que llamamos transición.

Dicho de otro modo, se trata de una colección indexada de variables E_t , donde t denota intervalos temporales significativos para el fenómeno estudiado. Los posibles valores de E_t se toman de un conjunto de categorías mutuamente excluyentes, denominadas estados del sistema. Por ser el sistema estocástico, no se conocerá con certeza el estado del sistema en un determinado instante, sino tan solo la probabilidad asociada a cada uno de los estados. Este hecho puede expresarse en términos de probabilidad condicional:

$$\begin{aligned} & p\{E_t = J \mid E_{t-1} = i, E_{t-2} = e_{t-2}, E_{t-3} = e_{t-3}, \dots, E_0 = e_0\} \\ & = p\{E_t = J \mid E_{t-1} = i, E_{t-2} = e_{t-2}, E_{t-3} = e_{t-3}, \dots, E_{t-k} = e_{t-k}\} \end{aligned}$$

Donde i, j, e_i pertenecen al conjunto de estados posibles del sistema.

Para el caso particular de una cadena de Markov de orden 1, tenemos:

$$p\{E_t = J \mid E_{t-1} = i, E_{t-2} = e_{t-2}, E_{t-3} = e_{t-3}, \dots, E_0 = e_0\} = p\{E_t = J \mid E_{t-1} = i\} = p_{ij}$$

Donde p_{ij} recibe el nombre de probabilidad de transición del estado i al estado j .

En una cadena de Markov de orden 1, el estado del sistema en el futuro j sólo depende del estado presente i .

4.6.2. Clases de estados

En una cadena con m estados E_1, E_2, \dots, E_m y matriz de transición $T = [P_{ij}]$, ($1 \leq i, j \leq m$) el valor de P_{ij} es la probabilidad de que haya una transición entre E_i y E_j en un momento dado. Teniendo en cuenta lo anterior se pueden clasificar los estados de una cadena en:

Estado Absorbente

Un estado es absorbente cuando una vez que se entra en él no se puede salir del mismo. Un estado E_i es absorbente si

$$\begin{aligned} p_{ii} &= 1 \\ p_{ij} &= 0 \quad (i \neq j, j = 1, \dots, m) \end{aligned}$$

en la i -ésima fila de T .

Estado Periódico

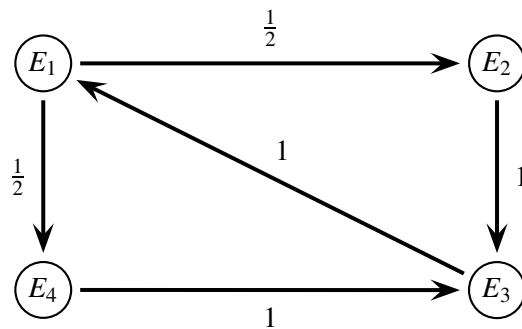
De este estado podemos ver que la probabilidad de que se regrese al estado E_i en el paso n es $p_{ii}^{(n)}$. Sea t un número entero mayor que 1. Y supongamos que

$$\begin{aligned} p_{ii}^{(n)} &= 0 & \text{para } n \neq t, 2t, 3t, \dots \\ p_{ii}^{(n)} &\neq 0 & \text{para } n = t, 2t, 3t, \dots \end{aligned}$$

En este caso se dice que el estado E_i es periódico y de periodo t . Si para un estado no existe dicho valor de t entonces se dice que el estado es aperiódico. Por ejemplo sea una cadena de Markov con la siguiente matriz de transición:

$$T = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Cuyo diagrama de estados es



Observando este grafo, se ve que todos los estados tienen periodo 3. Por ejemplo, si se empieza en E_1 , entonces los regresos a ese estado sólo se producen en los pasos 3, 6, 9, ...

Estado Recurrente

Se denomina como $f_j^{(n)}$ la probabilidad de que la primera visita al estado E_j ocurra en la etapa n . Esta probabilidad no es la misma que $p_{jj}^{(n)}$, que es la probabilidad de que se produzca un retorno en el n -ésimo paso lo cual incluye también a los posibles retornos en los pasos 1, 2, 3, ..., $n-1$. De lo anterior se deduce que:

$$\begin{aligned}
 p_{jj}^{(1)} &= f_j^{(1)} \\
 p_{jj}^{(2)} &= f_j^{(2)} + f_j^{(1)} p_{jj}^{(1)} \\
 p_{jj}^{(3)} &= f_j^{(3)} + f_j^{(1)} p_{jj}^{(2)} + f_j^{(2)} p_{jj}^{(1)}
 \end{aligned}$$

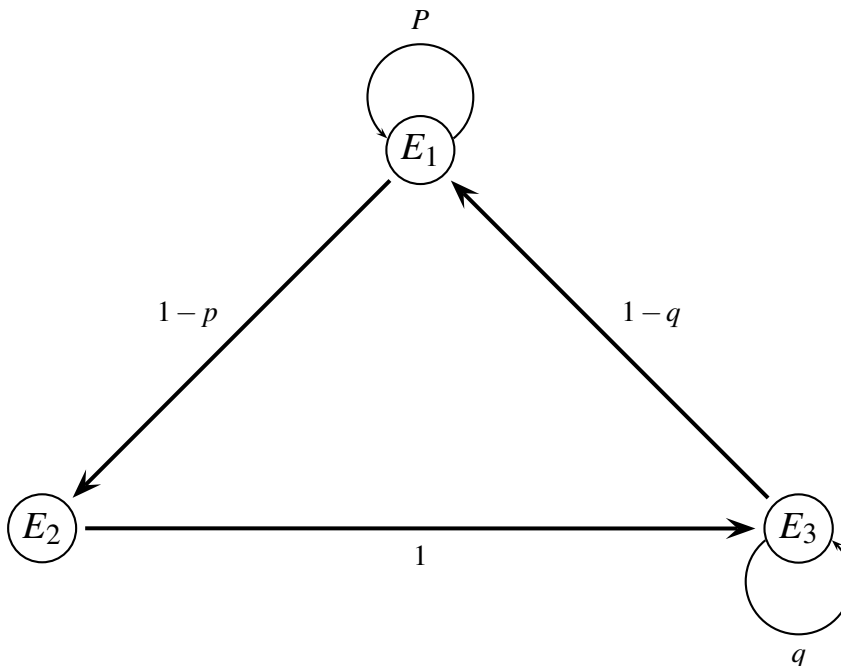
es decir, la probabilidad de un retorno en el paso 3 es igual a la probabilidad de un primer retorno en el paso 3 ó la probabilidad de un primer retorno en el primer paso y un retorno dos pasos después ó la probabilidad de un retorno en el segundo paso y un retorno un paso después. Así en general

$$p_{jj}^{(n)} = f_j^{(n)} + \sum_{r=1}^{n-1} f_j^{(r)} p_{jj}^{(n-r)}$$

Por ejemplo si tenemos una cadena de Markov con tres estados esta tiene como matriz de transición:

$$T = \begin{pmatrix} p & 1-p & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1-q & 0 & q \end{pmatrix}$$

donde $0 < p < 1$ y $0 < q < 1$. Es posible comprobar que E_1 sea recurrente. En efecto, considerando el siguiente grafo se tiene:



Donde podemos observar que si se empieza en E_1 el primer regreso a este estado se puede hacer en todos los pasos excepto para $n = 2$, ya que después de dos pasos la cadena debe estar en E_3 .

Estado Transitorio

En un estado recurrente, la probabilidad de que se regrese por primera vez a ese estado en algún paso es 1, pero para otros estados sucede que:

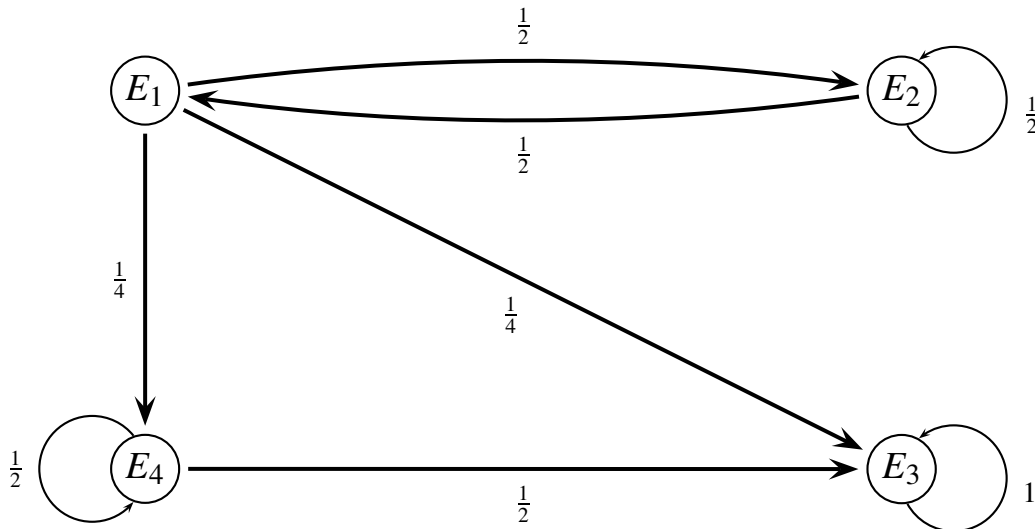
$$f_j = \sum_{n=1}^{\infty} f_j^{(n)} < 1$$

lo que significa es que no se regresa al estado E_j de modo seguro. Un estado así se denomina transitorio.

Por ejemplo supongamos una cadena de Markov con la siguiente matriz de transición:

$$T = \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

cuyo diagrama es:



Luego E_1 es un estado transitorio. Debido a que no se puede acceder a E_1 desde E_3 ó E_4 .

Estado Ergódico

Es un estado que es recurrente, no nulo y aperiódico. Los estados ergódicos son importantes en la clasificación de cadenas de Markov y para probar la existencia de distribuciones de probabilidad límite.

4.6.3. Clasificación de las Cadenas de Markov

Cadena Irreducible

Una cadena irreducible es aquella en la que todos los estados son alcanzables desde cualquier otro estado de la cadena en un número finito de pasos.

Eso implica que se puede llegar a cualquier estado E_j desde otro estado E_i esto es $p_{ij}^{(n)} > 0$, para algún número entero n .

Cadena Ergódica

Si todos los estados son ergódicos, esto es, recurrentes, no nulos y aperiódicos entonces se define la cadena como ergódica.

Cadena Infinita

Consideramos que la cadena no es finita y que el proceso continúa de manera indefinida.

Se entiende por visita a un estado j como la etapa o momento en el que la cadena se encuentra en el estado j , y se denota por N_j el número de visitas que se hacen al estado j en el proceso.

Cadena Periódica

Si un estado j es periódico con periodo δ y otro estado i comunica con él, entonces el estado i también es periódico con el mismo periodo. De este modo, el periodo es una característica común del conjunto irreducible y cerrado y se puede hablar del periodo de una subcadena irreducible.

Cadenas de Markov Finitas con Probabilidades de Transición Estacionarias

Cadena de Markov Finita

Es una cadena de Markov para la que existe sólo un número finito E de estados posibles s_1, s_2, \dots, s_E y en cualquier instante de tiempo la cadena está en uno de estos k estados.

Probabilidad de Transición

Es la probabilidad condicionada

$$P(X_{n+1} = s_j | X_n = s_i)$$

Probabilidad de Transición Estacionaria

Una cadena de Markov tiene probabilidades de transición estacionarias si para cualquier par de estados s_i y s_j existe una probabilidad de transición p_{ij} tal que

$$P(X_{n+1} = s_j | X_n = s_i) = p_{ij} \text{ para } n = 1, 2, \dots$$

4.7. Matriz de transición

Matriz Estocástica

Es una matriz cuadrada cuyos elementos son no negativos y tal que la suma de los elementos de cada fila es igual a 1.

Matriz de Transición en un Solo Paso

Dada una cadena de Markov con E estados posibles s_1, \dots, s_E y probabilidades de transición estacionarias.

$$\text{si } p_{ij} = P(X_{n+1} = s_j | X_n = s_i)$$

$$\Downarrow$$

$$P = \begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1E} \\ p_{21} & \cdots & p_{2E} \\ \vdots & & \vdots \\ p_{E1} & \cdots & p_{EE} \end{pmatrix}$$

La matriz de transición P de cualquier cadena de Markov finita con probabilidades de transición estacionarias es una matriz estocástica.

Matriz de Transición en Varios Pasos

Dada una cadena de Markov con E posibles estados s_1, \dots, s_E y matriz de transición P Si notamos:

$$p_{ij}^{(2)} = P(X_{n+2} = s_j | X_n = s_i)$$

$$\Downarrow$$

- $p_{ij}^{(2)}$:Elemento de la i -ésima y j -ésima columna de la matriz P^2
 - P^m : Potencia m -ésima de P, con $(m = 2, 3, \dots)$ y
 - $p_{ij}^{(m)}$:Elemento de la fila i y de la columna de j de la matriz P^m
-

GENERALIZANDO

p^m es la matriz de probabilidades $p_{ij}^{(m)}$ de que la cadena pase del estado s_i al estado s_j en m pasos; para cualquier valor de m , ($m = 2, 3, \dots$). p^m es la matriz de transición de m pasos de la cadena de Markov

4.8. Vector de probabilidades iniciales**Vector de Probabilidades**

$w = (w_1, \dots, w_k)$ se llama vector de probabilidades si

- $w_i \geq 0$ para $i = 1, \dots, k$, y
- $\sum_{i=1}^k w_i = 1$

Consideramos una cadena de Markov con:

1. s_1, \dots, s_k posibles estados en los que la cadena puede estar en el tiempo de observación inicial $n = 1$
2. Para $i = 1, \dots, k$; $P(X_1 = s_i) = v_i$, con $v_i \geq 0$ y $v_1 + \dots + v_k = 1$

Vector de Probabilidades Iniciales

El vector de probabilidades $v = (v_1, \dots, v_k)$ se llama vector de probabilidades iniciales de la cadena.

El vector de probabilidades iniciales y la matriz de transición determinan la probabilidad para el estado de la cadena en el segundo instante de tiempo. Dicha probabilidad viene dada por el vector vP .

Además, si las probabilidades de los diversos estados en el instante n se especifican por el vector de probabilidades w , entonces

Las probabilidades en el instante $n + 1$ se especifican por el vector de probabilidades wP .

Aplicación de las Cadenas de Markov para Pronóstico de votación

La técnica de los procesos de Markov constituye una herramienta interesante para aplicar a los procesos de votación. El objetivo es usar esta técnica para mejorar los pronósticos electorales, sobre todo cuando es elevado el número de indecisos. La mecánica se basa en realizar el pronóstico teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las últimas elecciones y la intención actual de voto.

5.1. Cadenas de Markov de primer orden

Pueden usarse como un modelo ideal del proceso en la intención de voto. Las cadenas de Markov de primer orden se basan en las siguientes propiedades:

1. El conjunto de sucesos posibles es finito
2. La probabilidad del siguiente suceso depende del suceso inmediato anterior
3. Las probabilidades permanecen constantes

Cada suceso individual se denomina estado, que será, de acuerdo a los tiempos que se estén analizando, la intención de voto, o bien el voto elegido por cada elector en un tiempo determinado. Por lo tanto habrá tantos estados como sucesos posibles de votación.

La notación que se usará es la siguiente: V_i significa el estado de voto i -ésimo. Designaremos con la letra n el número de pasos o incrementos en los estados del proceso. Por lo tanto $n = 0$, puede representar el pasado inmediato; $n = 1$ el presente, y $n = 2$ representa el suceso posible en la siguiente ocasión.

5.2. Formulación del modelo

La forma en que se debe formular los estados del problema es presentado en la siguiente tabla.

ESTADO	DESCRIPCIÓN
V_1	Vota por Candidato 1
V_2	Vota por Candidato 2
*	*
*	*
*	*
V_m	Vota por Candidato m

Cuadro 5.1: Formulación del modelo

5.3. Formulación del proceso de votación Como una Cadena de Markov

Vamos a trabajar con 18 estados que corresponden a los candidatos de los diferentes partidos políticos.

ESTADO	DESCRIPCIÓN
V_1	JUAN MANUEL SANTOS
V_2	GUSTAVO PETRO
V_3	SERGIO FAJARDO
V_4	ANDRES FELIPE ARIAS
V_5	NOEMI SANIN
V_6	RAFAEL PARDO
V_7	GERMAN VARGAS LLERAS
V_8	ANTANAS MOCKUS
V_9	JOSE GALAT
V_{10}	ALVARO LEYVA
V_{11}	ENRIQUE PEÑALOSA
V_{12}	LUIS EDUARDO GARZON
V_{13}	JAIME ARAUJO RENTERIA
V_{14}	MARTHA LUCIA RAMIREZ
V_{15}	JAIRO ENRIQUE CALDERON
V_{16}	ROBINSON DEVIA
V_{17}	NO VOTARIA - VOTO EN BLANCO
V_{18}	AUN NO SABE POR QUIEN VOTARIA

Cuadro 5.2: Formulación del proceso de votación

Los datos fueron tomados de encuestas realizadas por Ipsos Napoleón franco para la Revista Semana y RCN. Estas mediciones se tomaron de las ediciones 1431 y 1441 del año 2009, y las ediciones 1453, 1456 y 1459 del año 2010 de la Revista Semana. Y corresponden a encuestas practicadas a hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, de niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio(estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 36 ciudades y municipios del país.

En total se practicaron entre 603 y 1.204 encuestas reales por medición las cuales son consideradas como el tamaño de la muestra. Las encuestas se desarrollaron mediante entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

A partir de las encuestas realizadas (Ver Anexos) procederemos a medir la intención de voto actual, para lo cual construimos la siguiente tabla:

Nº	Candidato	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6
1	Juan Manuel Santos	13	15	23	36	30
2	Gustavo Petro	11	10	11	6	4
3	Sergio Fajardo	7	10	9	5	0
4	Andres Felipe Arias	14	12	6	0	0
5	Noemi Sanin	6	3	5	17	12
6	Rafael Pardo	9	9	6	4	5
7	German Vargas LLeras	5	5	9	8	3
8	Antanas Mockus	3	3	3	9	20
9	Jose Galat	0	0	0	0	0
10	Alvaro Leyva	1	1	3	0	0
11	Enrique Peñalosa	3	0	2	0	0
12	Luis Eduardo Garzon	1	10	2	0	0
13	Jaime araujo Renteria	0	0	0	0	5
14	Martha Lucia Ramirez	1	1	0	0	0
15	No sabe - No Responde	27	31	16	11	11
16	No Votaria -blanco	13	15	5	3	4
17	Robinson Devia	0	0	0	0	1
18	Jairo Enrique Calderon	0	0	0	1	5

Cuadro 5.3: Listado de candidatos y mediciones de intención de voto

5.4. Matriz de transición

Teniendo en cuenta la medición 3 (Ver Anexos) resumiremos los datos en la siguiente tabla.

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	15																	
2		10																
3			10															
4				12														
5					3													
6						9												
7							5											
8								3										
9									0									
10										1								
11											0							
12												0						
13													0					
14														1				
15															31			
16																0		
17																	0	
18																		0

Cuadro 5.4: Tabulación encuesta 3

Después de relacionar y comparar los datos de la mediciones 3 y 4 donde de acuerdo a la afinidad de partido y algunas alianzas políticas se logró realizar un pronóstico del destino de los votos para cada uno de los candidatos postulados a la primera vuelta de la elección presidencial que se realizo en Colombia el 30 de mayo del 2010).

Se obtiene la siguiente tabla:

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	6	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
6	2	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	0	3	0	0	2	2	2	0	0	16	5	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 5.5: Tabulación encuesta 3 con respecto a la encuesta 4

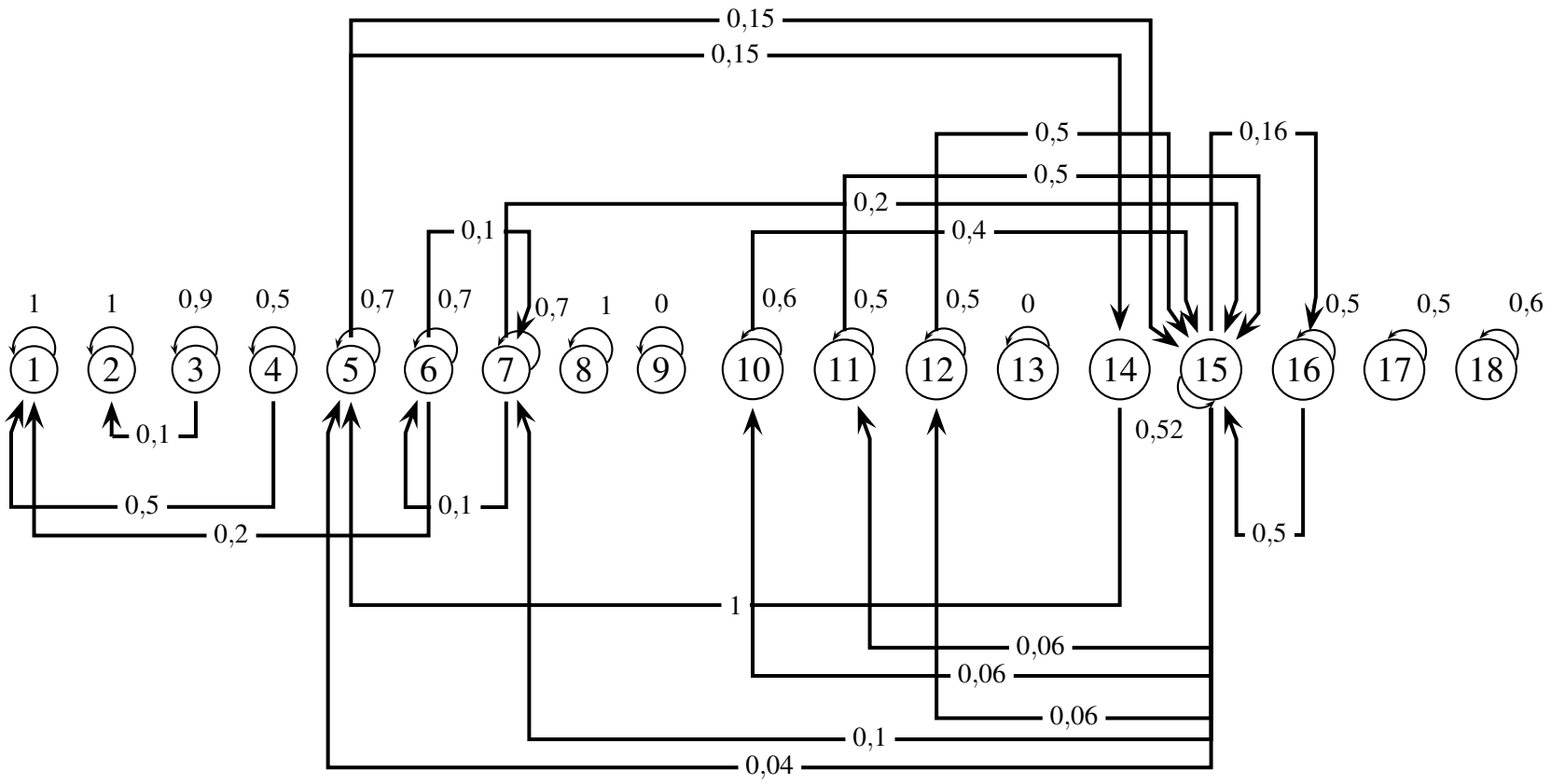
Asi por ejemplo si observamos al candidato 1 el cual tenía una favorabilidad del 15% en la medición 3, ahora en la medición 4 se aprecia que su favorabilidad aumentó a 23%, esta diferencia del 8% corresponde a un 6% que disminuyó el candidato 4 y 2% que perdió el candidato 6. La explicación mas posible de este aumento de preferencia consideramos que fue debido a la afinidad de partidos y alianzas políticas.

La matriz normalizada de estado inicial queda representada en la siguiente tabla de probabilidades, esta consiste en rescribir la tabla anterior en forma de un cuadro de probabilidades la cual llamamos P.

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0,9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,15 & 0,15 & 0 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,1 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 & 0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,04 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0,06 & 0,06 & 0,06 & 0 & 0 & 0,52 & 0,16 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,5 & 0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Esta matriz también puede representarse utilizando un diagrama de estados, el cual podemos observar a continuación:

Es importante aclarar que cuando las flechas van por encima del grafo estas representan un aumento porcentual en la favorabilidad, cuando estas pasan por debajo del grafo esta representa una disminución de la favorabilidad y cuando las flechas van sobre si misma haciendo una medialuna indican que su favorabilidad se mantiene .



5.5. Resultados

Desarrollando el producto resulta el siguiente sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{aligned}
 \pi_1 + 0,5\pi_4 + 0,2\pi_6 &= \pi_1 \\
 \pi_2 + 0,1\pi_3 &= \pi_2 \\
 0,9\pi_3 &= \pi_3 \\
 0,5\pi_4 &= \pi_4 \\
 0,7\pi_5 + \pi_{14} + 0,03\pi_{15} &= \pi_5 \\
 0,7\pi_6 + 0,1\pi_7 &= \pi_6 \\
 0,1\pi_6 + 0,7\pi_7 + 0,1\pi_{15} &= \pi_7 \\
 \pi_8 &= \pi_8 \\
 0,6\pi_{10} + 0,06\pi_{15} &= \pi_{10} \\
 0,5\pi_{11} + 0,06\pi_{15} &= \pi_{11} \\
 0,5\pi_{12} + 0,06\pi_{15} &= \pi_{12} \\
 0,1\pi_5 &= \pi_{14} \\
 0,1\pi_5 + 0,2\pi_7 + 0,4\pi_{10} + 0,5\pi_{11} + 0,52\pi_{15} + 0,5\pi_{16} &= \pi_{15} \\
 0,16\pi_{15} + 0,5\pi_{16} &= \pi_{16}
 \end{aligned}$$

Con la restricción:

$$\sum_{i=1}^{18} \pi_i = 1$$

Se obtienen las soluciones:

$$\begin{array}{ll}
 \pi_1 = 0,997 & \pi_{10} = 1,94,10^{-4582} \\
 \pi_2 = 0,0021 & \pi_{11} = 1,55,10^{-4582} \\
 \pi_3 = 0,0009 & \pi_{12} = 1,55,10^{-4582} \\
 \pi_4 = 0 & \pi_{13} = 0 \\
 \pi_5 = 3,66,10^{-4582} & \pi_{14} = 5,56,10^{-4583} \\
 \pi_6 = 1,71,10^{-4582} & \pi_{15} = 1,26,10^{-4581} \\
 \pi_7 = 4,96,10^{-4582} & \pi_{16} = 4,13,10^{-4582} \\
 \pi_8 = 0 & \pi_{17} = 0 \\
 \pi_9 = 0 & \pi_{18} = 0
 \end{array}$$

El siguiente ejemplo nos permite tener una idea más concreta de los cálculos matemáticos realizados anteriormente.

Un grupo de estudiantes elige un lugar de viaje de fin de año entre las ciudades Santa Marta, Barranquilla o Cartagena utilizando las siguientes reglas:

Si estuvo en Santa Marta el año anterior, se elige Barranquilla con probabilidad $p = \frac{2}{3}$ y Cartagena con $p = \frac{1}{3}$. Si estuvo en Barranquilla el año anterior, se elige Santa Marta con probabilidad $p = \frac{3}{8}$, Barranquilla con $p = \frac{1}{8}$ y Cartagena con $p = \frac{1}{2}$.

Si estuvo en Cartagena se elige Santa Marta o Barranquilla con probabilidad $p = \frac{1}{2}$. Si representamos $S = \text{Santa Marta}$, $B = \text{Barranquilla}$, $C = \text{Cartagena}$, tenemos que $E = \{S, B, C\}$ con matriz de transición:

$$p = \begin{pmatrix} 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{3}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix}$$

En consecuencia nos queda una cadena finita, aperiodica e irreducible, por lo que se calculará su vector de estado estable:

$$[\pi_S, \pi_B, \pi_C] = [\pi_S, \pi_B, \pi_C] \begin{pmatrix} 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{3}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \end{pmatrix}$$

En donde:

$$(\pi_S + \pi_B + \pi_C) = 1$$

Y por tal razón se genera el siguiente sistema de ecuaciones linealmente dependientes:

$$\pi_S = \frac{3}{8}\pi_B + \frac{1}{2}\pi_C$$

$$\pi_B = \frac{2}{3}\pi_S + \frac{1}{8}\pi_B + \frac{1}{2}\pi_C$$

$$\pi_C = \frac{1}{3}\pi_S + \frac{1}{2}\pi_B$$

El cual utilizando alguno de los metodos de solución a sistemas de ecuaciones lineales se obtiene:

$$\pi_S = 0,3$$

$$\pi_B = 0,4$$

$$\pi_C = 0,3$$

Lo anterior significa que después de un largo periodo de tiempo se prefiere Barranquilla con una probabilidad de 0,4 y después Santa Marta y Cartagena con una probabilidad 0,3 cada una.

Conclusiones

- El modelo markoviano propuesto para simular estadísticamente la intención de voto para presidente de nuestro país en el periodo 2010 - 2014, nos arrojó resultados coherentes con la realidad. Esto significa que la metodología adoptada permite enfrentar la incertidumbre presente en esta clase de problemas, describiendo la dinámica de los votantes en términos probabilísticos.
- La solución de las ecuaciones lineales de la sección 5.5 nos permite concluir de acuerdo con las mediciones 3 y 4 que la favorabilidad en intención de voto para el candidato asociado con la variable π_1 tiene la primera opción en ser elegido como el presidente de los colombianos con el 0,997 de favorabilidad, la segunda opción la tiene el candidato numero dos o π_2 con el 0,0021.
- El modelo Markoviano utilizado resulta satisfactorio para abordar problemas similares, tomando en cuenta su comportamiento estable y las afinidades obtenidas en comparación con los resultados reales.

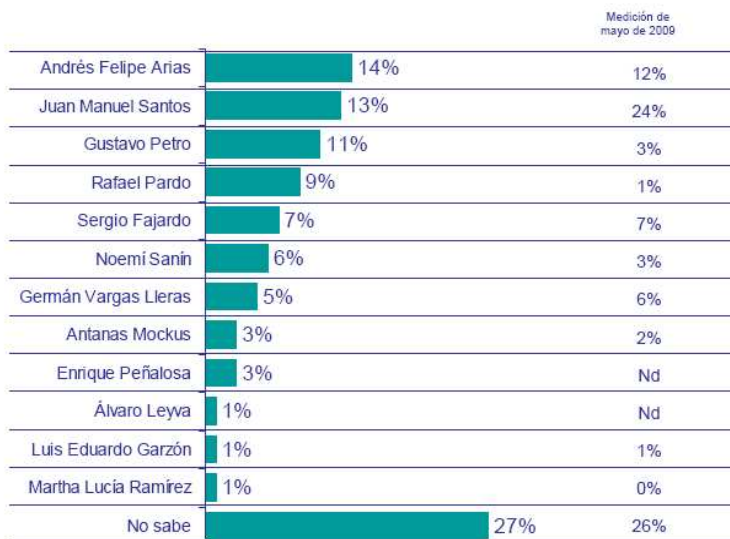
Bibliografía

1. Ayres, Frank Jr. Matrices. México: Mcgraw-Hill, 1975.
2. Investigación de operaciones, Cadenas de Markov. <http://www.investigaciondeoperaciones.net/cadenas-de-markov.html>.
3. Ipsos-Napoleón Franco. “La Gran Encuesta”, Revista Semana, núm. 1431-1441(2009) y 1453-1456-1459 (2010).
4. Jagdish, Arya y Robin Lardner. Matemáticas aplicadas a la administración y la economía. 4a. ed. México: Prentice Hall, 2002.
5. Kollman, Bernard y Hill David R. Álgebra Lineal. 8a. ed. México: Prentice Hall, 2006.
6. Martínez Bencardino, Ciro. Estadística Básica Aplicada. 3a. ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2006.
7. Martínez Bencardino, Ciro. Estadística y Muestreo. Décimo Segunda Edición. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2005
8. Pérez, Jesús H. y otros. Fundamentos de álgebra lineal. Bogotá: Universidad Nacional, 1984.
9. Publicaciones Digitales, Revista Semana. http://www.revistasdigitalessemana.com/catalog_issues_list/todas_11/1.html(Fecha de consulta: 8 de octubre de 2010).
10. Saravia Viejo, Ángel. La Investigacion Operativa. Madrid: Ed. Ciencia 3, 1996.



Percepción de quién será el próximo presidente
Escenario 2: Sin Álvaro Uribe como candidato

Y si el Presidente Uribe no pudiera lanzarse nuevamente como candidato, o decidiera no hacerlo, ¿entre los demás quién cree que será el próximo Presidente de Colombia entre el 2010 y el 2014?



Base: 1.204

© 2009 Ipsos

Ipsos Public Affairs

(ENC. MUESTRE TARJETA P3./P6.) Y si el Presidente Uribe no pudiera lanzarse nuevamente como candidato, o decidiera no hacerlo, ¿entre los demás quién cree que será el próximo Presidente de Colombia entre el 2010

Cuadro 8.1: Medición 2



Ficha técnica

Para acompañar cualquier publicación de los resultados, considerando la legislación vigente, la siguiente ficha técnica debe ser incluida en su totalidad.

Persona natural o jurídica que la realizó: Ipsos Napoleón Franco, inscrito ante el Consejo Nacional Electoral.

Persona natural o jurídica que la encomendó: RCN Radio, RCN TV, Revista Semana, La FM.

Fuente de financiación: RCN Radio, RCN TV, Revista Semana, La FM.

Grupo objetivo: Hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio (estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 36 ciudades y municipios del país.

Tamaño de la muestra: 1.204 encuestas reales, 1.204 encuestas ponderadas por región, nivel socioeconómico, género y rangos de edad.

Técnica de recolección de datos: Entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

Tipo de la muestra: Probabilístico en la mayoría de sus etapas, estratificado por conglomerados, sistemático de hogares. El método de selección del entrevistado es la persona mayor de 18 años, presente en el hogar y residente habitual de la ciudad o municipio, próxima a cumplir años. El marco muestral utilizado fue el Censo de Población DANE de 2005.

Preguntas concretas que se formularon: Ver cuestionario anexo

Tema o temas a los que se refiere: Clima de opinión, conocimiento e imagen de personajes, intención de voto, opiniones sobre la consulta interpartidista y conservadora y sobre temas de actualidad.

Candidatos o personajes por los que se indagó: Álvaro Uribe, Andrés Felipe Arias, Antanas Mockus, Álvaro Leyva, Enrique Peñalosa, Fernando Araujo, Germán Vargas Lleras, José Galat, Juan Manuel Santos, Luis Eduardo Garzón, Martha Lucía Ramírez, Noemí Sanín, Sergio Fajardo, Rafael Pardo, Gustavo Petro

Fecha de realización campo: Del 28 al 29 de septiembre de 2009.

Margen de error observado: 3,5% +/- total, con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50% para el total de la muestra. Para la submuestra de personas con intención de votar el margen de error observado es 4.01% +/- total, con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50%

Área / Cubrimiento: Área urbana de las siguientes ciudades y municipios: Medellín, Itagüí, La Estrella, Rionegro, Santo Domingo, La Virginia, Santa Rosa De Cabal, Sogamoso, Madrid, Pacho, Soacha, Bucaramanga, Barbosa Los Santos, Piendamó, Ipiales, Los Andes, Samaniego, Cali, Cartago, Jamundí, Algeciras, Pitalito, Villavicencio, Vista Hermosa, Ibagué, Espinal, Melgar, Bogotá, Barranquilla, Luruaco, Sabanalarga, Cartagena, Arguaní, Ciénaga, Sabanas De San Ángel.

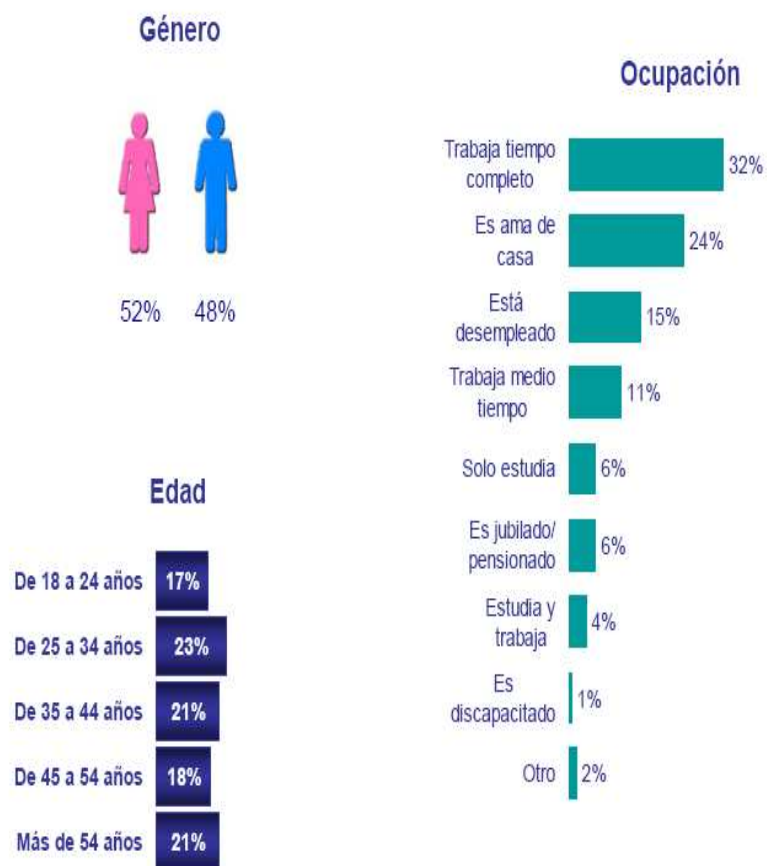
© 2009 Ipsos

Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.2: Ficha técnica medición 2



Descripción de la muestra



Base: 1204

Ipsos Public Affairs

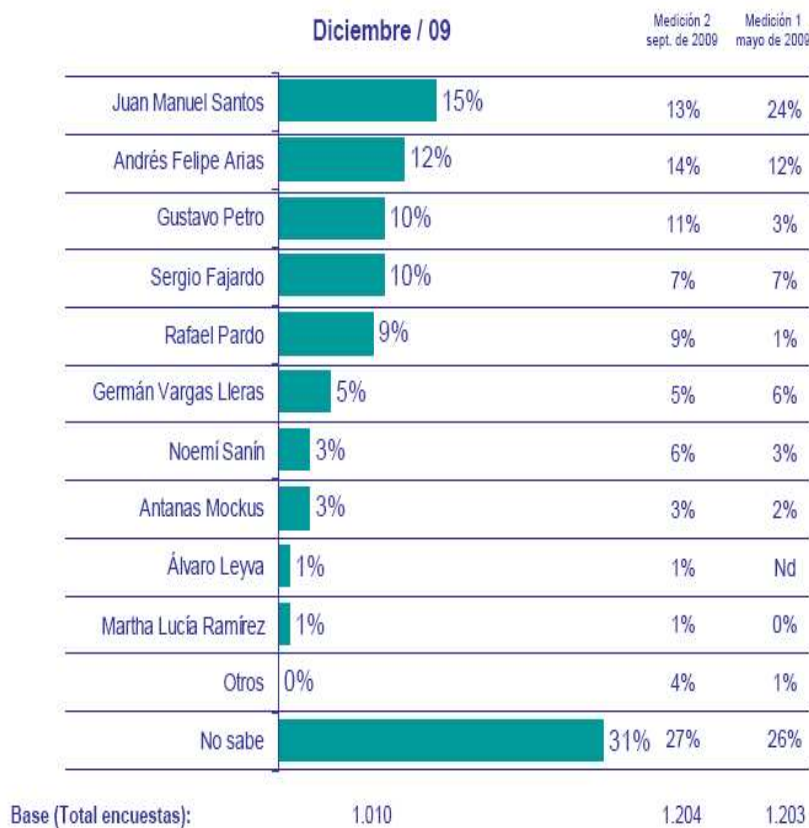
© 2009 Ipsos

Cuadro 8.3: Descripción de la muestra medición 2



Percepción de quién será el próximo presidente Escenario 2: Sin Álvaro Uribe como candidato

Y si el Presidente Uribe no pudiera lanzarse nuevamente como candidato, o decidiera no hacerlo, ¿entre los demás quién cree que será el próximo Presidente de Colombia entre el 2010 y el 2014?



© 2009 Ipsos

Ipsos Public Affairs
i. (ENC. MUESTRE TARJETA P3./P6.) Y si el Presidente Uribe no pudiera lanzarse nuevamente como candidato, o decidiera no hacerlo, ¿entre los demás quién cree que será el próximo Presidente de Colombia entre el 2010

Cuadro 8.4: Medición 3



Ficha técnica

Para acompañar cualquier publicación de los resultados, considerando la legislación vigente, la siguiente ficha técnica debe ser incluida en su totalidad.

Persona natural o jurídica que la realizó: Ipsos Napoleón Franco, inscrito ante el Consejo Nacional Electoral.

Tema o temas a los que se refiere: Clima de opinión, conocimiento e imagen de personajes, intención de voto.

Persona natural o jurídica que la encomendó: RCN TV

Candidatos o personajes por los que se indagó: Álvaro Uribe, Andrés Felipe Arias, Antanas Mockus, Alvaro Leyva, Germán Vargas Lleras, José Galat, Juan Manuel Santos, Martha Lucía Ramírez, Noemí Sanín, Sergio Fajardo, Rafael Pardo, Gustavo Petro

Fuente de financiación: RCN TV

Fecha de realización campo: Del ___ al ___ de diciembre de 2009.

Grupo objetivo: Hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio (estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 26 ciudades y municipios del país.

Margen de error observado: ___% +/- total, con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50% para el total de la muestra. Para la submuestra de personas con intención de votar el margen de error observado es ___% +/- total, con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50%

Tamaño de la muestra: 1.010 encuestas reales, 1.010 encuestas ponderadas por región, nivel socioeconómico, género y rangos de edad.

Técnica de recolección de datos: Entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

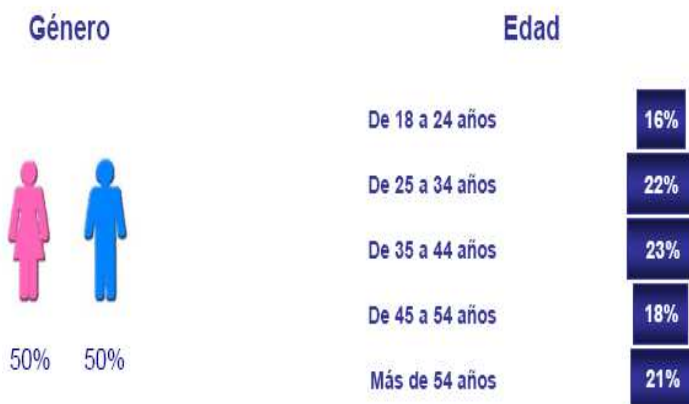
Área / Cubrimiento: Área urbana de las siguientes ciudades y municipios: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Cali, Ibagué, Puerto Colombia, La Estrella, Tunja, Piendamó, Garzón, Cartagena, Rionegro, Duitama, Pasto, Pitalito, Magangué, Pereira, Barbosa, Yumbo, Villavicencio, Concordia, Frontino, Málaga, Ginebra y Cajamarca

Tipo de la muestra: Probabilístico en la mayoría de sus etapas, estratificado por conglomerados, sistemático de hogares. El método de selección del entrevistado es la persona mayor de 18 años, presente en el hogar y residente habitual de la ciudad o municipio, próxima a cumplir años. El marco muestral utilizado fue el Censo de Población DANE de 2005.

Preguntas concretas que se formularon: Ver cuestionario anexo



Descripción de la muestra



© 2009 Ipsos

Base: 1.010

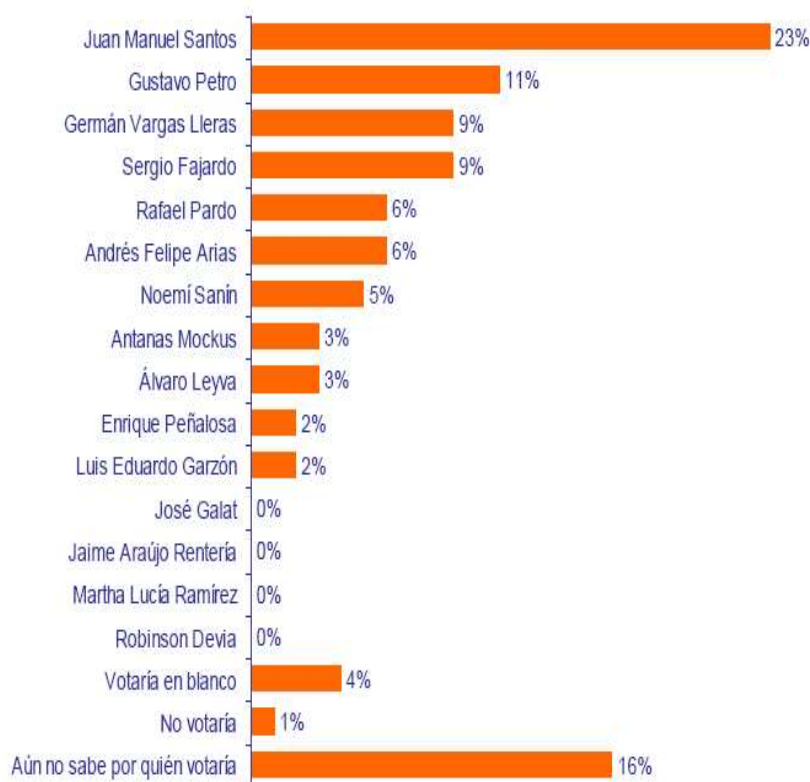
Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.6: Descripción de la muestra medición 3



Intención de voto para elecciones presidenciales

Suponiendo que las elecciones para presidente de Colombia se celebraran hoy, y los candidatos fueran los siguientes, ¿por quién votaría Usted, votaría en blanco, no votaría o no sabe por quien votaría?



Base: 603; quienes manifiestan intención de votar en elecciones presidenciales

Ipsos Public Affairs

© 2010 Ipsos

Cuadro 8.7: Medición 4



Ficha técnica

Para acompañar cualquier publicación de los resultados, considerando la legislación vigente, la siguiente ficha técnica debe ser incluida en su totalidad.

Persona natural o jurídica que la realizó: Ipsos Napoleón Franco, inscrito ante el Consejo Nacional Electoral.

Persona natural o jurídica que la encomendó: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Fuente de financiación: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Grupo objetivo: Hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio (estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 36 ciudades y municipios del país.

Tamaño de la muestra: 1.000 encuestas reales, 1.000 encuestas ponderadas por región, nivel socioeconómico, género y rangos de edad.

Técnica de recolección de datos: Entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

Tipo de la muestra: Probabilístico en la mayoría de sus etapas, estratificado por conglomerados, sistemático de hogares. El método de selección del entrevistado es la persona mayor de 18 años, presente en el hogar y residente habitual de la ciudad o municipio, próxima a cumplir años. El marco muestral utilizado fue el Censo de Población DANE de 2005.

Preguntas concretas que se formularon: Ver cuestionario anexo

Tema o temas a los que se refiere: Clima de opinión, conocimiento e imagen de personajes, intención de voto, reacciones ante el fallo de la Corte Constitucional sobre el referendo reeleccionista.

Candidatos o personajes por los que se indagó: Álvaro Leyva, Andrés Felipe Arias, Antanas Mockus, Enrique Peñalosa, Germán Vargas Lleras, Gustavo Petro, Jaime Araújo Rentería, José Galat, Juan Manuel Santos, Luis Eduardo Garzón, Martha Lucía Ramírez, Noemí Sanín, Rafael Pardo, Robinson Devia, Sergio Fajardo y Álvaro Uribe

Fecha de realización campo: El 27 de febrero de 2010.

Margen de error observado: Con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50% 3.1% +/-, para el total de la muestra; para la sub-muestra de personas con intención de votar para elecciones presidenciales el margen de error observado es 4.1% +/-; para la sub-muestra de personas con intención de votar en la consulta conservadora, de 8.1% y para la sub-muestra de personas con intención de votar en la consulta del Partido Verde, del 8.1%. Por regiones, el margen de error máximo es del 11% para las personas con intención de votar en elecciones presidenciales

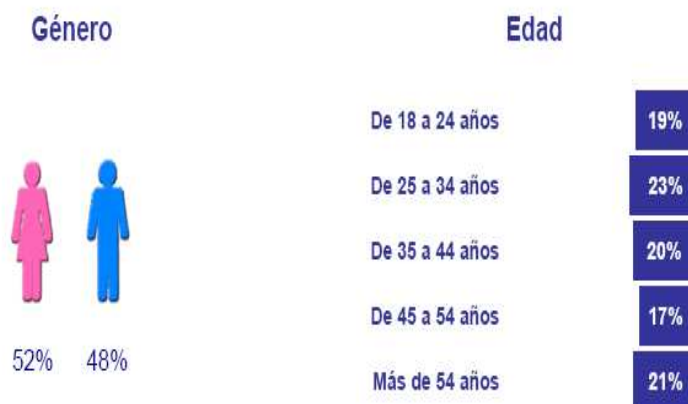
Área / Cubrimiento: Área urbana de 36 municipios: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Cali, Ibagué, Valledupar, Chigorodó, Paipa, Puerto Tejada, Pitalito, Montelíbano, La Estrella, Arbeláez, Quibdó, Villavicencio, Maicao, Puerto Triunfo, La Mesa, Pupiales, Acacias, El Banco, Zaragoza, Madrid, Túquerres, Puerto Gaitán, Salamina, Dosquebradas, Mosquera, Jamundí, Espinal, Santiago de Tolú, Santa Rosa de Cabal, Cúcuta, Yumbo y Flandes.

Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.8: Ficha técnica medición 4



Descripción de la muestra



Base: 1.000

Ipsos Public Affairs

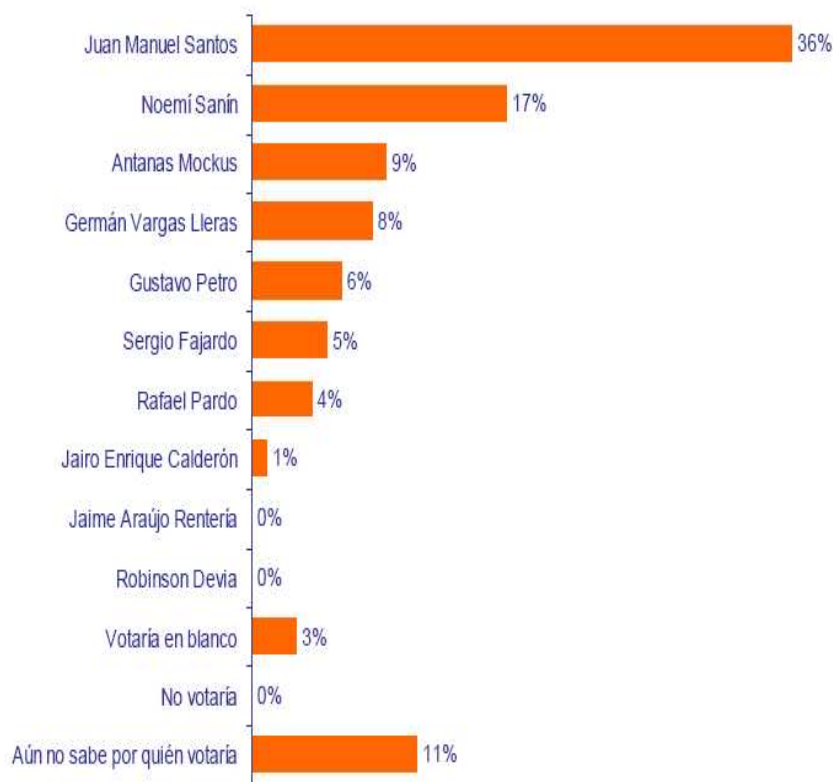
© 2010 Ipsos

Cuadro 8.9: Descripción de la muestra medición 4



Intención de voto para la 1ª vuelta de las elecciones presidenciales

Suponiendo que las elecciones para presidente de Colombia se celebraran hoy, y los candidatos fueran los siguientes, ¿por quién votaría Usted, votaría en blanco, no votaría o no sabe por quien votaría?



Base: 888; quienes manifiestan intención de votar en elecciones presidenciales

Ipsos Public Affairs

© 2010 Ipsos

Cuadro 8.10: Medición 5



Ficha técnica

Para acompañar cualquier publicación de los resultados, considerando la legislación vigente, la siguiente ficha técnica debe ser incluida en su totalidad.

Persona natural o jurídica que la realizó: Ipsos Napoleón Franco, inscrito ante el Consejo Nacional Electoral.

Persona natural o jurídica que la encomendó: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Fuente de financiación: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Grupo objetivo: Hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio (estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 36 ciudades y municipios del país.

Tamaño de la muestra: 1.202 encuestas reales, 1.202 encuestas ponderadas por región, nivel socioeconómico, género y rangos de edad.

Técnica de recolección de datos: Entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

Tipo de la muestra: Muestreo estratificado, multietápico, primera etapa selección de municipios, segunda etapa selección de secciones cartográficas, tercera etapa por conglomerados de hogares. El método de selección del entrevistado, en el hogar seleccionado, es la persona presente en el hogar y residente habitual del mismo, mayor de 18 años, próxima a cumplir años. Marco de áreas cartográfico con la conglomeración de hogares en secciones cartográficas, a partir de la información del último censo de población y vivienda 2005 con sus correspondientes proyecciones al 2010.

Preguntas concretas que se formularon: Ver cuestionario anexo

Tema o temas a los que se refiere: Clima de opinión, conocimiento e imagen de personajes, intención de voto, reacciones ante el Gran Debate transmitido por RCN Televisión el 23 de marzo.

Candidatos o personajes por los que se indagó: Álvaro Uribe, Antanas Mockus, Germán Vargas Lleras, Gustavo Petro, Jaime Araujo Rentería, Jairo Enrique Calderón, Juan Manuel Santos, Noemí Sanín, Rafael Pardo, Robinson Devia, Sergio Fajardo, Ana María Cabal, Angelino Garzón, Aníbal Gaviria, Clara López, Elsa Noguera, Jobanny Burbano, Julio Londoño Paredes y Olga Lucía Taborda

Fecha de realización campo: Del 24 al 25 de marzo de 2010.

Margen de error observado: Con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50% 2.9% +/-, para el total de la muestra; para la sub-muestra de personas con intención de votar en la 1ª vuelta de las elecciones presidenciales el margen de error observado es 3.4% +/-; para la sub-muestra de personas con intención de votar en la segunda vuelta de las elecciones presidenciales, de 3.6%. Por regiones, el margen de error máximo es del 8.8% para las personas con intención de votar en elecciones presidenciales.

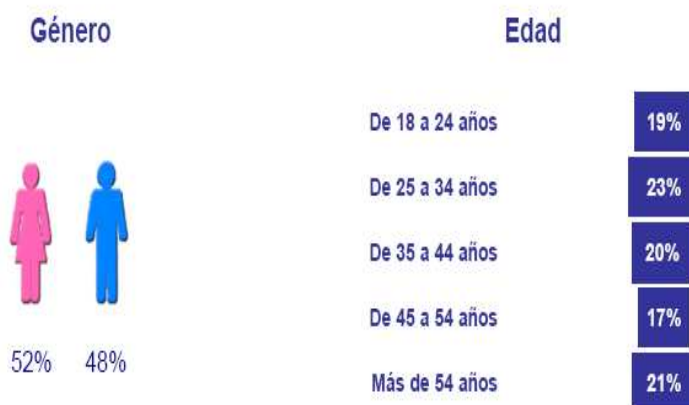
Área / Cubrimiento: Área urbana de 36 municipios: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Cali, Ibagué, Cartagena, Apartadó, Cúcuta, La Cumbre, Espinal, Fonseca, La Dorada, Duitama, Pasto, Ibagué, La Apartada, La Pintada, Girardot, Quibdó, Mariquita, Remolino, Pereira, Motavita, Tumaco, Neiva, Sabanalarga, Quimbaya, Puerto Boyacá, Villa Rica, Palermo, Santa Marta, Turbo, Sutatausa, Zarzal y Rovira.

Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.11: Ficha técnica medición 5



Descripción de la muestra



Base: 1.202

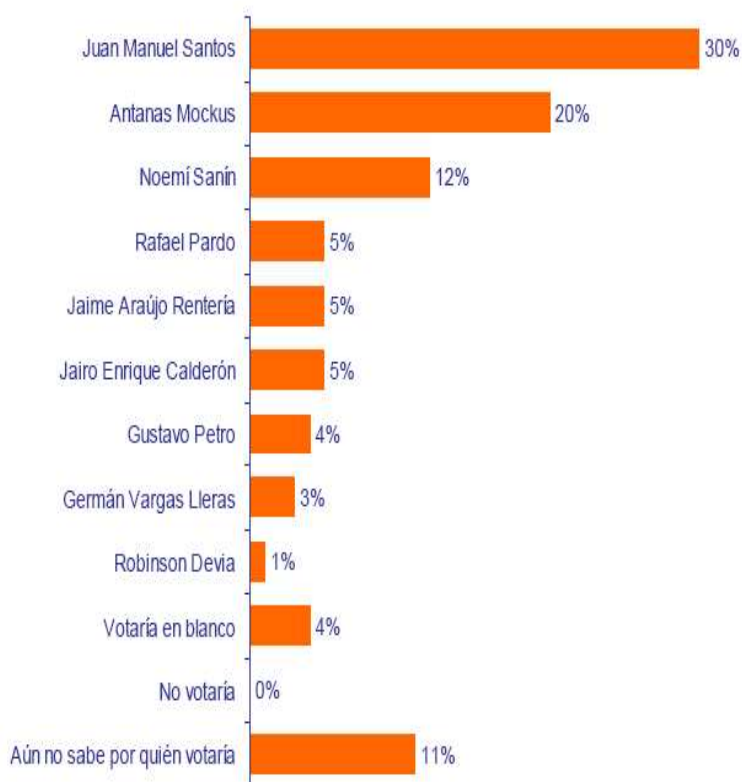
Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.12: Descripción de la muestra medición 5



Intención de voto para la 1ª vuelta de las elecciones presidenciales

Suponiendo que las elecciones para presidente de Colombia se celebraran hoy, y los candidatos fueran los siguientes, ¿por quién votaría Usted, votaría en blanco, no votaría o no sabe por quien votaría?



© 2010 Ipsos

Base: 930; quienes manifiestan intención de votar en elecciones presidenciales

Ipsos Public Affairs

2. Suponiendo que las elecciones para presidente de Colombia se celebraran hoy, y los candidatos fueran los que aparecen en esta tarjeta, ¿por quién votaría Usted, votaría en blanco, no votaría o no sabe por quién votaría?

Cuadro 8.13: Medición 6



Ficha técnica

Para acompañar cualquier publicación de los resultados, considerando la legislación vigente, la siguiente ficha técnica debe ser incluida en su totalidad.

Persona natural o jurídica que la realizó: Ipsos Napoleón Franco, inscrito ante el Consejo Nacional Electoral.

Tema o temas a los que se refiere: Conocimiento e imagen de personajes e intención de voto.

Persona natural o jurídica que la encomendó: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Candidatos o personajes por los que se indagó: Álvaro Uribe, Antanas Mockus, Germán Vargas Lleras, Gustavo Petro, Jaime Araújo Rentería, Jairo Enrique Calderón, Juan Manuel Santos, Noemí Sanín, Rafael Pardo y Robinson Devia

Fuente de financiación: RCN TV, RCN Radio, La FM y Revista Semana

Fecha de realización campo: Del 13 al 14 de abril de 2010.

Grupo objetivo: Hombres y mujeres, mayores de 18 años de edad, niveles socio económicos alto (estratos 6 y 5), medio (estratos 3 y 4) y bajo (estrato 2 y 1), residentes habituales en 36 ciudades y municipios del país.

Margen de error observado: Con 95% de confianza para fenómenos de ocurrencia del 50% 3.1% +/- , para el total de la muestra; para la sub-muestra de personas con intención de votar en la 1ª vuelta de las elecciones presidenciales el margen de error observado es 3.5% +/-; para la sub-muestra de personas con intención de votar en la segunda vuelta de las elecciones presidenciales, de 3.7%. Por regiones, el margen de error máximo es del 9.0% para las personas con intención de votar en elecciones presidenciales.

Tamaño de la muestra: 1.200 encuestas reales, 1.200 encuestas ponderadas por región, nivel socioeconómico, género y rangos de edad.

Técnica de recolección de datos: Entrevista personal en hogares, con aplicación de un cuestionario estructurado.

Área / Cubrimiento: Área urbana de 36 municipios: Bogotá, Barranquilla, Medellín, Bucaramanga, Cali, Ibagué, Montería, Itagüí, Girón, Cartago, Neiva, Montelíbano, Armenia, Puerto Wilches, Popayán, Acacias, Ciénaga, Salento, Funza, Contadero, Pitalito, Pueblo Nuevo, Riosucio, Facatativá, Zarzal, Garzón, Chinú, Yarumal, El Carmen de Chucurí, Corinto, Restrepo, Puerto Escondido, Santa Rosa de Cabal, Nimaima, Ipiales y Acevedo

Tipo de la muestra: Muestreo estratificado, multietápico, primera etapa selección de municipios, segunda etapa selección de secciones cartográficas, tercera etapa por conglomerados de hogares. El método de selección del entrevistado, en el hogar seleccionado, es la persona presente en el hogar y residente habitual del mismo, mayor de 18 años, próxima a cumplir años. Marco de áreas cartográfico con la conglomeración de hogares en secciones cartográficas, a partir de la información del último censo de población y vivienda 2005 con sus correspondientes proyecciones al 2010.

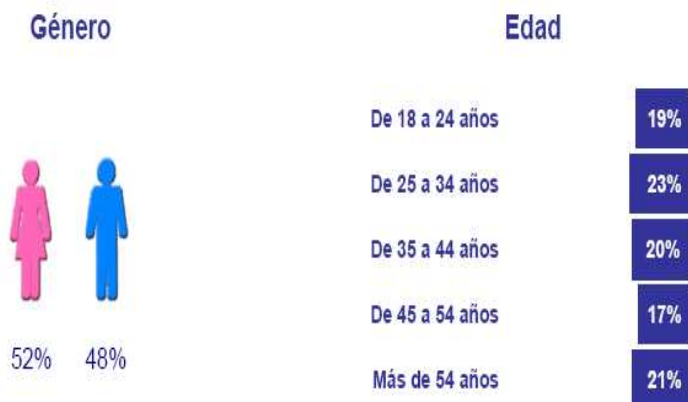
Preguntas concretas que se formularon: Ver cuestionario anexo

Ipsos Public Affairs

Cuadro 8.14: Ficha técnica medición 6



Descripción de la muestra



Base: 1.200

Ipsos Public Affairs

© 2010 Ipsos

Cuadro 8.15: Descripción de la muestra medición 6