

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

**PROPUESTA DE DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA POBLACIONES
MENORES A 150000 HABITANTES DEL ECUADOR, BASADA EN LAS
CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS Y SOCIO-ECONOMICOS.**

Autor: José Andrés Bayas Urquizo

Tutor: Ing. Mgs. Alfonso Arellano

Riobamba - Ecuador

Año 2018

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“PROPUESTA DE DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA POBLACIONES MENORES A 150000 HABITANTES DEL ECUADOR, BASADA EN LAS CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS Y SOCIO-ECONOMICOS.”** presentado por José Andrés Bayas Urquiza y dirigida por: Ing. Alfonso Arellano. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo. Para constancia de lo expuesto firman:



Ing. Alfonso Arellano

Director del proyecto



Ing. Tito Castillo

Miembro del tribunal



Ing. Nelson Patiño

Miembro del tribunal

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Alfonso Arellano, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es: **“PROPUESTA DE DOTACIONES DE AGUA POTABLE PARA POBLACIONES MENORES A 150000 HABITANTES DEL ECUADOR, BASADA EN LAS CARACTERISTICAS METEOROLOGICAS Y SOCIO-ECONOMICOS”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo al estudiante José Andrés Bayas Urquiza para que se presente ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfonso Arellano', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Alfonso Arellano.

Tutor de tesis

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: José Andrés Bayas Urquizo, e Ing. Alfonso Arellano; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

José Andrés Bayas Urquizo

C.I. 0604241455

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por apoyarme en cada etapa de mi vida, por guiarme enseñarme, sobre todo por cultivar los valores de ser buena persona, además, quiero agradecer al Ing. Alfonso Arellano, por siempre estar presto al desarrollo de este proyecto de investigación. También quiero agradecer al PhD Antonio Meneses por el gran aporte que contribuyo en el desarrollo de esta investigación.

José Andrés Bayas Urquizo

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mi familia. A mi Padre y Madre por ser las personas a las cuales admiro ya que siempre han dado lo mejor de sí, por sus hijos y por su familia.

José Andrés Bayas Urquizo

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	1
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. Estado del arte	5
4. Metodología	7
5. Resultados y discusión	13
6. Conclusiones y recomendaciones	28
7. Bibliografía	29
8. Anexos.....	33
8.3. Anexo 1	34
8.1. Anexo 2	36
8.2. Anexo 3	38
8.5. Anexo 5	41
8.6. Anexo 6	42
8.7. Anexo 7	43
8.8. Anexo 8	44
8.9. Anexo 9	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	2
Dotaciones recomendadas	2
Tabla 2.....	8
Poblaciones de las investigaciones previas	8
Tabla 3.....	9
Aspectos considerados en esta investigación.....	9
Tabla 4.....	9
Sufijos empleados en la disposición mensual, semestral y ponderada de los datos CPC, VFI y CMM.....	9
Tabla 5.....	10
Tamaños poblacionales y consumos semestrales.....	10
Tabla 6.....	10
Rangos de relaciones según Evans.....	10
Tabla 7.....	15
Correlaciones lineales con el método de Pearson analizadas.....	15
Tabla 8.....	18
Correlaciones por Spearman de los estratos B, C y D	18
Tabla 9.....	24
Consumos de agua potable para poblaciones ecuatorianas determinado por el modelo B-spline	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	7
Figura 2. Temperatura máxima (°C) vs CPC/p.m.	13
Figura 3. Precipitación (mm) vs CPM/pm	14
Figura 4. Humedad atmosférica máxima vs CPC/p.m.	14
Figura 5. Promedio ponderado de viviendas que presentan fugas intradomiciliarias vs CPC/p.m.	15
Figura 6. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que poseen jardín vs CPC/est.s. por cada estrato	16
Figura 7. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en tanque elevado vs CPC/est.s. por cada estrato.	16
Figura 8. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en cisterna o tanques enterrados vs CPC/est.s. por cada estrato.	17
Figura 9. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en tanque de lavar ropa vs CPC/est.s. por cada estrato.	17
Figura 10. Consumo representativo de cada ciudad CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones.	19
Figura 11 Consumo per cápita de cada ciudad por estratos CPC/est.s. vs tamaño de poblaciones	20
Figura 12 CPC/p.s. general, en función del tamaño de la población.	22
Figura 13 CPC/est.s. del estrato B, en función del tamaño de la población.	25
Figura 14. CPC/est.s. del estrato C, en función del tamaño de la población.	26
Figura 15. CPC/est.s. del estrato D, en función del tamaño de la población.	27

Figura 16 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones, consumo atípico en Guano .	45
Figura 17 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones, consumo atípico en La Joya de los Sachas	45
Figura 18 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones. Diagrama de caja del CPC/p.s., sin consumos atípicos.	46
Figura 19 Diagrama de caja del CPC/est.s. A, sin consumos atípicos.	46
Figura 20 Diagrama de caja del CPC/est.s. B, con consumo atípico en La Joya de los Sachas.	46
Figura 21 Diagrama de caja del CPC/est.s. B, sin consumos atípicos.	47
Figura 22 Diagrama de caja del CPC/est.s. C, con consumo atípico en Guano.	47
Figura 23 Diagrama de caja del CPC/est.s. C, sin consumos atípicos.	47
Figura 24 Diagrama de caja del CPC/est.s. D, con consumos atípicos en Guano, Chambo y Columbe.	48
Figura 25 Diagrama de caja del CPC/est.s. D, con sin consumos atípicos	48

Resumen

El servicio de agua potable aporta al desarrollo de una población, por ello se le debe dar gran atención a su distribución. Dentro del territorio ecuatoriano el abastecimiento de agua potable se lo realiza mediante dotaciones establecidas en la normativa Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 1992). Dicha norma muestra dotaciones con las cuales varias poblaciones se sienten insatisfechas con el suministro de agua potable. Esta norma define al clima y al tamaño de la población como los indicadores bajo los cuales se selecciona la dotación que más se ajuste a las características de la población. Sin embargo, los rangos de ambos aspectos no se encuentran bien definidos o a su vez sus son ambiguos.

La norma vigente no considera, aspectos sociales y costumbres, los mismos que influyen en el consumo de agua. Por dicha razón no se conoce si existe relación de las características socioeconómicas y meteorológicas con el consumo de agua potable.

Esta investigación se basa en 9 investigaciones de consumos de agua doméstica, asociados a factores meteorológicos, socioeconómicos y de costumbres en 11 poblaciones, Establecer estadísticamente consumos de agua potable para poblaciones menores a 150000 habitantes, a partir de relaciones de aspectos meteorológicos y socio-económicos con el consumo de agua potable.

Se procesó los datos de las investigaciones, utilizando el software estadístico R para determinar correlaciones lineales estadísticas, y así establecer si los factores meteorológicos, sociales o costumbres se relacionan con el consumo de agua. Se estableció relación entre la demografía y el consumo de agua potable, creando un modelo matemático no paramétrico, el cual explica un 62.45% del consumo de agua potable en función del tamaño poblacional.

Palabras clave: Consumo, agua potable, características meteorológicas, características socioeconómicas.

Abstract

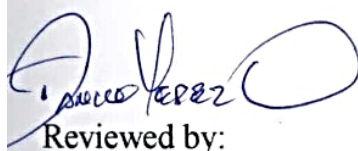
The water supply service contributes to the development of a population, so great attention must be given to its distribution. Within the Ecuadorian territory, the supply of drinking water can be made through provisions established in the regulations. Ecuadorian Code of Construction (CCA, 1992). This standard shows images with several populations interested in the supply of drinking water. This standard defines the climate and the size of the population as the indicators under which the selection that best fits the characteristics of the population is selected. However, the ranges of both aspects are not well defined or, at times, ambiguous.

The current norm does not consider social aspects and customs, the same ones that influence the consumption of water. Why it is not known if there is a relationship of socioeconomic and meteorological characteristics with drinking water consumption.

This research is based on 9 investigations of domestic water consumption, associated with meteorological, socioeconomic and habitat factors in 11 populations, statistically establishes drinking water consumption for populations of less than 150,000 inhabitants, based on meteorological and socio-economic aspects. with the consumption of drinking water.

The research data was processed, using the statistical software R to determine the linear correlations of the statistics, and this is established if the meteorological, social or customs factors are related to water consumption. The relationship between demography and drinking water consumption was established, creating a nonparametric mathematical model, which explains 62.45% of drinking water consumption according to population size.

Key words: Consumption, drinking water, meteorological characteristics, socioeconomic characteristics.



Reviewed by:
Danilo Yépez O.
English professor UNACH.



1. Introducción

En el desarrollo de un país se debe cumplir con óptimas y necesarias condiciones para el progreso de la población, dentro de las cuales, para satisfacer adecuadamente el requerimiento solicitado por la población, se encuentra la correcta provisión de agua potable. Se prevé que en 2050 el consumo de agua aumentará un 44% para satisfacer las demandas industriales y de población (Fundación Aquae, 2015).

Debido a que el agua es un recurso limitado y además la falta de agua, representa problemas para la salud, hay que administrarlo y otorgarlo de manera responsable para que el abastecimiento sea sostenible y sustentable Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC, 1992); Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2016). Existen poblaciones que, pese a que poseen suministro de agua potable, la cantidad de agua potable asignada por habitante, no satisface todas las necesidades básicas que una persona necesita cubrir a lo largo de su día (Sagñay y Carguachi, 2015).

En la actualidad los estudios hidrosanitarios mediante los cuales se suministra la cantidad de agua por habitante, para cubrir las diversas necesidades dentro del territorio ecuatoriano, se los hace en referencia a la normativa vigente (CEC, 1992). Las dotaciones establecidas en la normativa, consideran únicamente aspectos climáticos y tamaños de población, para así seleccionar la dotación que más se ajuste a las características de la población de estudio. Se evidencia que los rangos del parámetro climático no están suficientemente definidos, ya que no se muestran valores de temperatura, sino de una manera cualitativa establece tres tipos de clima “frio, templado y cálido”, como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1.
Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (lt/hab/día)
hasta 5000	frío	120-150
	templado	130-160
	cálido	170-200
5000 a 50000	frío	180-200
	templado	190-220
	cálido	200-230
más de 50000	frío	>200
	templado	>220
	cálido	>230

Fuente: (CEC, 1992)

En la década de los setenta cuando se elaboró esta norma, se consideró tamaños de población más pequeños que los actuales. Esos tamaños han cambiado debido principalmente a la migración del sector rural a las ciudades. Por lo tanto, los rangos de las poblaciones, para seleccionar una dotación, podrían ser inadecuados a la situación demográfica actual. La desactualización de la norma y la evolución en los últimos 50 años, hace sospechar que las dotaciones vigentes podrían ser reajustadas a las condiciones actuales.

La normativa del año 1974 ha sufrido pocos cambios hasta la actualidad en cuanto a los valores de dotación. No se conoce si al aumentar las características socioeconómicas, meteorológicas y de las costumbres, estas incidirán en la asignación de cantidad de agua por habitante al día.

El incremento poblacional urbano ha generado mayor demanda de agua potable en el sector urbano, y en algunos casos no se encuentra fácilmente fuentes de abastecimiento.

Los suministros de agua potable varían de acuerdo a las características de la población. El abastecimiento se lo tiene que realizar respecto a las características propias en la que cada población se desarrolla. (CEC, (1992); ONU, (2016)). La norma contempla y propone que se realice investigaciones de las costumbres en las poblaciones, para seleccionar una dotación. Por

esta razón se ha investigado la variación del consumo, contrastándola con la demografía poblacional actual principalmente.

En este informe se ha plasmado los antecedentes del tema investigado, seguido se ha justificado el porque del problema, pregunta y objetivos de la investigación, continuando se investigó información actual referente al tema de investigación, después se pone de manifiesto la metodología con la que se trabajó, abordando los parámetros y métodos que se utilizaron para llegar a los resultados, los cuales se los ha discutido y contrastado con los valores de la normativa vigente.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar si la normativa vigente, otorga dotaciones de agua potable adecuadas en función de los consumos de poblaciones menores a 150000 habitantes del Ecuador.

2.2. Objetivos específicos

Establecer relaciones entre características meteorológicas y socioeconómicas con el consumo de agua potable.

Comparar consumos de agua potable de la muestra estudiada, respecto a dotaciones establecidas en la norma vigente.

3. Estado del arte

Según Manco (2012), la demografía de cada población es de vital importancia para analizar estadísticamente la cantidad de agua suministrada por habitante al día, considerando que dentro de una población existen varios grupos que generan distinto consumo. Existe amplia evidencia empírica sobre el descenso del consumo de agua en las últimas décadas en la mayor parte de las grandes aglomeraciones urbanas de los países desarrollados (Deoreo & Mayer, 2012). Sin embargo hay datos contradictorios, por ejemplo, Lyman (1992), menciona que en las viviendas con jardín, donde residen personas mayores, el consumo de agua aumenta debido al riego del espacio ajardinado. Ello se debe a la afición a la jardinería. Por otra parte, hay estudios con resultados que demuestran que en viviendas donde residen personas mayores en viviendas con jardín, el consumo disminuye. (Mayer, y otros, 1999).

Askew y McGuirk (2004) analizaron en Australia, que los cambios en las actitudes o los comportamientos por cuenta propia del individuo con el fin de adaptarse a unas determinadas normas sociales, puede incrementar los usos domésticos de agua, ya que éstas pueden influir la frecuencia y los patrones de uso del recurso, especialmente en los espacios ajardinados.

A pesar que las estrategias de reducción de consumo de agua han tenido cierto éxito, la demanda de agua en la ciudad de Sydney sigue en aumento, pero el consumo interno sigue siendo alto. Se analizaron las actitudes de los residentes de los hogares en relación con el consumo de agua y evidenciaron que la demanda de agua estaba fuertemente vinculada con los diferentes tipos de vivienda, aspectos culturales, institucionales, etc... (Randolph y Troy, (2008); Savenije y Van Der Zaag, (2002)). A demás Morote (2017) dice que en el factor socio demográfico, asociado al consumo de agua doméstico destaca la posición social.

Se han realizado investigaciones en las cuales se analizaron el consumo del agua y los aspectos meteorológicos y socioeconómicos. Los estudios parten del método de caracterización socio-económica y urbanística, el mismo que estratifica a los grupos de población en los estratos: estrato A, estrato B, estrato C y estrato D, siendo el estrato A el de mayor poder económico hasta progresivamente llegar al estrato D que es el de menor poder económico, se evidenció una diferencia de consumos de agua al comparar por los diferentes estratos sociales. El método de caracterización socio- económico y urbanístico determina el porcentaje de participación de cada uno de los estratos dentro de la población. A partir de eso se seleccionó una muestra representativa de cada población. (Barreno, (2015); Cáceres y Rubio, (2015); Carrillo y Quintero, (2013); Montenegro y Tapia, (2014); Morillo y Luna, (2013); Noriega, (2015); Patiño y Pino, (2014); Sagñay y Carguachi, (2015)).

Dentro de las investigaciones mencionadas, si bien (Barreno, (2015); Cáceres y Rubio, (2015); Murillo y Luna, (2013); Noriega, (2015)) mencionan que tanto el aspecto social “inflación acumulada” y varios factores meteorológicos inciden en la cantidad de agua consumida por un habitante al día, (Carrillo y Quintero, (2013); Montenegro y Tapia, (2014); Patiño y Pino, (2014); Sagñay y Carguachi, (2015)) señalan que el único factor que afecta en el consumo de agua es la inflación acumulada, además (Samaniego y Muela, 2015) atribuyen el consumo de agua netamente al factor meteorológico “precipitación”.

4. Metodología

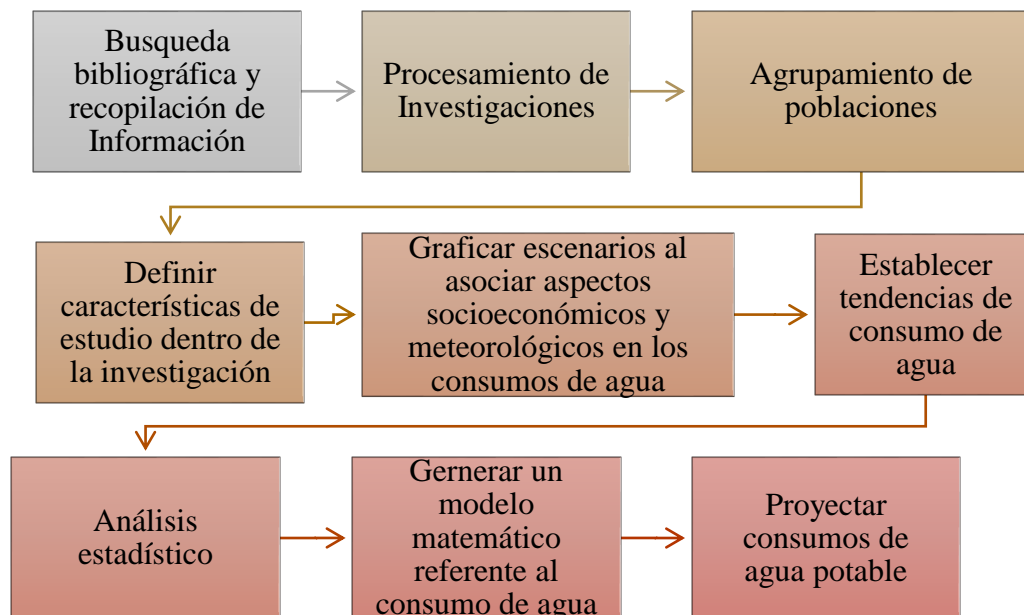


Figura 1. Procedimiento de la investigación.

En el desarrollo de la investigación se procedió a realizar una búsqueda bibliográfica, referente a aspectos que se consideran para establecer consumos de agua potable, encontrando investigaciones en las cuales se asocian parámetros meteorológicos, socioeconómicos y de costumbres, en la cantidad de agua consumida por habitante al día (CPC). Esta búsqueda se la realizó a través de bases de datos virtuales como Google académico, Scielo, repositorios digitales de universidades y fuentes que garanticen que la información obtenida ha sido comprobada y contrastada por especialistas de la materia.

Se encontraron 9 estudios realizados en 11 poblaciones, los cuales se convirtieron en la muestra de esta investigación, siendo: Columbe, Cubijies, Guamote, Quimiag, Guano, Chambo, Guaranda y Riobamba, pertenecientes a la región sierra del territorio ecuatoriano, La Joya de los Sachas y Macas, son parte de la región oriental del Ecuador y Ventanas, perteneciente a la región costa. Estas investigaciones fueron analizadas con el tamaño de población del censo poblacional realizado en el año 2010.

Tabla 2
Poblaciones de las investigaciones previas

Región	Nombre de la población	Altura m.s.m.	Población (Censo 2010)	Estratos socio-económicos presentes, según método de caracterización socio-urbanístico y económico
Sierra	Riobamba	2764	146324	A,B,C, D
	Guaranda	2668	91877	A, B, C
Costa	Ventanas	25	38168	A,B,C, D
Oriente	Macas	1050	22000	A,B,C, D
	La Joya de los Sachas	270	11480	B, C, D
Sierra	Chambo	2400	10541	B, C, D
	Guano	2794	7758	B, C, D
	Quimiag	2879	4873	B, C, D
	Guamote	2560	3762	B, C, D
	Cubijies	2501	588	B, C, D
	Columbe	3100	526	B, C, D

Nota: El orden de las poblaciones se mantendrá en toda la investigación.

Los estudios exponen información mensual y semestral, acerca del consumo de agua potable por cada población y por sus respectivos estratos socioeconómicos. Se ordenó y organizo la información proveniente de las 11 poblaciones (ver anexo 1). La cual sirvió como información primaria para el desarrollo de esta investigación (ver anexo 2). Además, dichas investigaciones presentan información procesada por primera vez (ver anexo 3).

Durante el análisis y desarrollo de esta investigación, se descartó gráficamente correlaciones entre algunas variables y se abandonó su análisis para concentrarse principalmente en aquellas que aparentemente tenían relaciones visibles.

Tabla 3.
Aspectos considerados en esta investigación.

Aspecto	Unidad	Tipo de información
Precipitación	mm	Información primaria
Humedad atmosférica máxima	%	Información primaria
Temperatura máxima	°C	Información primaria
Tamaño de población	habitantes	Información primaria
Consumo ponderado mensual “CPC/p.m.”	lt/hab*día	Procesada por primera vez
Consumo promedio semestral en cada estrato “CPC/s.est.”	lt/hab*día	Procesada por primera vez
Consumo promedio semestral ponderado “CPC/s.p.”	lt/hab*día	Procesada por primera vez
Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias, ponderado mensual “VFI/p.m.”	%	Procesada por primera vez
Porcentaje de casas con jardines en cada estrato	%	Procesada por primera vez
Tipo de almacenamiento de agua en cada estrato	%	Procesada por primera vez

Información ocupada de anexo 1 y anexo 2.

Se elaboró una tabla en donde se encuentran sufijos que se les otorgó a cada parámetro de: consumo per cápita (CPC), viviendas con fugas intradomiciliarias (VFI) y consumos por medidor en m³ (CMM). Los cuales se los estableció para facilitar la comprensión de cómo están dispuestos los datos, de acuerdo a su reporte mensual, semestral o por estratos.

Tabla 4
Sufijos empleados en la disposición mensual, semestral y ponderada de los datos CPC, VFI y CMM.

Estrato	Sufijos empleados						Promedio semestral
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	
A	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.s.
B	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.s.
C	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.s.
D	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.m.	/est.s.
Promedio ponderado	/p.m.	/p.m.	/p.m.	/p.m.	/p.m.	/p.m.	/p.s.

Los sufijos se emplearán en los datos CPC, VSI y CMM

Se agrupó los consumos representativos de agua potable de cada población que conforma la muestra.

Tabla 5
Tamaños poblacionales y consumos semestrales

Ciudad	Población/1000	CPC/p.s.	CPC/est.s. Estrato A	CPC/est.s. Estrato B	CPC/est.s. Estrato C	CPC/est.s. Estrato D
Riobamba	146.324	214.11	271.86	244.11	142.53	146.65
Guaranda	91.877	200.72	213.40	209.68	168.28	
Ventanas	38.168	205.64	280.81	202.88	199.80	180.72
Macas	22.000	222.16	254.11	239.66	194.78	150.28
La Joya de los Sachas	11.480	328.61		405.95	270.72	186.42
Chambo	10.541	273.04		280.76	256.70	259.30
Guano	7.758	393.83		346.58	444.47	411.49
Quimiag	4.873	156.16		159.62	153.09	157.23
Guamote	3.762	192.53		205.05	181.61	188.57
Cubijies	0.588	135.37		135.89	137.54	122.37
Columbe	0.526	75.56		89.05	63.99	52.40

El orden de las poblaciones se mantiene igual que en la Tabla 2

Se realizó correlaciones lineales con la ayuda del software estadístico R. Se adoptó el criterio de Evans con el cual, en esta investigación una correlación será válida con un rango entre 0.50 a 0.75, la cual es una correlación considerable y con un p-valor menor al 5%.

Tabla 6
Rangos de relaciones según Evans

Rango	Relación
0.00	No existe correlación
0.00 a 0.10	Correlación débil
0.10 a 0.50	Correlación media
0.50 a 0.75	Correlación considerable
0.75 a 0.90	Correlación muy fuerte
0.90 a 1.00	Correlación perfecta

(Fuente: Hernández Sampieri y Fernández Collado, 1998.)

Las correlaciones se las realizaron primero para los promedios mensuales del CPC/p.m. asociado a temperatura máxima, humedad máxima atmosférica, precipitación y viviendas que reportan fugas intradomiciliarias FI/p.m., en donde debido a la cantidad de datos (66), (ver anexo 4) se utilizó el test de correlación de Pearson.

Para analizar la relación del CPC/est.s. con el porcentaje de viviendas que tienen jardín y tipo de almacenamiento, se trabajó con el consumo semestral de cada estrato CPC/est.s. Debido a la cantidad de datos: 4 para el estrato A, 11 para el estrato B, 11 para el estrato C y 10 para el estrato D, se usó el test de correlación de Spearman. (ver anexo 5, anexo 6, anexo 7 y anexo 8).

Con los tamaños de población/1000 se realizó diagramas de caja y bigote (ver anexo 9), se determinó la existencia de poblaciones que tienen consumos atípicos. Los consumos representativos (CPC/p.s.) de esas poblaciones no se los consideró en el estudio. De la misma manera se realizó el mismo procedimiento para los datos de los estratos A, B, C y D.

Descartados los datos atípicos se estimó en el software estadístico R, un modelo no paramétrico de regresión por B-spline, que se ajuste a los valores entre el consumo representativo de cada población CPC/p.s. y el tamaño de la población, con el objetivo que el modelo sea significativo con respecto a los datos.

$$CPC = a_0 + a_1B_1(x) + a_2B_2(x) + \dots + a_nB_n(x) + \varepsilon$$

Donde:

$a_0, a_1, a_2 \dots a_n$: son coeficientes que determina el software R

$B_1, B_2 \dots B_n$: son polinomios cubicos

ε : es el error aleatorio

Este modelo B-spline ha generado polinomios de tercer grado los mismos que han sido utilizados para ajustarse al comportamiento del CPC/p.s. Este método utiliza la parte positiva de cada polinomio para que no haya problema en la convención de signos. Es decir, el método corta al polinomio en la parte que sea útil y la va uniendo con partes de más polinomios, para generar una gráfica del comportamiento del CPC/p.s., de tal manera que el modelo se ajuste mejor a los datos existentes.

El software se encarga de estimar: los coeficientes, los polinomios cúbicos y el ϵ , optimizando el número de polinomios. Se determina si los errores de ϵ son normales aplicando el test de Shapiro, en donde se ha determinado que el p-valor supera al 5% y así se constató que la variable aleatoria del error ϵ , se distribuya normalmente. Por lo tanto, los intervalos de confianza a usar fueron asintóticos, los mismos que sirven para nuevas predicciones.

Posteriormente se estableció intervalos de confianza del 95%, para nuevos tamaños de población /1000. Los intervalos de confianza se construyeron a partir de comprobar que los datos se distribuyen normalmente y a cada dato de CPC/p.s. se lo suma o resta un error estándar, multiplicado por el cantil de la normal “Z” asumiendo un error del 5%

$$Z_{\left(1-\frac{0.05}{2}\right)}=1.96$$

El valor del modelo para nuevas predicciones de tamaños de población se definió:

Valor del modelo $\pm z * es$

Donde:

es= error estándar

Siguiendo el mismo procedimiento se realizó modelos de B-spline para el CPC/p.s. de cada estrato y de igual manera se utilizó intervalos de confianza asintóticos para nuevas poblaciones.

5. Resultados y discusión

A continuación se encuentran las gráficas que se realizaron a partir de los consumos mensuales de cada población para establecer visualmente relación entre el CPC/p.m. y la temperatura máxima, humedad atmosférica máxima, precipitación y fugas intradomiciliarias

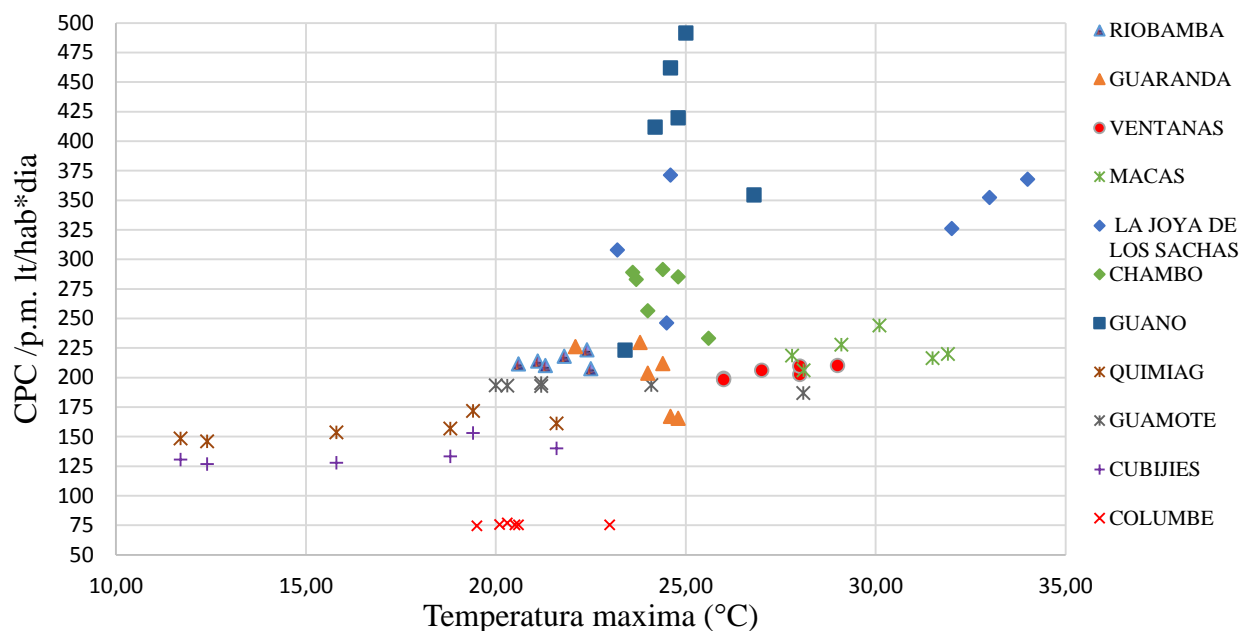


Figura 2. Temperatura máxima (°C) vs CPC/p.m.

En la figura 2, se observa aparentemente una correlación lineal positiva, es decir a mayor temperatura atmosférica máxima, mayor es el CPC/p.m., por lo que visualmente se establece una correlación lineal entre el factor temperatura máxima y el CPC/p.m.

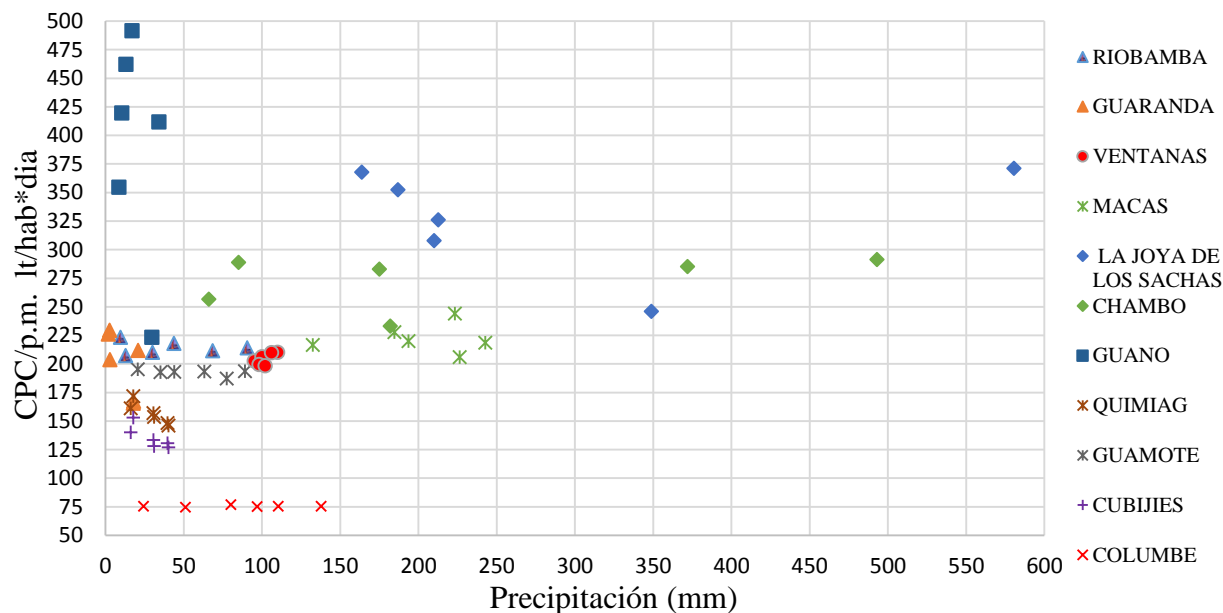


Figura 3. Precipitación (mm) vs CPM/pm

Visualmente en la figura 3, no se observa ninguna tendencia clara, sin embargo, muestra el un patrón de correlación positiva, es decir a mayor precipitación mayor es el CPC/p.m.

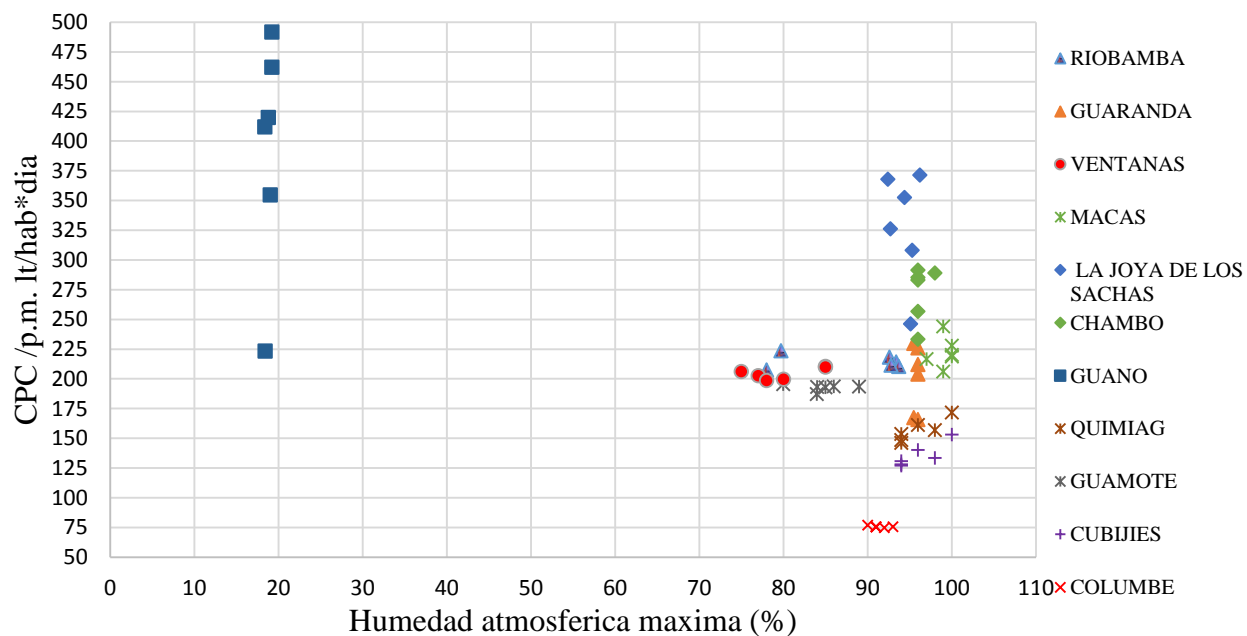


Figura 4. Humedad atmosférica máxima vs CPC/p.m.

En la figura 4 el comportamiento de la humedad atmosférica máxima, visualmente no tiene relación con el consumo de agua potable.

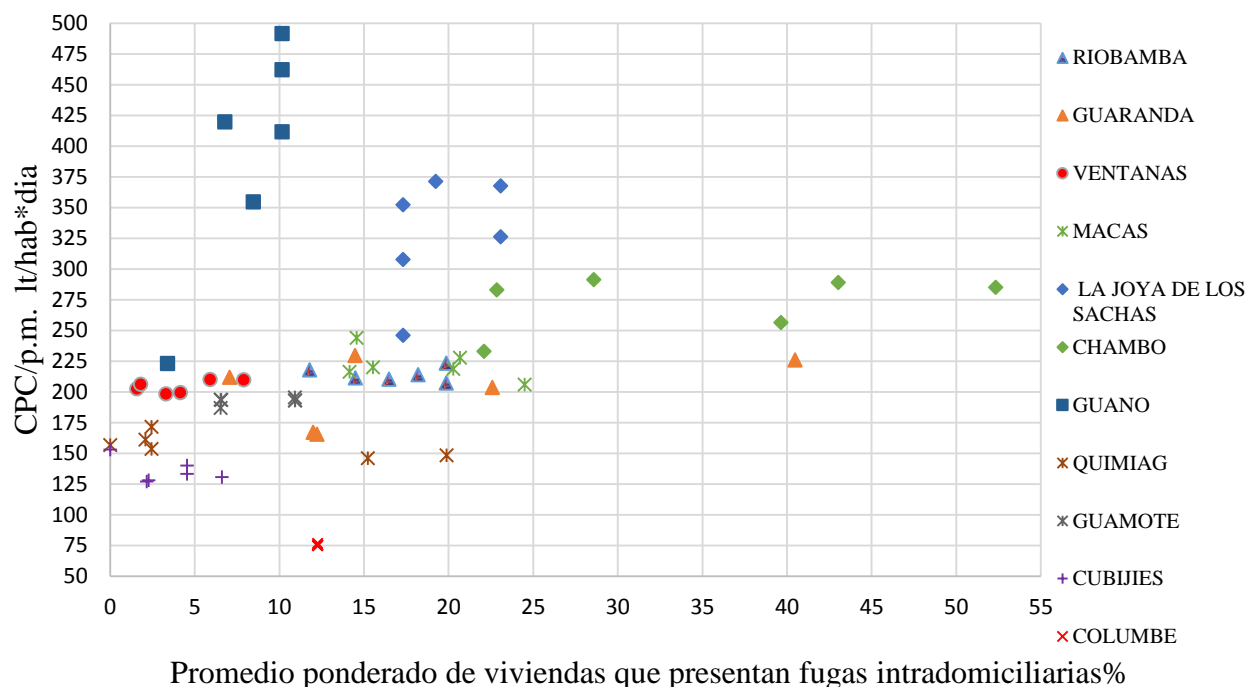


Figura 5. Promedio ponderado de viviendas que presentan fugas intradomiciliarias vs CPC/p.m.

Visualmente se observa correlación lineal entre el factor de promedio ponderado mensual de viviendas que poseen fugas intradomiciliarias % y el CPC/p.m., la correlación es positiva.

Tabla 7

Correlaciones lineales con el método de Pearson analizadas.

Aspectos	Correlación de Pearson con CPC/p.m.	
	(lt/hab*día)	P-valores
VFI/p.m. (%)	0.28	0.0225
Humedad atmosférica máxima (%)	-0.57	<.0001
Precipitación (mm)	0.27	0.0286
Temperatura máxima (°C)	0.50	<.0001

Todos los aspectos fueron reportados mensualmente.

Las correlaciones de Pearson indican que los aspectos, humedad atmosférica máxima y temperatura máxima, tienen una correlación considerable con el cuanto al consumo de agua

potable, ya que los valores de p-valor y correlación son significativos. Además los aspectos VFI/pm y precipitación, pese a que no presenta un valor significativo de correlación, su p-valor se encuentra debajo del 5%.

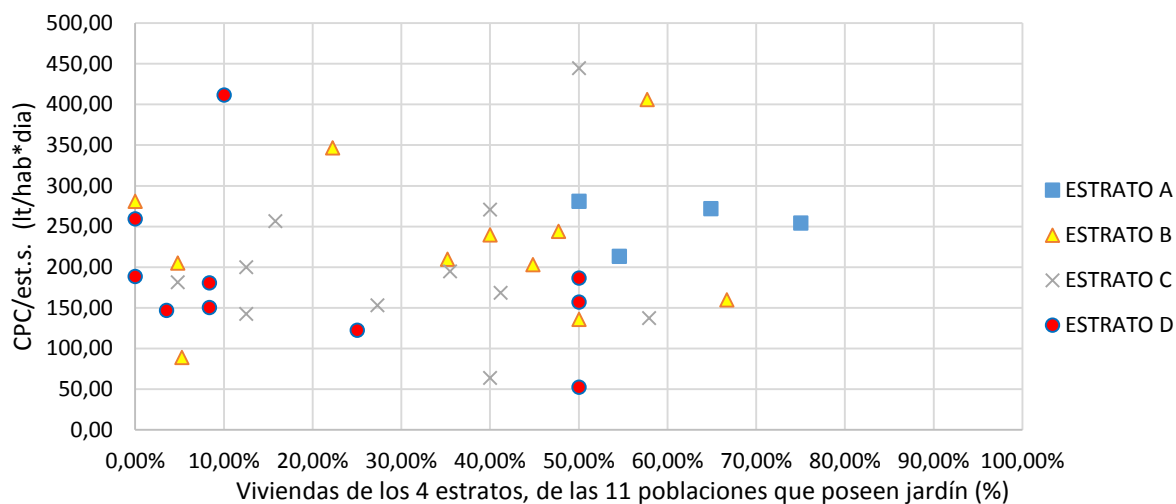


Figura 6. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que poseen jardín vs CPC/est.s. por cada estrato

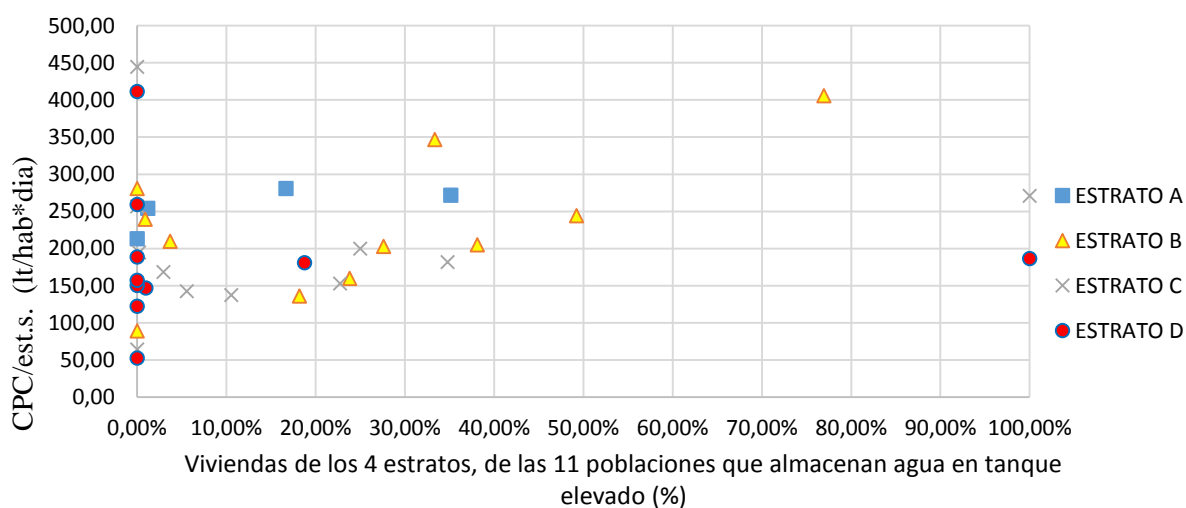


Figura 7. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en tanque elevado vs CPC/est.s. por cada estrato.

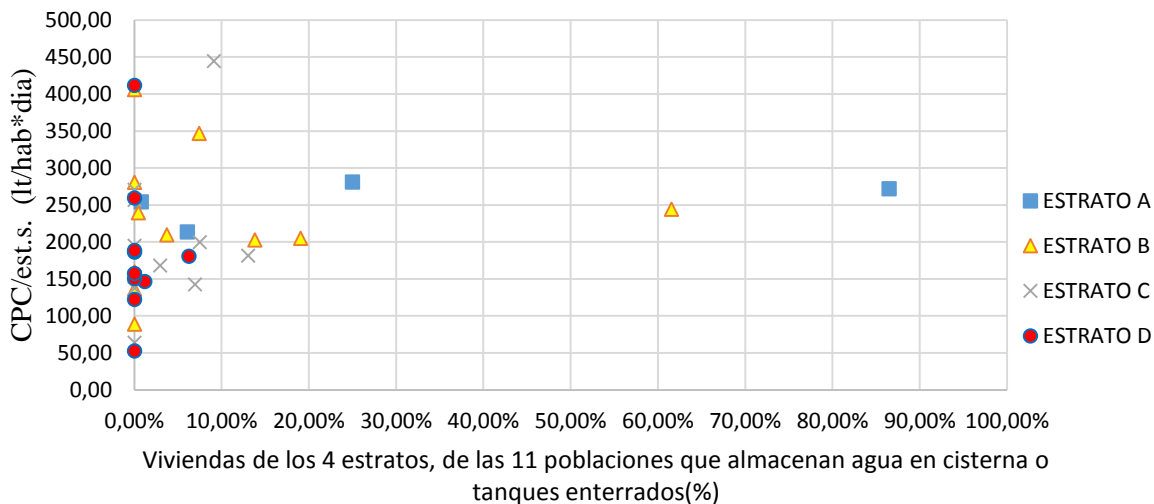


Figura 8. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en cisterna o tanques enterrados vs CPC/est.s. por cada estrato.

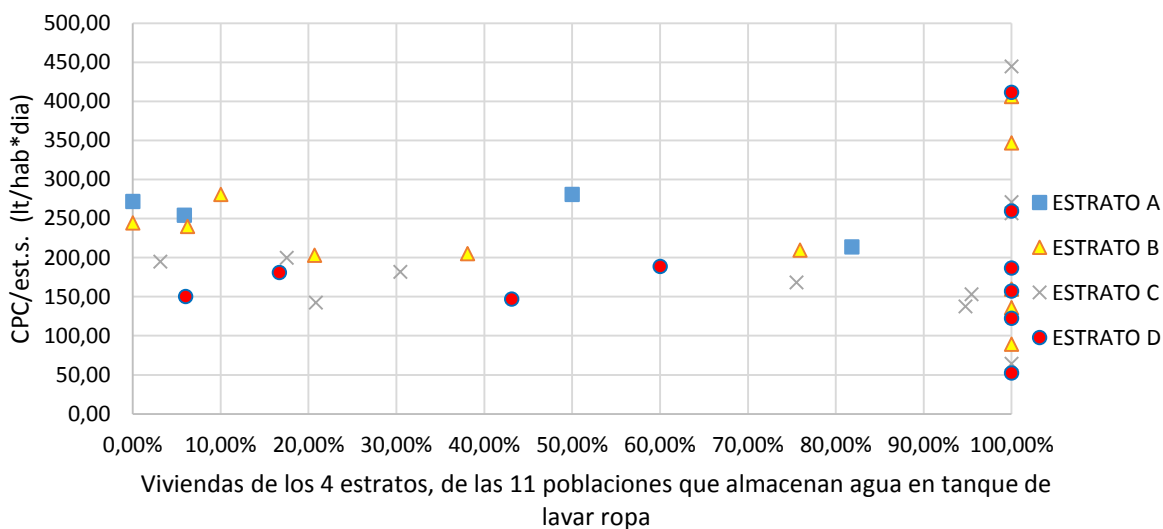


Figura 9. Viviendas de los 4 estratos, de las 11 poblaciones que almacenan agua en tanque de lavar ropa vs CPC/est.s. por cada estrato.

Tabla 8
Correlaciones por Spearman de los estratos B, C y D

Estrato	Aspectos	Correlación con CPC/est.s. (lt/hab*día)	P-valores
B	Viviendas que poseen jardín (%)	0.19	0.57
	Viviendas que almacenan agua en cisterna o tanque enterrado (%)	-0.08	0.81
	Viviendas que almacenan agua en tanque de lavar ropa (%)	-0.25	0.44
C	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	0.41	0.19
	Viviendas que poseen jardín (%)	-0.05	0.89
	Viviendas que almacenan agua en cisterna o tanque enterrado (%)	0.26	0.44
	Viviendas que almacenan agua en tanque de lavar ropa (%)	0.18	0.59
	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	0.05	0.89
D	Viviendas que poseen jardín (%)	-0.40	0.24
	Viviendas que almacenan agua en cisterna o tanque enterrado (%)	-0.15	0.68
	Viviendas que almacenan agua en tanque de lavar ropa (%)	0.13	0.72
	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	0.02	0.95

Todos los aspectos fueron reportados semestralmente.

Las correlaciones lineales de Spearman demuestran que en los estratos B, C y D no existe correlación del CPC/est.s. con las viviendas que poseen jardín, y viviendas según el tipo de almacenamiento de agua. Por lo que el equipamiento de una vivienda, no influye en el consumo de agua potable.

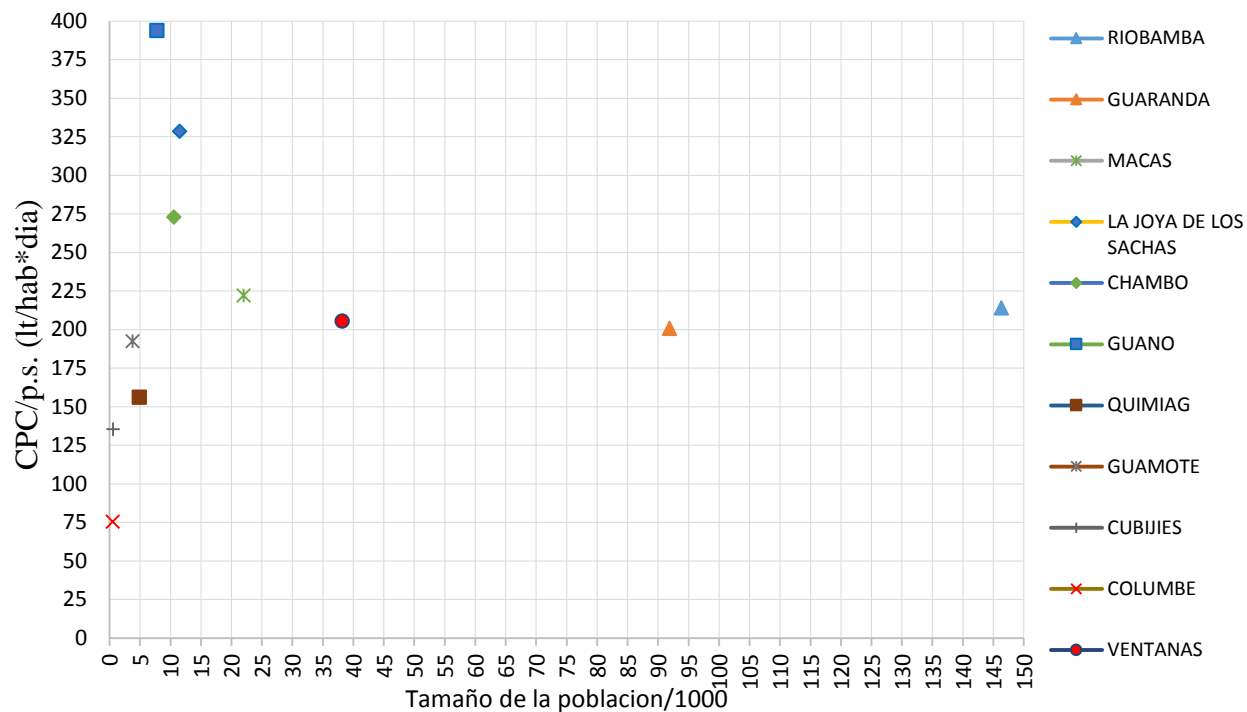


Figura 10. Consumo representativo de cada ciudad CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones.

En la gráfica se observan tres tipos de comportamiento de CPC vs tamaño de población. El primer comportamiento del CPC es para poblaciones de 0 a 5000 habitantes. El segundo comportamiento es de 5000 a 20000 habitantes y el último comportamiento es de 20000 a 150000 habitantes.

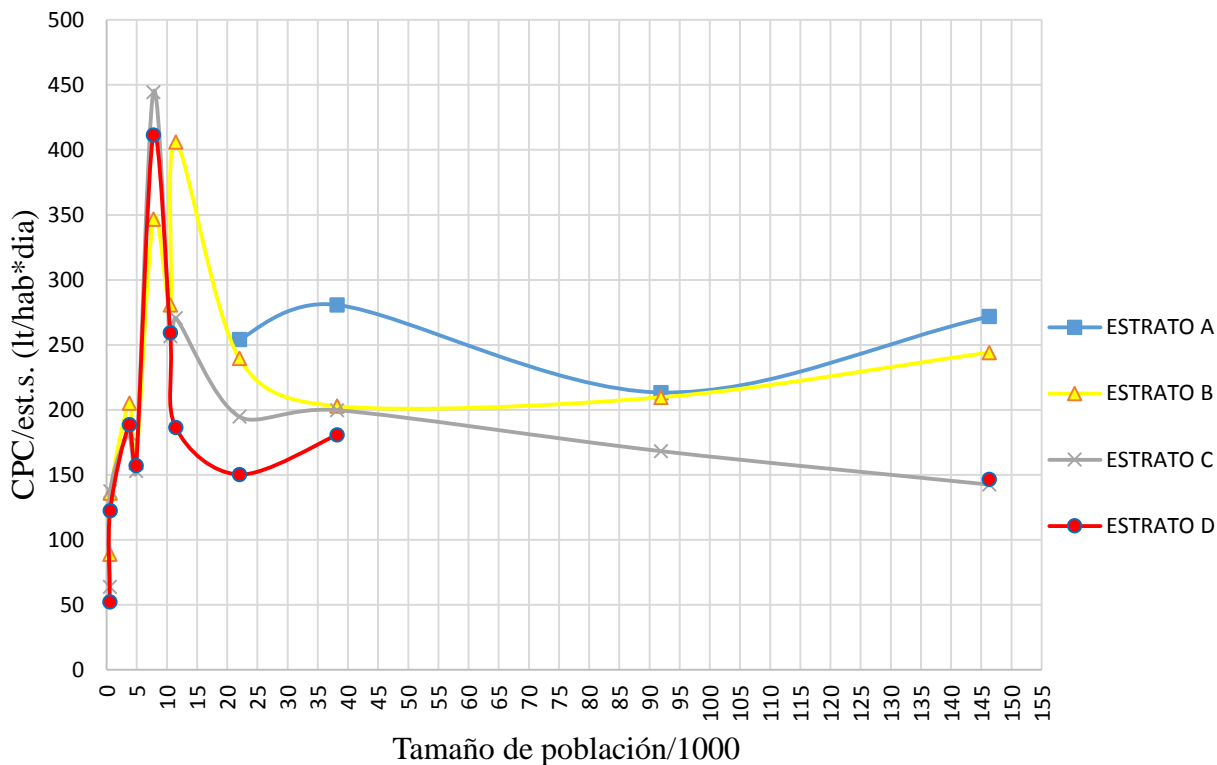


Figura 11 Consumo per cápita de cada ciudad por estratos CPC/est.s. vs tamaño de poblaciones

En la figura 11, se identifica un comportamiento distinto entre los diferentes estratos socio-económicos respecto al CPC/est.s.. Además, al igual que en la Figura 10. Se identifican 3 tendencias diferentes, una en el rango de 0 hasta 5000 habitantes, otra en el rango de 5000 a 20000 habitantes y la tercera mayor a 20000 habitantes.

Al describir las poblaciones mostradas en la Figura 10 y Figura 11, en el rango poblacional de 5000 a 20000 habitantes, se observa que el consumo de agua presenta un punto de inflexión máximo, por lo que cabe realizar la pregunta, si ese rango de población, el usuario tiene el tiempo suficiente para hacer mayor uso del agua, por lo tanto, este rango poblacional tendría una mayor satisfacción del servicio de agua potable.

Existen poblaciones con valores de CPC/p.s. atípicos, siendo estas Guano y La Joya de los Sachas, ambas tienen un consumo que supera considerablemente a la media. Siendo la tarifa mensual fija, una posible causa del consumo atípico, es decir que sin importar la cantidad de

agua que se utilice se va a pagar el mismo valor, registrando uso del agua para otras actividades que no son las de supervivencia humana. Por lo cual sería pertinente analizar cómo se relaciona el precio del agua con el consumo.

Las poblaciones con estrato A dentro de esta investigación no reportan datos atípicos de CPC/est.s., en el estrato B la población que tiene un consumo atípico es La Joya de los Sachas, en estrato C el consumo atípico de CPC/est.s., lo tiene la población de Guano y en el estrato D se reportan consumos atípicos de CPC/est.s., en las poblaciones de Guano, Chambo y Columbe. En donde si bien Guano y La Joya de los Sachas presentan una tarifa mensual permanente, En las poblaciones de Chambo y Columbe los consumos atípicos podrían ser generados por el poco tiempo que los habitantes pasan en casa.

Se encontró un modelo estadístico no paramétrico el cual se ajusta 62.45% de los datos, con variables estadísticamente significativas, sin embargo, al aumentar el tamaño de la muestra, pueden existir modelos que se ajusten más a los datos de CPC/p.s. vs tamaño de la población.

población/1000 vs CPC/p.s. el cual es:

$$CPC = 99.11 + 154.46B_1(x) + 63.65B_2(x) + 110.01B_3(x) + 115.20B_4(x) + \varepsilon$$

Donde:

x es el tamaño de población

$$B_1(x) = \begin{cases} (x - k_0)^3 & \text{si } k_0 \leq x < k_1 \\ 0 & \text{para el resto de los casos} \end{cases}$$

$$B_2(x) = \begin{cases} (x - k_1)^3 & \text{si } k_1 \leq x < k_2 \\ 0 & \text{para el resto de los casos} \end{cases}$$

$$B_3(x) = \begin{cases} (x - k_2)^3 & \text{si } k_2 \leq x < k_3 \\ 0 & \text{para el resto de los casos} \end{cases}$$

$$B_4(x) = \begin{cases} (x - k_3)^3 & \text{si } k_3 \leq x < k_4 \\ 0 & \text{para el resto de los casos} \end{cases}$$

Siendo:

$$k0 = 0.526$$

$$k1 = 4.00$$

$$k2 = 11.00$$

$$k3 = 38.00$$

$$k4 = 146.00$$

$$\varepsilon = \textit{epsilon}$$

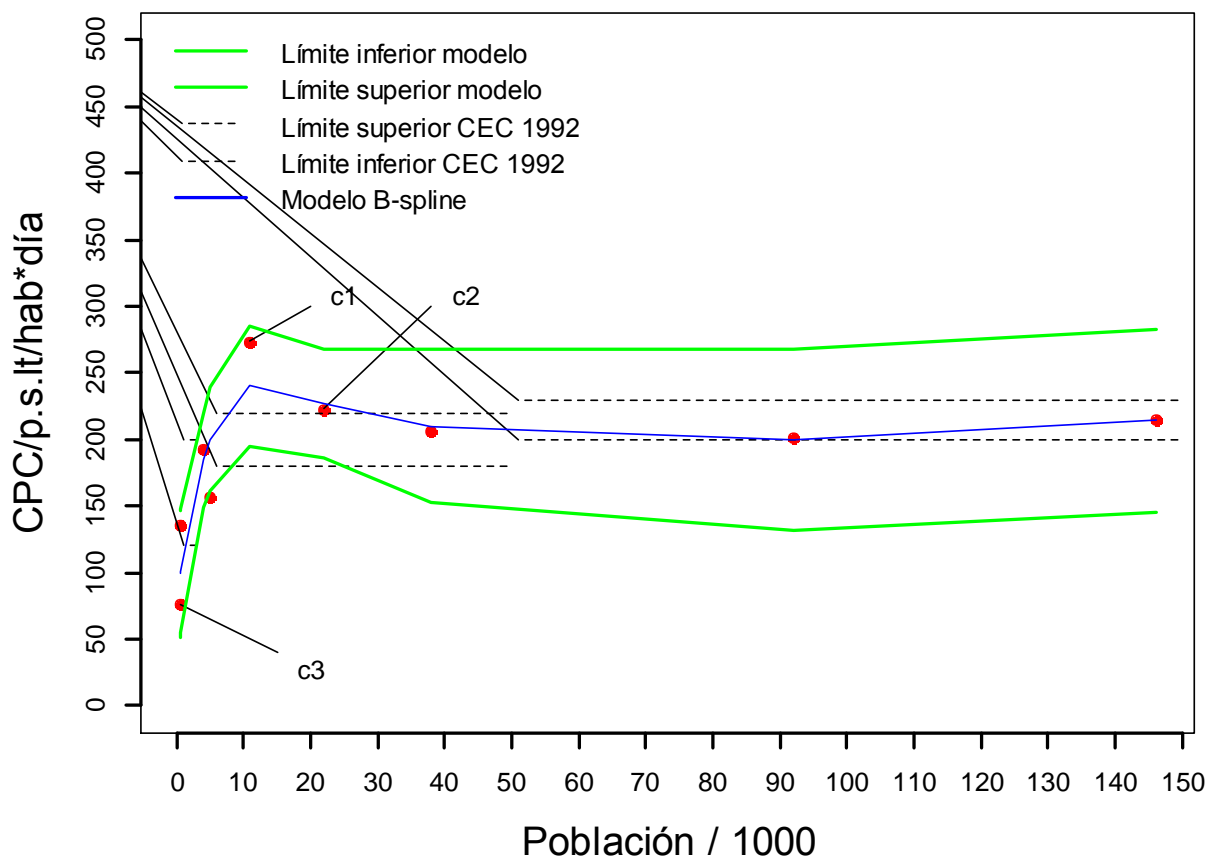


Figura 12 CPC/p.s. general, en función del tamaño de la población.

En la figura mostrada, la población de 50000 habitantes en adelante, tiene un consumo que se encuentra dentro de la norma vigente, aunque el rango de consumo es más amplio que el de la

norma, podría haber poblaciones con consumos fuera de las dotaciones, por lo que hacen falta mayor cantidad de datos.

Se aprecia el consumo de una población totalmente fuera de las dotaciones establecidas por la norma (c1) y otra al borde de la dotación máxima (c2), lo que hace suponer que, en el rango poblacional de 5000 a 20000 habitantes, los consumos podrían superar las dotaciones de estudio largamente, además en este rango hay dos poblaciones que fueron retiradas, por tener consumos aún mayores debido a la tarifa fija que se cobra en dichas poblaciones. Este es un caso especial de influencia de la tarifa con el consumo de agua ya que se genera externalidad. Además, en este rango poblacional posiblemente debido al tamaño de la población, los habitantes tienen más tiempo para regresar a casa y disfrutan más tiempo del uso del agua potable. También en este rango poblacional existen poblaciones que tienen micro industrias en los hogares, entonces el consumo de agua potable puede estar siendo utilizado para actividades distintas.

El rango de 0 a 5000 se destaca que en las poblaciones muy pequeñas (c3) hasta 1000 habitantes en zona rural, las dotaciones de la norma, cubren con exceso el consumo, por lo que en sectores agrícolas la mayor parte de trabajo es fuera de casa, induciría a un bajo consumo por la ausencia de personas que pasen en casa.

Tabla 9.

Consumos de agua potable para poblaciones ecuatorianas determinado por el modelo B-spline

Población/1000	CPC/p.s. modelo lt/hab*día	Límite inferior CEC 1992	Límite superior CEC 1992
0.5	98	120	200
1	114	120	200
2	140	120	200
5	200	120	200
7.5	227	180	220
10	239	180	220
20	229	180	220
50	202	180	220
100	202	>200	>230
150	215	>200	>230

Comparación del modelo con la norma vigente.

Con el modelo establecido se predijo consumos de agua potable, en donde las dotaciones de la norma para poblaciones de 500 a 1000 habitantes, estarían sobredimensionadas, de 2000 a 5000 habitantes el consumo del modelo está dentro de las dotaciones de la norma, de 7500 hasta 20000 habitantes los consumos son diferentes de las dotaciones y finalmente, de 50000 habitantes en adelante los consumos están dentro de la normativa vigente.

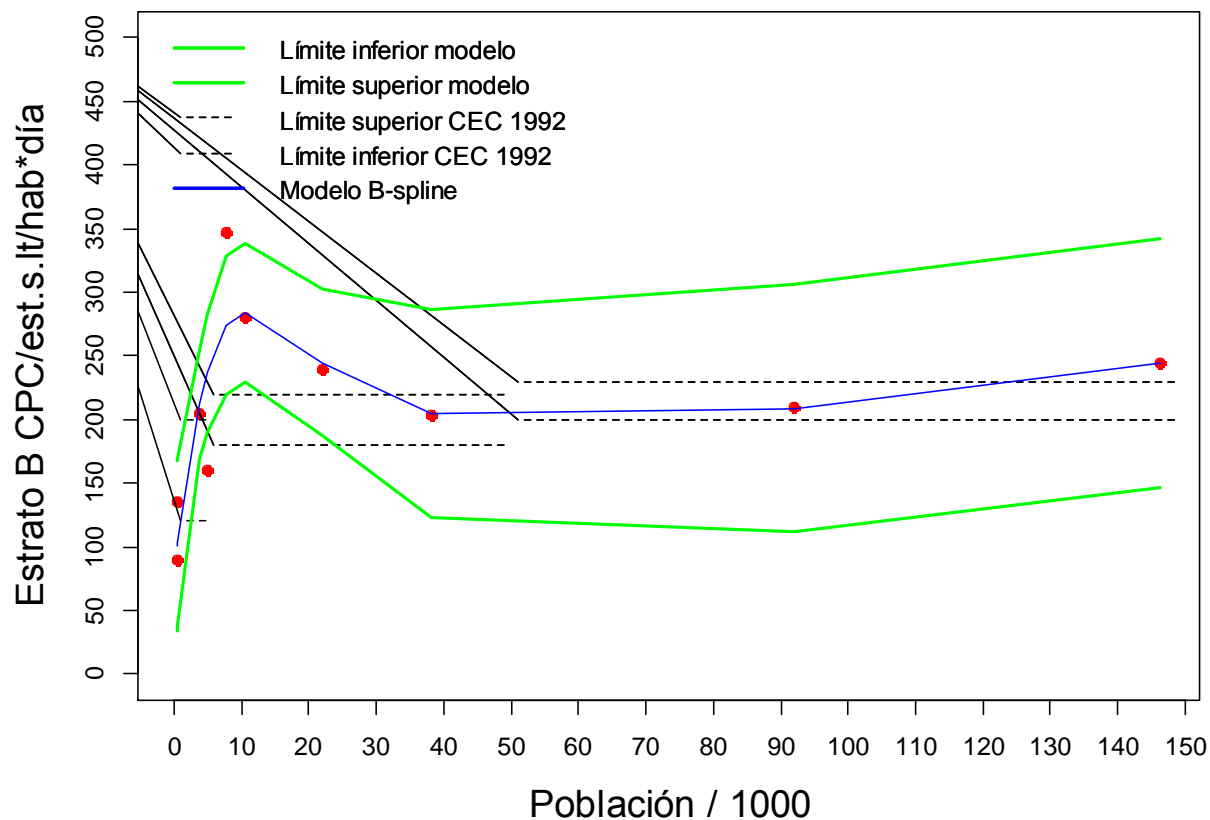


Figura 13 CPC/est.s. del estrato B, en función del tamaño de la población.

Los consumos de este estrato superan a los consumos de del modelo general, esto puede deberse a la actividad socio-económica a la que se dedique esta población. En el estrato B, solamente uno consumo de las poblaciones de la muestra dentro del rango de 0 a 5000 habitantes se encuentra dentro de las dotaciones.

El modelo del estrato B, indica en el rango poblacional de 5000 a 20000 habitantes, un punto de inflexión máximo, el cual supera a las dotaciones establecidas por la norma, el modelo indica que en este rango los consumos son muy superiores a las dotaciones de la norma.

En el rango poblacional de la norma de 50000 en adelante, con el tamaño de la muestra, el modelo se encuentra dentro de las dotaciones vigentes, pero a partir de 30000 habitantes el modelo sale de los valores establecidos, esta particularidad podría deberse al número de datos de la muestra, por lo que se recomienda aumentar la muestra para futuras investigaciones.

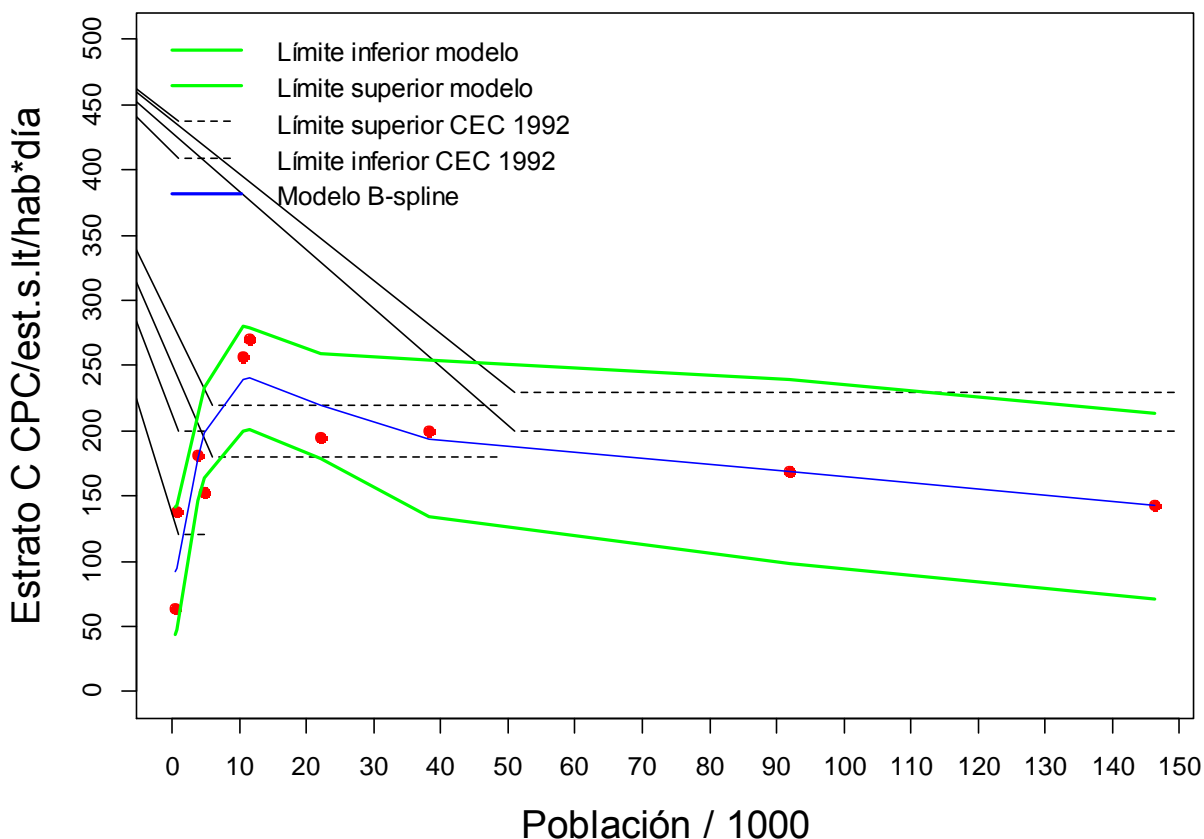


Figura 14. CPC/est.s. del estrato C, en función del tamaño de la población.

Los consumos en el rango establecido por la normativa de 50000 en adelante, están por debajo de las dotaciones establecidas en la normativa, siendo una posible causa que, en este estrato debido al tamaño de la urbe, las personas tienen tiempo limitado para hacer uso del agua.

En el rango poblacional de 5000 a 50000 se presenta un punto de inflexión máximo, en el cual dos poblaciones superan significativamente a las dotaciones establecidas, esto puede deberse posiblemente a que el rango mencionado de este estrato, sean aquellos que posean micro industrias en su propio hogar.

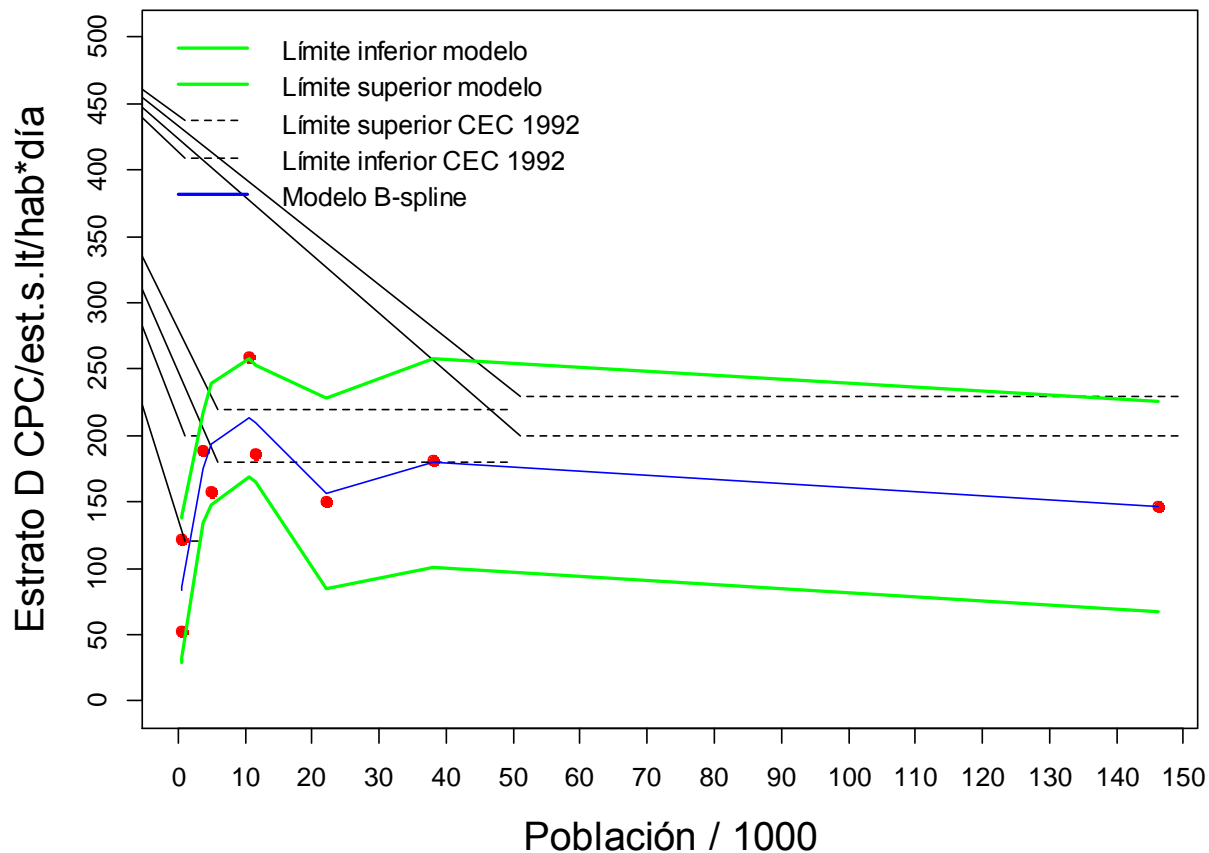


Figura 15. CPC/est.s. del estrato D, en función del tamaño de la población.

Los consumos en el modelo del estrato D, en comparación con el estrato B y C, son los más bajos, esto podría ser causa de que debido a los recursos económicos, este estrato no tiene tiempo suficiente para regresar al hogar a almorzar, y por lo tanto parte del consumo de agua se destinaria a uso industrial, o comercial.

6. Conclusiones y recomendaciones

Al analizar aspectos, meteorológicos, socio-económicos y costumbres, de la muestra de esta investigación, en relación con el consumo de agua potable, se estableció una correlación lineal entre temperatura máxima y humedad atmosférica máxima con el consumo de agua potable de cada población. El equipamiento de vivienda no presenta correlación lineal con el consumo de agua potable en los sujetos estudiados, lo que determina que el equipamiento de una vivienda no establece el consumo, sino la demografía es la que marca el consumo de agua potable. Se estableció una relación entre los aspectos socio-económicos como: demografía y estratos sociales con el consumo de agua potable, el modelo desarrollado en esta investigación, indica correlación considerable entre estos factores y el consumo.

Con la muestra estudiada, se ha determinado consumos de agua potable para poblaciones menores a 150000 habitantes, demostrando que, en varios rangos poblacionales, los consumos de agua potable son diferentes a los establecidos por la norma vigente. Por lo tanto, esta investigación es un punto de partida para actualizar la norma.

Al contrastar las dotaciones de agua potable de la norma, con los consumos de agua potable determinados en este estudio, por lo menos con el tamaño de la muestra de esta investigación, identificamos que, existen rangos de población distintos a los considerados en la norma vigente.

Debido a que el número de poblaciones que posee estrato con mayor poder adquisitivo (estrato A) es una muestra muy pequeña, no se pudo establecer correlaciones lineales que determinen la relación de los aspectos sociales y de costumbres en este estrato. Por lo tanto, para establecer correlaciones lineales en el este estrato, se recomienda aumentar el número de poblaciones que posean estrato A.

Al generar el modelo B-spline para los estratos B, C y D, se demuestra que, dentro de una población, existen diferentes tipos de consumos de agua en los estratos. No se ha establecido cual es el motivo para que dentro de una población sus estratos socio económicos tengan diferentes demandas de agua. Esta incertidumbre se podría responder si se continuara con esta investigación, analizando los factores que no se han estudiados en esta investigación (ver anexo 1 y anexo 2).

7. Bibliografía

- Akew, A., y Rullan, O. (28 de Mayo de 2007). *Nuevo modelo de producción residencial y territorio urbano disperso (Mallorca 1998-2006)*. Obtenido de 9th International Geocriticism Symposium Porto Alegre , 28 May–1 June:
<http://www.ub.edu/geocrit/9porto/artigues.htm>, fecha de consulta 15/10/2015
- Arellano , A. P. (2013). *Metodo de caracterización urbanística y socio económica*.
- Barreno, L. (2015). *Determinar la influencia de la situación socio económica, algunos factores meteorológicos y la calidad de agua en el consumo de agua potable de la parroquia urbana La Joya De Los Sachas perteneciente a la provincia de Orellana*. Riobamba.
- Caceres, E. (2015). *Efectos de los factores socio económicos, climatológicos y de calidad del agua, que inciden en el consumo de agua potable, caso de estudio parroquias urbanas La Matriz y El Rosario del canton Guano*. Riobamba.
- Carrillo, A., y Quintero, H. (2013). *Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la Ciudad de Riobamba*. Riobamba.
- CEC. (1992). *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*.

- Deoreo, W., y Mayer, P. (2012). Insights into declining single- family residential water demands. *Journal-American Water World Association*, 333-394.
- Fundación Aqueae. (4 de Mayo de 2015). *fundacionaqueae.org*. Obtenido de *fundacionaqueae.org*: <http://www.fundacionaqueae.org/wiki/ahorrar-agua-en-el-inodoro>, fecha de consulta 04/05/2015.
- Gardener, G. T., y Stern, P. C. (1996). *Environmental problems and human behavior (1ª ed.)*, Boston, Allyn and Bacon.
- Kesharvarzi, A. R., Sharifzadeh, M., Kamgar, A. A., Amin, S., Keshtkar, S., y Bamdad, A. (2006). Rural domestic water consumption behavior: A case study in Ramjerd area, Fars province, I.R. Iran. *Water Research*, 1173-1178.
- Kiesling, F. M., y Maning, C. M. (2010). How green is your thumb? Environmental gardening identity and ecological gardening practices. *Journal of Environmental Psychology*, 315-327.
- Larson, K. L., Casagrande, D., Harlan, S. L., y Yabiku, S. T. (2009). Residents yard choices and rationales in a desert city: Social priorities, ecological impacts, and decision tradeoffs. *Environmental Management*, 921-937.
- Lyman, R. A. (1992). Peak and off-peak residential water demand. *Water Resources Research*, 159-167.
- Mayer, P. W., Deoreo, W. B., Optiz, E., Kiefer, J., Dziegielewski, B., y Davis, W. (1999). Residential end uses of water, Denver. *American Water Works Association Research Foundation*.
- Montenegro, V. (2013). *Indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la ciudad de macas*. Riobamba.

- Morillo, P., y Luna, M. (2013). *Determinación de indicadores de cantidad y calidad del agua consumida en la Ciudad de Ventanas.*
- Morote Seguido, Á. F. (2017). Factores que inciden en el consumo de agua doméstico. Estudio a partir de un análisis bibliométrico. *Estudios Geográficos.*
- ONU. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.*
- Patiño , J., y Pino, F. (2014). *Estudio del consumo de agua potable y de los principales factores que afectan la utilización del agua en el canton Guaranda, para optimizar el uso del recurso.*
- Randolph, B., y Troy, P. (2008). Attitudes to conservation and water consumption. *Environmental Science and Policy*, 441-455.
- Sañay, L., y Carguachi, E. (2015). *Análisis comparativo entre las características socio económicas, climatológicas y el gasto de agua potable en las parroquias Guamate y Columbe.*
- Samaniego, J., y Muela, R. (s.f.). *Análisis comparativo entre las características socio económicas, climatológicas y el gasto de agua potable de las parroquias Cubijés y Quimiag.*
- Savenije, H., y Van Der Zaag, P. (2002). Water as an economic good and demand management, paradigms with pitfalls. *Water International*, 98-104.
- Wentz, E., y Gober, P. (2007). Determinants of small-area water consumption for the city of Phoenix, Arizona. *Water Resources Management*, 849-863.

8. Anexos

8.1. Anexo 2

Información primaria

Nº	Parámetro investigado	Unidad	Frecuencia	Duración	Fuente
1	Consumo de agua potable	m ³ /medidor/mes	mensual	6 meses	Población
2	Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias	%	una vez	única	Población
3	Inodoros	unidades/familia	una vez	única	Población
4	Lavamanos	unidades/familia	una vez	única	Población
5	Lavadoras	unidades/familia	una vez	única	Población
6	Duchas	unidades/familia	una vez	única	Población
7	Fregadero	unidades/familia	una vez	única	Población
8	Porcentaje de casa con jardines	%	mensual	única	Población
9	Uso de bidones de agua	bidón	una vez	6 meses	Población
10	Tipo de almacenamiento de agua	unidad	una vez	única	Población
11	Número de veces que cocinan en casa	unidad	una vez	única	Población
12	Número de personas por familia	unidad	una vez	única	Población
13	Costo del agua	\$/m ³	una vez	única	Población

14	Calidad de agua: 6 parámetros INGECAP	varias	mensual	6 meses	Municipio
15	Inflación acumulada	%	mensual	6 meses	Bco. central
16	Precipitación	mm	mensual	6 meses	INAMHI
17	Humedad atmosférica máxima	%	mensual	6 meses	INAMHI
18	Temperatura máxima	°C	mensual	6 meses	INAMHI
19	Tamaño población	de habitantes	una vez	única	INEC- censo 2010

Datos analizados en las 11 poblaciones (fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.2. Anexo 3

Información procesada por primera vez

Parámetro procesado por cada población	Unidad
Consumo mensual en cada estrato “CPC/est.m.”	lt/hab*día
Consumo ponderado mensual “CPC/p.m.”	lt/hab*día
Consumo promedio semestral en cada estrato “CPC/s.est.”	lt/hab*día
Consumo promedio semestral ponderado “CPC/s.p.”	lt/hab*día
Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias mensual en cada estrato “VFI/est.m.”	%
Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias, ponderado mensual “VFI/p.m.”	%
Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias semestral en cada estrato “VFI/s.est.”	%
Viviendas que reportan fugas intradomiciliarias promedio semestral ponderado “VFI/s.p.”	%
Inodoros en los estratos	unidades
Lavamanos en los estratos	unidades
Lavadoras en los estratos	unidades
Fregaderos en los estratos	unidades
Duchas en los estratos	unidades
Porcentaje de casas con jardines en cada estrato	%
Uso de agua de bidones en cada estrato	bidón
Tipo de almacenamiento de agua en cada estrato	%
Número de veces que cocinan en casa en cada estrato	unidad
Número de personas por familia en cada estrato	habitantes
Ingecap	%
Inflación acumulada	%

Datos analizados en las 11 poblaciones (fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.4. Anexo 4

Datos reportados mensualmente de las 11 poblaciones.

Nombre de la población	CPC/p.m. (lt/hab*día)	Temperatura máxima °C	Precipitación (mm)	Humedad atmosférica máxima (%)	Viviendas con fugas intradomiciliarias (%)
Riobamba	207.40	22.50	12.80	78.00	19.86
	223.46	22.40	9.60	79.70	19.86
	214.00	21.10	90.50	93.40	18.19
	210.28	21.30	29.90	93.70	16.47
	218.05	21.80	43.80	92.60	11.80
	211.47	20.60	68.50	92.80	14.49
Guaranda	226.07	22.10	1.70	96.00	40.48
	229.63	23.80	2.50	95.50	14.46
	203.75	24.00	2.90	96.00	22.58
	211.94	24.40	20.90	96.00	7.05
	165.62	24.80	17.80	96.00	12.21
	167.31	24.60	18.00	95.50	12.00
Ventanas	202.56	28.00	95.00	77.00	1.58
	206.14	27.00	100.00	75.00	1.81
	210.22	29.00	110.00	85.00	5.91
	209.80	28.00	106.00	85.00	7.90
	199.50	26.00	98.00	80.00	4.14
	198.40	26.00	102.00	78.00	3.30
Macas	218.63	27.80	242.60	100.00	20.27
	206.10	28.10	226.30	99.00	24.49
	227.75	29.10	184.50	100.00	20.68
	219.97	31.90	193.50	100.00	15.53
	216.49	31.50	132.50	97.00	14.15
	244.02	30.10	223.30	99.00	14.56
La Joya de los Sachas	307.93	23.20	210.00	95.30	17.31
	371.26	24.60	580.40	96.20	19.23
	246.12	24.50	348.90	95.10	17.31
	352.36	33.00	186.80	94.40	17.31
	326.21	32.00	212.70	92.70	23.08
	367.76	34.00	163.80	92.40	23.08
	288.97	23.60	85.00	98.00	43.02

	256.60	24.00	66.00	96.00	39.65
Chambo	291.39	24.40	493.00	96.00	28.57
	285.11	24.80	372.00	96.00	52.33
	233.16	25.60	182.00	96.00	22.09
	283.01	23.70	175.00	96.00	22.85
	223.22	23.40	29.50	18.40	3.39
Guano	411.69	24.20	34.20	18.40	10.18
	419.73	24.80	10.40	18.80	6.77
	491.62	25.00	17.00	19.20	10.15
	462.14	24.60	13.00	19.20	10.15
	354.60	26.80	8.50	19.00	8.45
	148.40	11.70	39.60	94.00	19.88
Quimiag	146.01	12.40	40.30	94.00	15.22
	161.19	21.60	16.11	96.00	2.09
	156.84	18.80	30.60	98.00	0.00
	153.52	15.80	31.00	94.00	2.44
	171.70	19.40	17.70	100.00	2.44
	193.43	20.00	63.20	89.00	6.57
Guamote	186.93	28.10	77.60	84.00	6.53
	193.64	24.10	89.20	86.00	6.53
	193.11	20.30	43.90	84.00	10.94
	192.78	21.20	35.30	85.00	10.94
	195.32	21.20	20.60	80.00	10.94
	130.72	11.70	39.60	94.00	6.61
Cubijes	126.97	12.40	40.30	94.00	2.17
	140.10	21.60	16.11	96.00	4.55
	133.35	18.80	30.60	98.00	4.55
	128.04	15.80	31.00	94.00	2.27
	153.06	19.40	17.70	100.00	0.00
	75.44	20.60	110.30	91.00	12.25
Columbe	75.27	20.50	96.90	91.00	12.25
	75.61	20.10	137.70	91.00	12.25
	76.92	20.30	80.10	90.00	12.25
	74.72	19.50	51.00	92.00	12.25
	75.36	23.00	24.30	93.00	12.25

El orden de los datos obedece al orden de las poblaciones se mantiene igual que en la Tabla 2 (fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.5. Anexo 5

Estrato A en las 11 poblaciones.

CPC/est.s. A (lt/hab*día)	Viviendas que poseen jardín %	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	Viviendas que almacenan agua en tanque cisterna o enterrado %	Viviendas que almacenan agua en tanque de lavar ropa %
271.86	0.65	0.35	0.86	0.00
213.40	0.55	0.00	0.06	0.82
280.81	0.50	0.17	0.25	0.50
254.11	0.75	0.01	0.01	0.06

El orden de los datos obedece al orden de las poblaciones se mantiene igual que en la Tabla 2 (fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.6. Anexo 6

Estrato B en las 11 poblaciones.

CPC/est.s B (lt/hab*día)	Viviendas que poseen jardín %	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	Viviendas que almacenan agua en cisterna o tanque enterrado %	Viviendas que almacenan el agua en tanque de lavar ropa %
244.11	0.48	0.49	0.62	0.00
209.68	0.35	0.04	0.04	0.76
202.88	0.45	0.28	0.14	0.21
239.66	0.40	0.01	0.00	0.06
405.95	0.58	0.77	0.00	1.00
280.76	0.00	0.00	0.00	0.10
346.58	0.22	0.33	0.07	1.00
159.62	0.67	0.24	0.00	1.00
205.05	0.05	0.38	0.19	0.38
135.89	0.50	0.18	0.00	1.00
89.05	0.05	0.00	0.00	1.00

El orden de los datos obedece al orden de las poblaciones se mantiene igual que en la (fuente: (Barreno,

2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013;

Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.7. Anexo 7

Estrato C en las 11 poblaciones.

CPC/est.s. C (lt/hab*día)	Viviendas que poseen jardín %	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	Viviendas que almacenan agua en cisterna o tanque enterrado %	Viviendas que almacenan el agua en tanque de lavar ropa %
142.53	0.13	0.21	13.33	32.08
168.28	0.41	0.76	26.47	24.01
199.80	0.13	0.18	6.50	28.54
194.78	0.35	0.03	13.33	24.37
270.72	0.40	1.00	24.17	34.18
256.70	0.16	1.00	38.16	33.25
444.47	0.50	1.00	10.61	49.19
153.09	0.27	0.95	4.62	18.40
181.61	0.05	0.30	9.42	25.83
137.54	0.58	0.95	3.51	15.47
63.99	0.40	1.00	15.00	9.25

(Fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo & Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.8. Anexo 8

Estrato D en las 11 poblaciones.

CPC/est.s. D (lt/hab*día)	Viviend as que poseen jardín %	Viviendas que almacenan agua en tanque elevado %	Viviendas almacenan cisterna o enterrado %	que agua en tanque almacenan el agua en tanque de lavar ropa %
146.65	0.035	0.01	0.01	0.43
180.72	0.083	0.19	0.06	0.17
150.28	0.083	0.00	0.00	0.06
186.42	0.50	1.00	0.00	1.00
259.30	0.00	0.00	0.00	1.00
411.49	0.10	0.00	0.00	1.00
157.23	0.50	0.00	0.00	1.00
188.57	0.00	0.00	0.00	0.60
122.37	0.25	0.00	0.00	1.00
52.40	0.50	0.00	0.00	1.00

(Fuente: (Barreno, 2015; Cáceres & Rubio, 2015; Carrillo & Quintero, 2013; Montenegro & Tapia, 2014; Morillo

& Luna, 2013; Noriega, 2015; Patiño & Pino, 2014; Sagñay & Carguachi, 2015))

8.9. Anexo 9

Diagramas de caja y bigote, demostrando las poblaciones con consumos atípicos, de la población en general y de los estratos de la población.

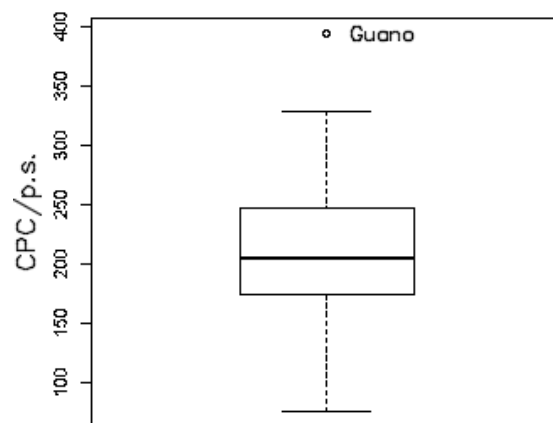


Figura 16 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones, consumo atípico en Guano .

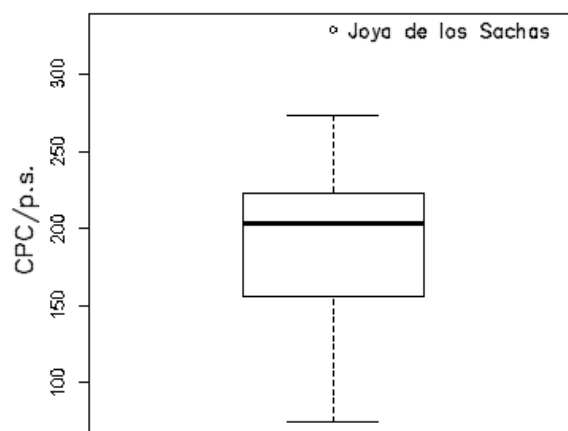


Figura 17 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones, consumo atípico en La Joya de los Sachas .

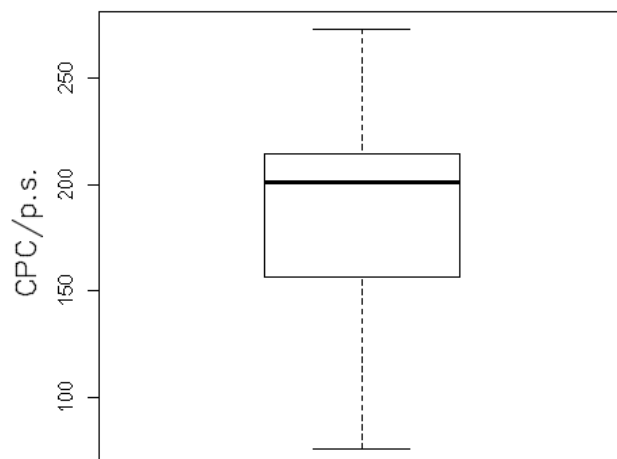


Figura 18 Consumo per cápita de la muestra, CPC/p.s. vs tamaño de poblaciones. Diagrama de caja del CPC/p.s., sin consumos atípicos.

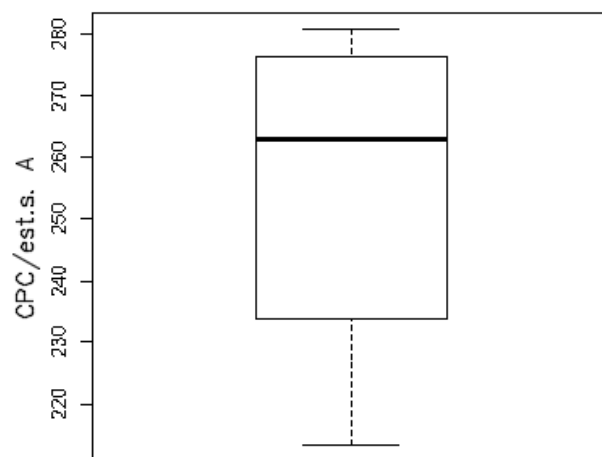


Figura 19 Diagrama de caja del CPC/est.s. A, sin consumos atípicos.

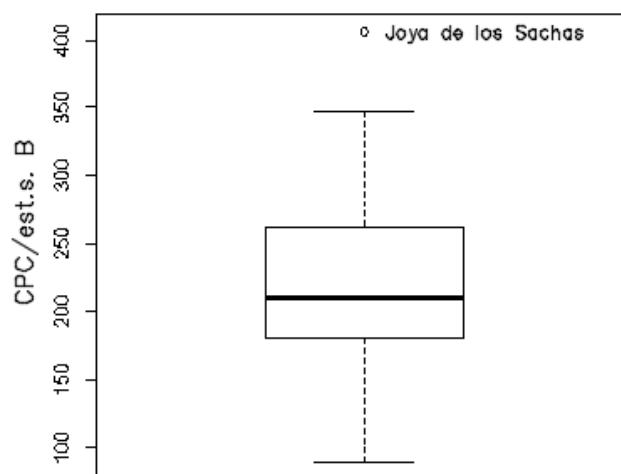


Figura 20 Diagrama de caja del CPC/est.s. B, con consumo atípico en La Joya de los Sachas.

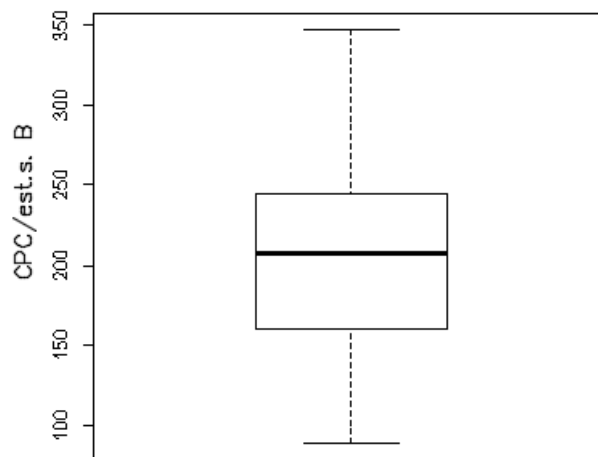


Figura 21 Diagrama de caja del CPC/est.s. B, sin consumos atípicos.

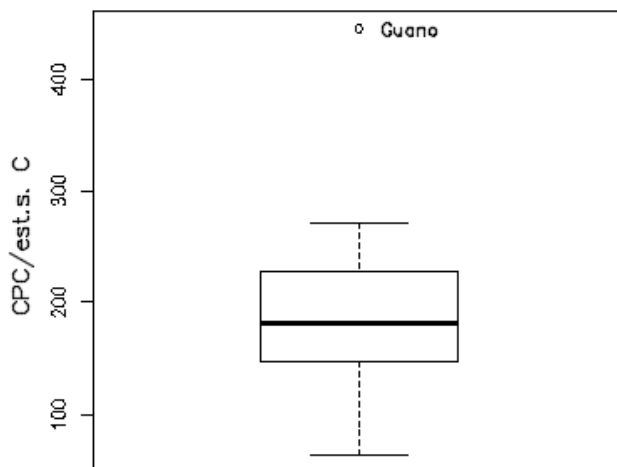


Figura 22 Diagrama de caja del CPC/est.s. C, con consumo atípico en Guano.

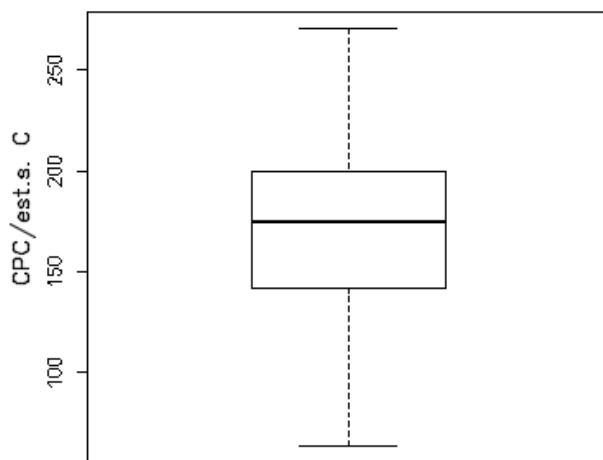


Figura 23 Diagrama de caja del CPC/est.s. C, sin consumos atípicos.

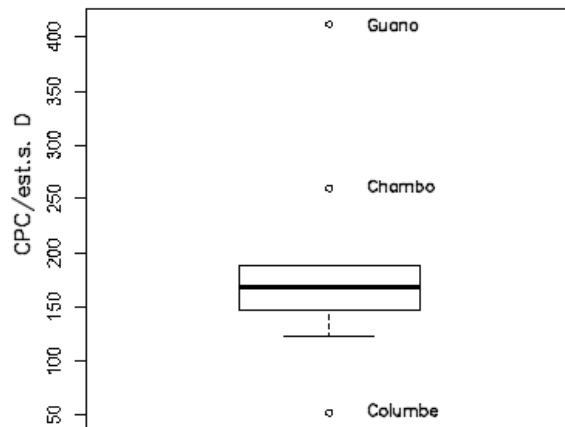


Figura 24 Diagrama de caja del CPC/est.s. D, con consumos atípicos en Guano, Chambo y Columbe.

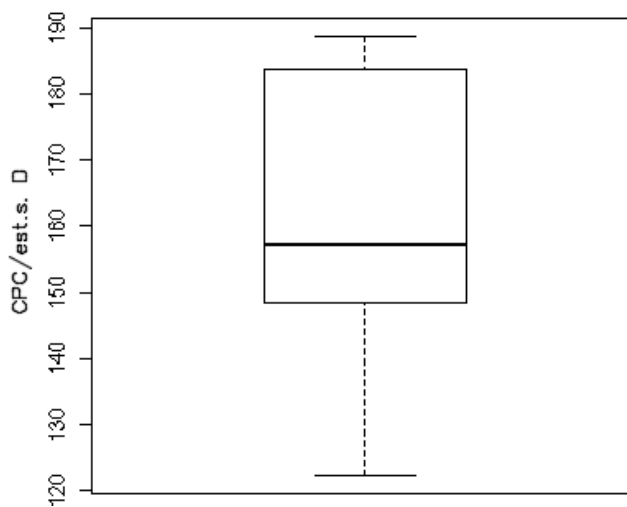


Figura 25 Diagrama de caja del CPC/est.s. D, con sin consumos atípicos