

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE ARQUITECTURA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de arquitecto

TRABAJO DE TITULACIÓN

ANÁLISIS DEL FLUJO METABÓLICO DE LOS MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Autores:

BYRON MARCELO VILEMA TIGXI

JOSÉ ANTONIO HERRERA MANCERO

Tutora:

Mgs. Arq. Liliana Crespo

Riobamba - Ecuador

Año 2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Arq. Liliana Crespo, en calidad de Tutor de Proyecto de investigación, cuyo tema es: “ANÁLISIS DEL FLUJO METABÓLICO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”, CERTIFICO; que el informe final de trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los Señores **Byron Marcelo Vilema Tigxi, José Antonio Herrera Mancero** para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Proyecto de investigación.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Liliana Crespo', is written over a horizontal dashed line.

Mgs. Arq. Liliana Crespo

TUTOR DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “ANÁLISIS DEL FLUJO METABÓLICO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA”, presentado por **Byron Marcelo Vilema Tigxi, José Antonio Herrera Mancero** y dirigida por: Mgs. Arq. Liliana Crespo

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Mgs. Arq. Valeria Arroba
Presidente del Tribunal



Firma

Mgs. Arq. Liliana Crespo
Tutor del Proyecto



Firma

Mgs. Arq. Nathalie Santamaría
Miembro del Tribunal



Firma

Mgs. Ing. Fredy Barahona
Miembro del Tribunal.



Firma

DERECHOS DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Investigación nos corresponde exclusivamente a: Byron Marcelo Vilema Tigxi, José Antonio Herrera Mancero, autores; Mgs. Arq. Liliana Crespo; Directora del Trabajo de Graduación y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Byron Marcelo Vilema Tigxi.
C.I. 060410214-5



José Antonio Herrera Mancero
C.I. 060340997-0

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	v
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema y justificación.....	3
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Estado del arte relacionado a la temática.....	8
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	14
3.2. Aplicación de la metodología.....	16
3.3. Validación de datos y análisis de correlación.....	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Producción de unidades modulares para mampostería y materiales pétreos usados en hormigones y mortero.....	26
4.2. Flujo de ingreso (consumo).....	30
4.3. Flujo de salida (residuos)	43
4.4. Índice del flujo de los materiales de construcción pétreos y unidades modulares.....	44
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	53
Anexo 1. Listado y ubicación de concesiones mineras en el cantón Riobamba.....	53
Anexo 2. Listado y ubicación de las fábricas de bloques en el cantón Riobamba.....	54
Anexo 3. Producción de materiales pétreos naturales en el cantón Riobamba.....	55
Anexo 4. Formato de encuestas y entrevistas para unidades modulares.....	56
Anexo 5. Producción del bloque en el cantón Riobamba	57
Anexo 6. Producción y destino del ladrillo del cantón Chambo.....	57
Anexo 7. Comercialización del cemento en la provincia de Chimborazo.....	58
Anexo 8. Formato de la base de datos de los permisos de construcción levantados en el GADM de Riobamba (2013 - 2018).....	59
Anexo 9. Códigos usados por el GADM de Riobamba en las claves catastrales, para la identificación de las parroquias.....	60

Anexo 10. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2013.....	61
Anexo 11. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2014.....	62
Anexo 12. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2015.....	63
Anexo 13. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2016.....	64
Anexo 14. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2017.....	65
Anexo 15. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2018.....	66
Anexo 16. Desarrollo de la construcción en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.	67
Anexo 17. Relación de los permisos de construcción entre el GADM de Riobamba y el INEC.	68
Anexo 18. Relación de la vivienda tipo entre el GADM de Riobamba y el INEC.	69
Anexo 19. Planos arquitectónicos de la vivienda tipo, según datos del GADM de Riobamba.	70
Anexo 20. Volumen de obra del hormigón según vivienda tipo.	75
Anexo 21. Volumen de obra general, según vivienda tipo.	75
Anexo 22. Material requerido por metro cuadrado de construcción.	75
Anexo 23. Residuo del material requerido por m2 de construcción.....	76
Anexo 24. Material anual usado en edificaciones de la ciudad de Riobamba.	76
Anexo 25. Residuo anual del material usado en edificaciones de la ciudad de Riobamba.	77
Anexo 26. Relación del flujo de producción, consumo y otros usos de los materiales de construcción en la ciudad de Riobamba.....	78
Anexo 27. Índice del flujo de ingreso y salida de los materiales de construcción usados en edificaciones de la ciudad de Riobamba.	78
Anexo 28. Ubicación de las escombreras en la ciudad de Riobamba.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Metabolismo urbano circular.....	4
Figura 2. Flujo lineal de materia y energía de las ciudades	10
Figura 3. Desperdicio generado en el proceso de construcción de una vivienda.	13
Figura 4. Materiales de construcción predominantes	13
Figura 5. Diagrama de proceso sistemático para la investigación.	14
Figura 6. Estructura del flujo de los materiales de construcción.	16
Figura 7. Diagrama del proceso de recolección de datos de la investigación.....	18
Figura 8. Concesiones mineras.	19
Figura 9. Diagrama del análisis y proceso de datos de la investigación.....	22
Figura 10. Diagrama de validación de datos y análisis de correlación.....	24
Figura 11. Análisis de 17 Concesiones Mineras en Riobamba.....	26
Figura 12. Producción anual del cemento.....	27
Figura 13. Producción Anual de Bloques.	28
Figura 14. Producción Anual de 220 ladrilleras registradas.	29
Figura 15. Número de permisos y m2 de construcción GAD Riobamba.	30
Figura 16. Línea de tendencia real en base a m2 de construcción GADM Riobamba.	31
Figura 17. Línea de tendencia reajustada en base a m2 de construcción GADM Riobamba. .	32
Figura 18. Número de permisos y m2 de construcción en base a datos del INEC.	32
Figura 19. Línea de tendencia real m2 de construcción en base al INEC	33
Figura 20. Línea de tendencia reajustada en base a m2 de construcción INEC.	34
Figura 21. Comparación base de datos INEC y GADM Riobamba.	34
Figura 22. Gráfico de comparación con reajuste en base a m2 de construcción.	35
Figura 23. Permisos de construcción otorgados anualmente a las parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba.....	36
Figura 24. Fachada vivienda tipo.....	37
Figura 25. Material requerido para hormigón en vivienda de 322,00 m2.	38
Figura 26. Unidades modulares requeridas para vivienda tipo de 322,00 m2.....	39
Figura 27. Material requerido para mampostería en vivienda de 322,00 m2.	40
Figura 28. Resumen de volumen de obra en vivienda tipo: 322,00 m2.....	41
Figura 29. Material requerido por m2 de construcción en base a vivienda tipo.....	41
Figura 30. Consumo anual de material utilizado en la ciudad de Riobamba.....	42
Figura 31. Resultado anual de material desperdiciado en la ciudad de Riobamba.....	43
Figura 32. Relación de los materiales de construcción en sus diferentes etapas.	45
Figura 33. Flujo metabólico de los materiales de construcción.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales predominantes en las estructuras más comunes en la ciudad de Riobamba.	17
Tabla 2. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman.....	25
Tabla 3. Resumen de bloqueras en base a datos obtenidos en campo.	28
Tabla 4. Resumen de ladrilleras en base a datos obtenidos en campo.....	29
Tabla 5. Dosificación de Hormigón – cantidad por m3 de Hormigón.....	38
Tabla 6. Dosificación de mortero por m3 de construcción.....	40
Tabla 7. Índice de flujo de los materiales de construcción en Riobamba.....	44

RESUMEN

La industria de la construcción es un indicador del desarrollo y el crecimiento de los asentamientos humanos, ciudades y países en el mundo de tal manera que, la construcción en los últimos años representa el 6% del PIB a nivel mundial y el 8.5% en Ecuador, con el desarrollo de las sociedades esta actividad va en aumento al igual que, el uso de recursos naturales y los residuos que genera esta actividad. El metabolismo urbano es el proceso de análisis y evaluación de la sustentabilidad de la ciudad que busca la transformación de los procesos industriales y la minimización de los impactos ambientales causados por el uso de la materia y energía del entorno natural.

El propósito de la investigación es aportar con datos estadísticos y generar el índice del flujo metabólico de las unidades modulares y materiales pétreos para hormigones y morteros, usados en la construcción de edificaciones en la ciudad. La investigación se realizó mediante el inventario de los permisos de construcción urbanos aprobados por el GADM de Riobamba en los últimos 6 años, con la finalidad de conocer el volumen de producción de los materiales de construcción, calcular la cantidad de material requerido por las edificaciones de la ciudad y determinar el volumen de residuos que genera la construcción para planificar o gestionar la ciudad en un futuro y no comprometa el desarrollo de próximas generaciones limitando los recursos naturales o la materia prima.

Palabras claves: metabolismo urbano, flujo de los materiales de construcción, residuos de la construcción (RC).

ABSTRACT

The Building industry is an indicative of the development and growth of the Human settlements, Cities and countries of the world, this is so important that on the last years the construction industry represents the 6% of the gross domestic product on a global level and the 8.5% in Ecuador, The development of the societies goes hand to hand with the use of natural resources and the waste which this activity generates. The urban metabolism is the process of analyze and evaluation of the sustainability of the city that looks for the transformation of the industrial processes and to minimize the impacts on the environment caused for the use of natural resources and energy.

The purpose of the present research is provide statistical data and generate the index of metabolic rate for the modular units and stony materials for the use on concrete and mix mortar used on the construction of buildings in the city. This research was carried out through the inventory of urban construction permits approved by the GADM of Riobamba in the last 6 years, In order to know the volume of production of building materials, calculate the amount of material required by the buildings of the city and to determine the volume of waste generated by the construction to plan or manage the city in the future and not compromise the sustainable development of the next generations limiting natural resources or raw materials.

Keywords: Urban metabolism, flow of building materials, construction waste.


Reviewed by: valle, doris

Professor of the Languages Center



INTRODUCCIÓN

El metabolismo urbano es un proceso que trata las problemáticas urbanas refiriéndose al intercambio de materia, energía e información que se establece entre los asentamientos urbanos y su contexto geográfico determinando las exigencias de las materias primas y el impacto que se puede causar al medio ambiente. Las áreas urbanas concentran una gran cantidad de materia por unidad de superficie comparativamente mayor, la magnitud de los flujos que generan hoy por hoy las ciudades, están provocando desequilibrios en la naturaleza (Marroquín, 2017).

El desconocimiento del metabolismo urbano relacionado al flujo de los materiales de construcción y su efecto sobre la problemática ambiental urbana, se refleja en la falta de información por parte de instituciones públicas locales o simplemente aún no ha sido levantada, para ello es necesario entender que las ciudades cumplen un metabolismo al igual que las células y los seres vivos, es decir presentan cambios en toda su estructura ya que ingresan recursos como energía, agua y materiales, que pasan por un proceso de transformación y que generalmente salen residuos en un periodo de tiempo determinado, La construcción es una de las actividades de mayor aporte a la economía del país y representa entre el 8 % al 10 % del Producto Interno Bruto (PIB) ocupando el quinto lugar en el país en los últimos diez años (CAMICON, 2018). Esta actividad requiere de un abastecimiento de insumos o materiales de construcción constante para el desarrollo constructivo de la ciudad, con lo cual es necesario determinar la cantidad de materiales utilizados en el interior del sistema urbano, la dependencia del exterior y el aprovechamiento o desperdicio de los recursos propios del entorno en cuanto a la construcción de edificaciones en la ciudad de Riobamba.

El análisis de flujo de los materiales de construcción es la metodología usada para cuantificar el flujo de materiales que entran y salen del sistema urbano de la ciudad, en particular de las unidades modulares para mampostería y los materiales pétreos usados en hormigón y mortero; principales insumos que generan volúmenes desconocidos de residuos en

los procesos constructivos que van en aumento año tras año e influyen directamente en la reducción de los recursos naturales, la alteración de la geografía, el colapso de drenajes naturales, la degradación del paisaje, alteraciones en el ecosistema, entre otros. La presente investigación trata de un análisis descriptivo de campo, el cual permitió estimar el volumen de los materiales antes (producción), durante (flujo de ingreso) y después (flujo de salida) del proceso de construcción de edificaciones en la ciudad de Riobamba, datos que permitirá pensar en la optimización de recursos o el uso de nuevas tecnologías para minimizar los impactos que genera la industria de la construcción.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema y justificación.

El proceso metabólico de las ciudades se resume en intercambios de materia y energía entre los centros urbanos y sus alrededores, la circulación interna de estos flujos entre los diferentes sectores genera un aporte social y económico en el desarrollo de las ciudades, pero un impacto negativo a nivel ambiental. Luego de varios procesos físicos y/o químicos de manufactura, almacenamiento y uso, una parte de los materiales se transforman en emisiones, vertimientos, residuos que se desechan y se acumulan en la periferia de la ciudad, así pues, el desarrollo de las ciudades sin criterio sustentable es un proceso constante que deteriora la imagen y el entorno natural. Se debe entender a las ciudades como ecosistema a partir del concepto de relaciones entre sí para comprender la dinámica de oferta y demanda de los recursos naturales, en consecuencia, poder hablar de eficiencia de un sistema urbano dentro de un contexto de planificación preventiva que apunte hacia un entorno o ambiente seguro para el desarrollo de las sociedades (Quintero & Tabares, 2015).

La concentración de personas cada vez es mayor en una superficie relativamente reducida, con lo cual se está generando impactos sociales y ambientales a nivel local, regional y global, pues las ciudades no se han limitado en cuanto a la disponibilidad de recursos naturales a través de la innovación y del aprovechamiento de estos recursos en otros territorios (Delgado, Campos, & Rentería, 2012). Esto ha convertido a las ciudades en principales consumidores de recursos naturales y en los emisores de residuos que forman parte de los desechos que únicamente contribuyen al metabolismo urbano lineal y no existe un aporte sustentable al metabolismo urbano circular como muestra la figura N°1.

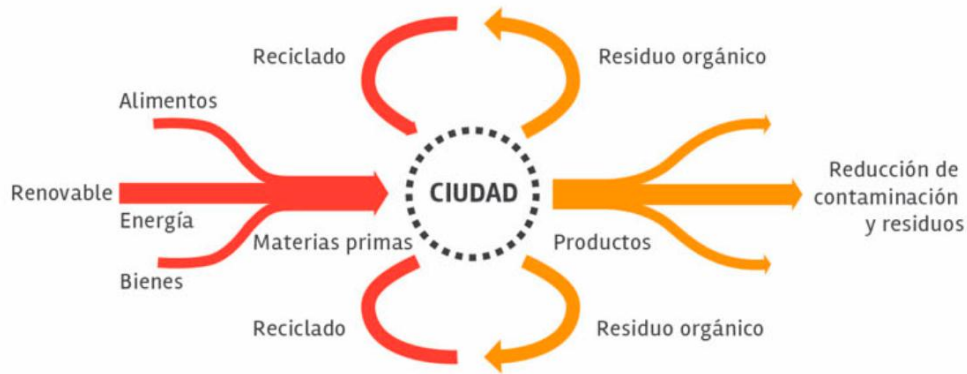


Figura 1. Metabolismo urbano circular

Fuente: Esquema metabólico de las ciudades según Herbert Girardet

El tratamiento de escombros y residuos constructivos es una actividad que viene desarrollándose en algunos países a nivel mundial y aporta satisfactoriamente a la sociedad por lo cual nos parece correcta la idea de (Delgado, Campos, & Rentería, 2012), sobre reducir el metabolismo urbano lineal a través de restringir los flujos de materia y energía desde y hacia los ecosistemas circundantes y lejanos a las urbes.

Varios países de América latina como México, Colombia, Chile entre otros, han desarrollado modelos de gestión de residuos, conservación y cuidados del ambiente en colaboración con políticas y reglamentos locales de cada ciudad siendo un ejemplo y referente que pueden ser aplicados en nuestro territorio por consiguiente; la presente investigación aportará con el índice estadístico del flujo de las unidades modulares usadas en mampostería y los materiales pétreos usados en hormigones y mortero, a la vez también será un aporte para nuevos estudios de carácter industrial, social, económico y ambiental, lo que permitirá identificar riesgos y oportunidades en cuanto al suministro, uso y tratamiento de residuos estos materiales en relación al medio ambiente y el desarrollo de la ciudad.

Todo proceso de construcción afecta y altera el ecosistema de forma negativa, pues el consumo de los recursos naturales va en función de la necesidad de las estructuras urbanas, más aún si se tiene claro que los materiales de construcción son insumos principales para el desarrollo y ejecución de cualquier obra arquitectónica o civil, lo cual hace indispensable el uso

de materiales pétreos, sintéticos, orgánicos, metálicos y de acabados; de los cuales para el presente estudio únicamente se analizará las unidades modulares para mampostería y los materiales pétreos usados en la elaboración de hormigón y mortero, por la magnitud de uso en las construcciones de hormigón armado y estructuras metálicas que son los sistemas constructivos más comunes en la ciudad, según datos del INEC en los últimos cinco años y por el impacto que genera estos materiales en el entorno natural.

El flujo de las unidades modulares usadas en mampostería y los materiales pétreos para hormigón y mortero, cumplen un ciclo o proceso de transformación como cualquier otro material que inicia con la extracción de la materia prima y un porcentaje de estos materiales terminan como residuos, formando parte de desechos alojados en lugares inapropiados luego del proceso de construcción, siendo este un problema que no solo afecta al ambiente y al paisaje natural de las zonas periféricas y rurales del cantón Riobamba. También altera las características geográficas del suelo, dando paso a la obstrucción y/o el colapso de los filtros pluviales en la naturaleza, dichos desechos se han venido dando de una forma descontrolada, pues esta actividad aún no está regulada por ninguna institución pública, siendo las riveras de ríos, lagunas, quebradas y terrenos abandonados los principales lugares donde se desecha todo este material como lo indica (Durán & Montenegro, 2018) en el estudio de la “Gestión de residuos de la construcción en la ciudad de Riobamba”. Esto se puede evidenciar en la ausencia de políticas o documentos oficiales como normas, planes, proyectos, programas, entre otros orientados a dar una solución, que puede ser la recolección y reutilización de estos materiales.

En la actualidad, en Riobamba se han realizado estudios de los residuos de construcción desechos (RCD), entre ellos tenemos la “Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental.” (Carrasco, 2018), “Propuesta de vivienda popular conformada por paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado” (Pucha & Llanga, 2010).

Esto indica la preocupación y el interés por gestionar, tratar o darles un nuevo uso a los residuos de construcción que se está generando en la ciudad, por lo que esta investigación también aportara con datos relacionados para determinar el flujo del material pétreo que produce el entorno de la ciudad, el flujo de material utilizado en los procesos de construcción de edificaciones y el flujo de salida de estos materiales en forma de residuos que van a formar parte de los desechos, pues en la actualidad en el cantón Riobamba no existe un diseño metodológico que nos permita calcular y comparar el flujo de estos materiales que son parte de la estructura urbana edificada.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

- Generar indicadores para conocer el flujo metabólico de las unidades modulares para mampostería y materiales pétreos usados en hormigones y morteros en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el volumen extraído de los materiales pétreos usados en hormigones y morteros para conocer la producción anual de las canteras de la ciudad de Riobamba.
- Conocer el origen y cuantificar el volumen de las unidades modulares usadas en la mampostería de edificaciones para determinar la producción anual y comercialización en la ciudad de Riobamba.
- Calcular el volumen del material requerido en la construcción de edificaciones, para establecer el flujo de ingreso o consumo de las unidades modulares y los materiales pétreos usados en hormigones y mortero en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.
- Calcular el volumen de residuos que produce las unidades modulares y los materiales pétreos usados en hormigones y mortero en la construcción de edificaciones, para determinar el flujo de salida o desecho anual que genera la zona urbana de la ciudad.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte relacionado a la temática

Desde los primeros asentamientos las personas intervinieron en el entorno natural de manera consciente y colectiva, fueron formando áreas urbanas cada vez más complejas para alcanzar objetivos sociales, políticos y ambientales. El desarrollo sostenible por su parte *“satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”*, concepto definido por (Burgess & Besley, 2003) y conocido por primera vez en 1987 en el Informe Brundtland por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas. La importancia de la Sostenibilidad Urbana y el desarrollo sostenible de una ciudad surge cuando la humanidad toma conciencia del impacto ambiental producido por sus actividades cotidianas, la alta expectativa en los niveles de vida, el dominio que ejerce el hombre sobre la naturaleza, la migración de la población de las áreas periféricas hacia la ciudad, la falta de criterio para enfrentar problemas urbanos, entre otros que generan una serie de cambios en el territorio y provocan el desequilibrio entre lo natural y lo construido (Pacheco, 2016).

El porcentaje de la población que habita en las ciudades del mundo es del 50% y se espera que para el 2050 alcance el 70%, la mayor parte de este incremento se dará en los países en desarrollo (UN-Hábitat, 2013), con lo cual aumentará el consumo de la mayoría de los recursos disponibles y provocará una degradación al ambiente a escala local, nacional y global mientras no se tome acciones de prevención. Lo que demandan y desechan los centros urbanos impacta a territorios cada vez más lejanos e influye en procesos biogeoquímicos que van en aumento, según las previsiones de la (ONU Medio ambiente, 2018), entre 6 y 8 toneladas es lo que necesita y consume una persona que vive en la ciudad entre (materia, alimento y energía) en un año, cifra que aumentará entre 8 y 17 toneladas por habitante en el año 2050; a esto hay que

añadir que la población urbana prácticamente se va a duplicar en esta fecha de los 3.500 millones actuales a cerca de 7.000 millones.

El crecimiento de las ciudades está limitado por factores sociales, económicos y naturales, los mismos que son afectados por la presión de centros urbanos cada vez más demandantes, esto genera un incremento secuencial en el radio de abasto, el impacto e influencia, a tal punto de convertirlas en ciudades con sistemas cada vez menos autosuficientes debido a su densidad poblacional. Los centros urbanos han incrementado su población, extensión, complejidad social y económica, al tiempo que crecen la infraestructura urbana y el acceso a bienes y servicios, cuya consecuencia genera cada vez más una mayor presión sobre los sistemas ecológicos (Burnside, Brown, Burger, & Hamilton, 2012). En 2016, cada habitante del Planeta generó 0.74 kilos al día de desechos sólidos urbanos, lo que supuso 2.010 millones de toneladas, de las cuales se reciclo hasta un 50% de desechos comunes en los países más ricos, mientras este porcentaje baja hasta 16% en los países medios y pobres, según datos del Banco Mundial esta cifra global de residuos urbanos crecerá hasta llegar a los 3.400 millones de toneladas en 2050 de seguir en la tendencia actual.

El concepto de metabolismo urbano fue utilizado por primera vez por Wolman en 1965 para cuantificar los flujos de energía y materiales dentro y fuera de una ciudad hipotética, y fue desarrollado por Douglas en 1983. El metabolismo urbano implica asumir a la sociedad y a la naturaleza como parte de un sistema integrado según (Toledo, 2013), este término hace referencia a la condición metabólica entre la naturaleza y la sociedad en torno a dos dimensiones: un material, que considera cómo ocurre la apropiación de materiales y energías, y otro inmaterial, que aborda las instituciones y sus consiguientes sistemas simbólicos, reglas jurídicas y sociales. Ante este panorama han surgido enfoques como el análisis del metabolismo urbano, que busca cuantificar los impactos ambientales generados por las ciudades en el cual los sistemas urbanos pueden considerarse sistemas abiertos al flujo de materia y energía; es decir

que toman materiales y energía de los alrededores (fuera del entorno urbano) y regresan como energía disipada o materiales degradados (gases, agua, residuos sólidos) (Delgado, Campos, & Rentería, 2012), estos movimientos generan impactos de diversa magnitud y extensión en los ecosistemas no necesariamente próximos a las ciudades

Los metabolismos urbanos deben pasar de “lineales” a “circulares”, ello implica encontrar nuevas maneras de gestionar la circulación de recursos naturales en la ciudad, los mismos que deben ser controlados para facilitar la planificación estratégica por parte de los gobiernos locales, que deben entender los flujos de materiales y energía que entran en las ciudades así como los que salen. Las ciudades que logren un crecimiento urbano compacto, así como utilizar sus recursos naturales de forma más eficiente podrían reducir entre un 36% y un 54% el uso de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el uso del agua según el Panel Internacional de Recursos (ONU Medio ambiente, 2018). El metabolismo urbano se construye a partir de sistemas tales como el del agua, la energía y los materiales, en general dichos sistemas tienen una secuencia lineal de procesamiento, por lo que el funcionamiento de la ciudad depende por completo de la importación de recursos de alta calidad y en términos de manejo de recursos, el metabolismo lineal es altamente ineficiente y fomenta una alta dependencia de los recursos externos a la ciudad (Leduc & Van Kann, 2013).

El flujo de los materiales de construcción, mientras no haya un plan o una gestión de tratamiento, cumple únicamente un ciclo lineal que pasa por varios procesos y regresa al entorno natural en forma de contaminación como nos muestra la figura N°2.



Figura 2. Flujo lineal de materia y energía de las ciudades

Fuente: Delgado, Campos y Rentería 2012. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

El análisis del metabolismo urbano es una herramienta importante para el estudio del ecosistema urbano, pues las ciudades como sistemas artificiales pueden ser rediseñadas desde una mejor perspectiva como ecosistemas naturales, para esto es apropiado analizar las normas de funcionamiento del sistema urbano, basadas en principios y métodos ecológicos; cuando una ciudad es comparada como un organismo vivo estudiando su metabolismo urbano, todos los flujos de energía y materia deberán ser considerados. (Córdova & Villagrana, 2015).

Algunos estudios recientes sintetizan la investigación internacional sobre metabolismo urbano y describen el progreso que se ha logrado en términos metodológicos, particularmente en el ámbito de la contabilización y evaluación de los flujos (Zhang, 2013). La identificación, cálculo y análisis de los flujos de materia y energía se constituyen en el centro metodológico para la determinación del metabolismo de un sistema urbano, puesto que con ellos “se puede hacer seguimiento a los movimientos de materia y energía de una ciudad desde el medio circundante y de abastecimiento, a través de la producción y consumo para devolver al entorno natural como el aire, agua y suelo” (Brunner, 2007). El análisis de estos flujos se fundamenta matemáticamente en los balances cuya aplicación conceptual se establece desde las Leyes o Principios de la Conservación de la Masa y la Energía, para el caso de la materia los balances deben respetar la razón fundamental que, ninguna masa es creada o destruida por algún proceso de transformación fisicoquímica; tal como lo enunciaron los padres de la química moderna Antoine Lavoisier en 1785 y Mijail Lomonósov en 1745.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, publica un informe de “Tendencias del flujo de materiales y productividad de recursos en América Latina” en el año 2015, donde dice “En los últimos años, el consumo de minerales de construcción per cápita en Ecuador ha sido el más alto de los países seleccionados en términos absolutos de tonelaje, así como en porcentaje. Eso debería indicar que la existencia de infraestructura duradera se está acumulando relativamente rápido en Ecuador.” Este informe realiza un análisis basado en el

flujo primario de materiales que pueden clasificarse como biomasa, minerales de construcción, combustibles fósiles, minerales metálicos y minerales industriales; siendo los minerales el segundo material más usado en la construcción en nuestro país, realidad que no es ajena en nuestro entorno.

El término metabolismo urbano, se entiende a la ciudad como un súper organismo vivo y se basa en el intercambio de flujos de materia y energía, que cumplen un ciclo de uso determinado en el medio ambiente; desde el inicio los estudios se concentraron en identificar los problemas ambientales en la ciudad con la evolución de las entradas, la gestión de las salidas y la aplicación de políticas de planificación urbana más eficientes y sostenibles. El Ecuador se encuentra en un periodo de crecimiento continuo en aspectos económicos y sociales, es considerado como un país en vías de desarrollo y el resultado principal del crecimiento proviene de la explotación de materias primas como lo indica el programa de las Naciones Unidas. Actualmente encontramos pocos estudios relacionados al metabolismo urbano en el país, uno de ellos corresponde a (Parrado, Cevallos, & Arias, 2018), quienes trabajaron sobre el “metabolismo urbano enfocado a la problemática del flujo de agua urbana en la ciudad de Baeza” y cuantificaron los flujos de agua en las etapas de abasto, distribución y consumo.

El “Análisis de desperdicios en la fase constructiva de un edificio y propuestas de reducción”, realizada por (Andrade & Coba, 2013) en la Universidad Católica del Ecuador nos indica el porcentaje de desperdicio teórico y real de una vivienda residencial de hormigón armado distribuida en cuatro niveles a causa de la mano de obra, equipo empleado y desperdicio propio que genera toda actividad constructiva.

MATERIALES ANALIZADOS	% DESPERDICIO REAL	% DESPERDICIO TEORICO
ACERO DE VARILLAS	1.73%	4,74%
MADERA	3.64%	-
BLOQUES AL. 15*20*40	1.00%	12,5%
BLOQUES 20*20*40	1.00%	100.00%
HORMIGON PREMESCLADO	1.51%	1,6%
AGREGADO FINO-ARENA	12.95%	20,15%
AGRGADO GRUESO - RIPIO	3.31%	34,37%
AGRGADO GRUESO - PIEDRA BOLA	15.91%	2,07%
CEMENTO	7.20%	17,03%

Figura 3. Desperdicio generado en el proceso de construcción de una vivienda.

Fuente: Andrade & Coba, 2013. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

El estudio realizado por (Bravo & Chinchí, 2018) en la Universidad Nacional de Chimborazo, “Volumen de residuos de la construcción generados en la ciudad de Riobamba”, determinan que la constante generación de grandes volúmenes de desechos y su disposición final en 8 escombreras ilegales (Anexo N°25), revelan que la ciudad de Riobamba genera 4,112.73 m³ de residuos provenientes del sector de la construcción en un periodo de 8 semanas, los mismos que fueron cuantificados sin clasificar el origen y tipo de material. Por otra parte, los datos estadísticos del INEC muestran información de los materiales de construcción más usados en las viviendas de nuestro territorio y corresponden al material predominante usado en las construcciones desde el año 2013 al año 2017; figura N°4.

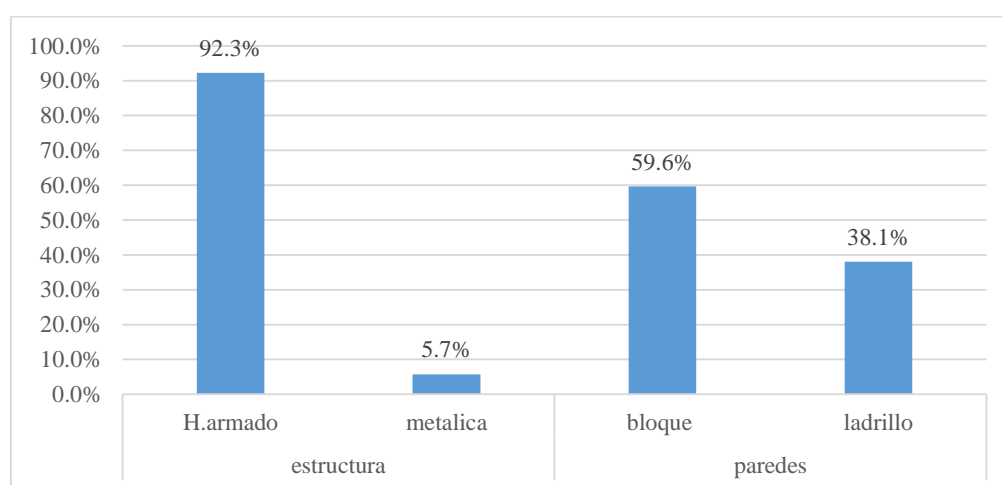


Figura 4. Materiales de construcción predominantes

Fuente: base a datos estadísticos del INEC (2013-2017). Elaborado por Herrera & Vilema, 2019

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Teniendo claro el tipo de materiales más usados, el ciclo que cumplen en el entorno, el proceso que requiere la construcción de una edificación y los impactos que causa esta actividad constructiva, se toma en cuenta únicamente la estructura urbana de la ciudad de Riobamba como área de estudio para el diagnóstico urbano, relacionado al análisis del flujo metabólico de las unidades modulares para mampostería y los materiales pétreos usados en hormigones y morteros en la construcción de edificaciones.

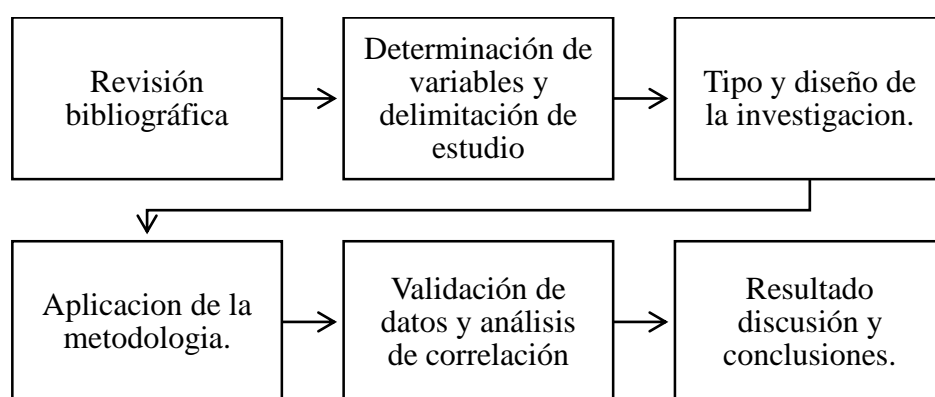


Figura 5. Diagrama de proceso sistemático para la investigación.

Fuente. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, pues por sus características y el tipo de datos a analizar, se comprobó la hipótesis planteada a partir de una realidad conocida; como resultado del proyecto de investigación se obtuvieron datos estadísticos generados a partir del estudio de campo y el diagnóstico urbano del flujo metabólico las unidades modulares y los materiales pétreos, para determinar la realidad actual de estos materiales en la ciudad de Riobamba. La investigación inicia con el análisis y síntesis bibliográfico; método que permitió realizar la respectiva revisión bibliográfica para conocer estudios de casos similares, usados y aplicados en otros lugares, a partir de ello, teniendo claro la realidad actual, se establece técnicas para realizar la investigación y aplicación teórica en nuestro contexto territorial.

El Método lógico deductivo se usó para determinar el flujo de ingreso de materiales de construcción y el flujo de salida de residuos que forman parte de los desechos constructivos, pues se conoce que todo material de construcción pasa por un proceso de transformación antes y después de ser usado, pero no se tiene la certeza de la cantidad usada a diario en las edificaciones de la estructura urbana de la ciudad, razón por la cual se realizó uso de encuestas, entrevistas, levantamiento de datos técnicos y visitas de campo, como técnicas de recolección de información. Con el método empírico de observación científica, se pudo entender el comportamiento del flujo de los materiales en sus procesos de transformación desde que ingresa como insumo o materia prima, hasta que termina su ciclo de uso primario; teniendo en cuenta que el estudio de campo fue la base fundamental para entender este proceso.

El aporte de la sociedad también es fundamental en este proceso de investigación, pues son los actores principales de la producción, comercialización, uso y residuos de los materiales de construcción, por lo cual se hizo uso del método de expertos para recoger todos los criterios a fin de tener una amplia variedad de información o datos estadísticos aproximados para ser analizados, verificados y procesados. Mediante el método sintético analítico, se realizó la sistematización de la información de las unidades modulares para mampostería y los materiales pétreos usados en hormigones y morteros, para relacionarlos con los metros cuadrados de construcción otorgados anualmente en la ciudad y finalmente con el método estadístico matemático, procesar la información para obtener el volumen de producción, el volumen del flujo de ingreso y el volumen del flujo de salida de estos materiales.

3.1.1. Hipótesis de la investigación.

La producción de los materiales de construcción (unidades modulares para mampostería y materiales pétreos para hormigones y mortero), es alta en relación a lo requerido por la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba, con lo cual existe un uso descontrolado de estos materiales, convirtiéndole en una ciudad consumidora de recursos naturales y generadora de desperdicios constructivos alterando el flujo circular que plantea el metabolismo urbano de las ciudades sostenibles en desarrollo.

3.2. Aplicación de la metodología.

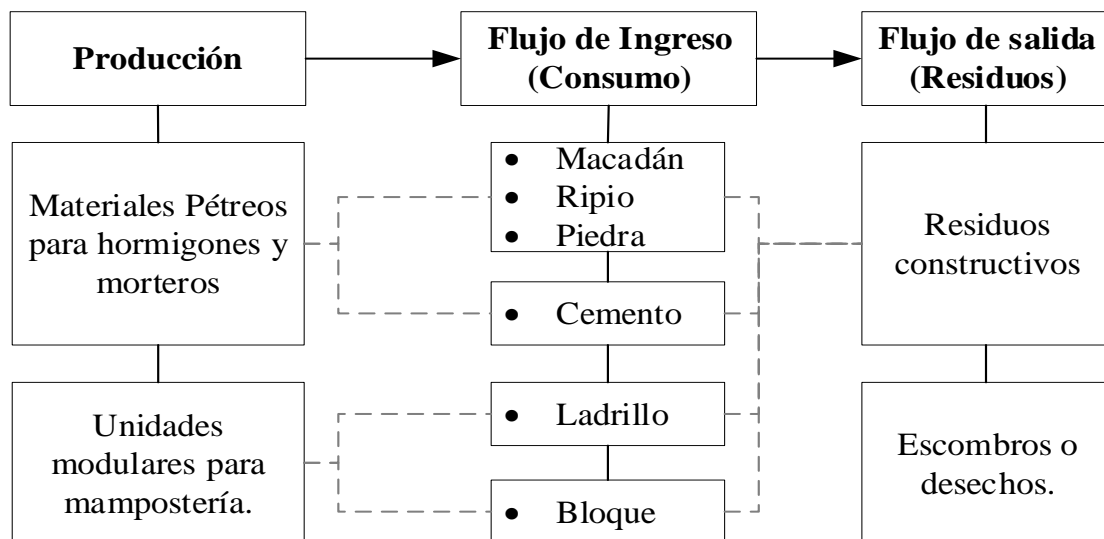


Figura 6. Estructura del flujo de los materiales de construcción.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

La estructura de hormigón armado es el sistema constructivo más usado para levantar edificaciones y parte de la estructura urbana de la ciudad, para mejor comprensión de la investigación y el proceso que cumple el flujo metabólico de los materiales de construcción, se realiza un diagrama (figura N°6) que nos servirá como guía para conocer, clasificar, cuantificar el proceso y la información de los materiales que se obtendrá en cada etapa de análisis.

Tabla 1. Materiales predominantes en las estructuras más comunes en la ciudad de Riobamba.

Materiales usados en la construcción de edificaciones.				
Estructura: Hormigón Armado.	Materiales pétreos para hormigón y morteros.	Material pétreo en estado natural	Piedra	92.3 %
			Ripio	
			Macadán	
		Material pétreo conglomerado	Cemento	
Estructura: metálicas.	Materiales pétreos para hormigón y morteros.	Material pétreo en estado natural	Piedra	5,7%
			Ripio	
			Macadán	
		Material pétreo conglomerado	Cemento	
Paredes.	Unidades modulares para mampostería.		Ladrillo	38.1 %
			Bloque	59.6 %

Fuente: base a datos del INEC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

El criterio de selección de los materiales de construcción a ser analizados, está basado en datos del INEC desde el año 2013 (figura N°4) y en un análisis descriptivo de campo el cual nos permitió identificar los materiales de construcción más comunes, así como aquellos que generan mayor cantidad de desperdicio en las escombreras ilegales de Riobamba, en este proceso de selección se evidenció que existe relación entre las estadísticas del INEC y los datos cualitativos obtenidos en campo, razón por la cual se analizara y evaluara únicamente los materiales que se muestran la tabla N°1; el acero se excluye de este análisis, pues es un material muy cotizado para el reciclaje, no genera residuos considerables y el impacto ambiental que genera este material es mínimo.

3.2.1. Recolección de datos.

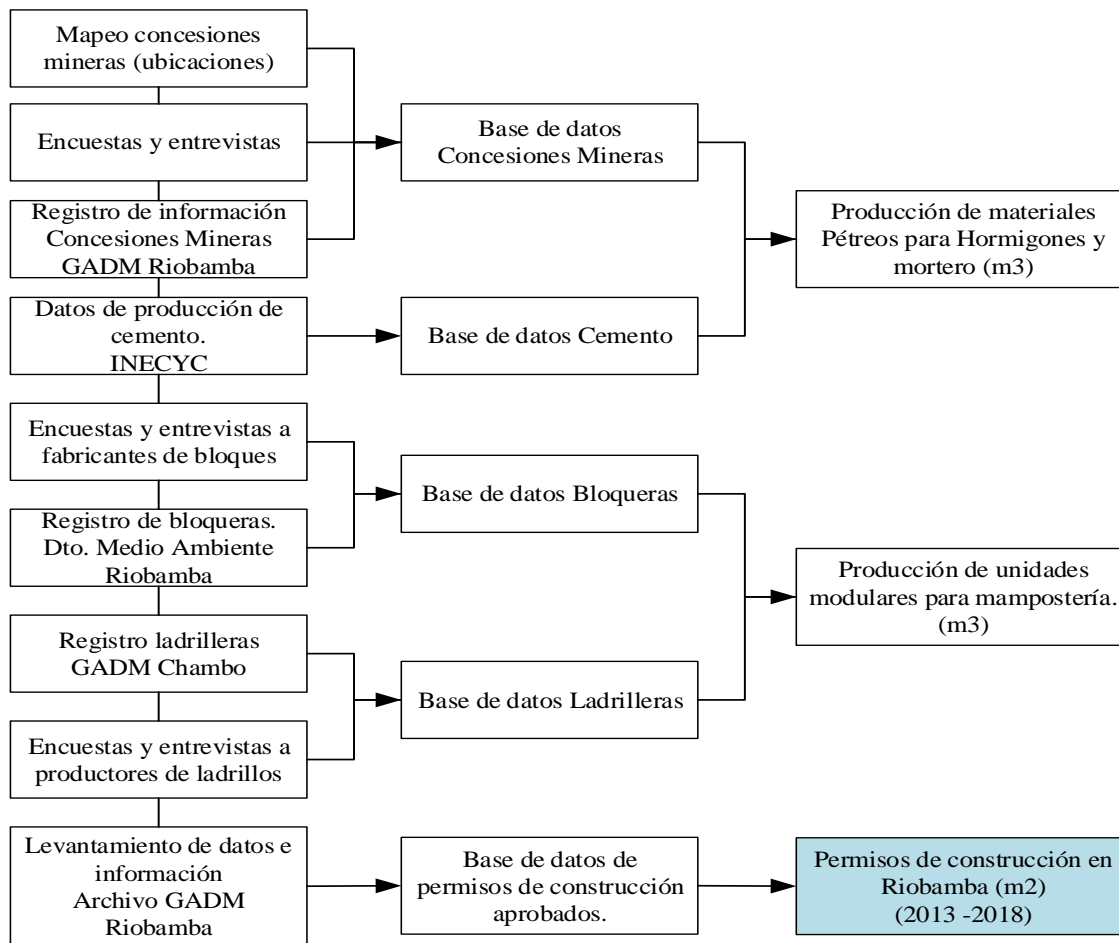


Figura 7. Diagrama del proceso de recolección de datos de la investigación.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Producción de materiales pétreos usados en hormigones y mortero.

En esta etapa se realizó un barrido visual con la finalidad de identificar y ubicar las canteras más próximas a la ciudad como se muestra en la figura N° 8, mediante entrevistas con propietarios y trabajadores de los establecimientos se conoció que los propietarios, presentan informes anuales de producción al GADM de Riobamba con datos específicos de cada cantera.

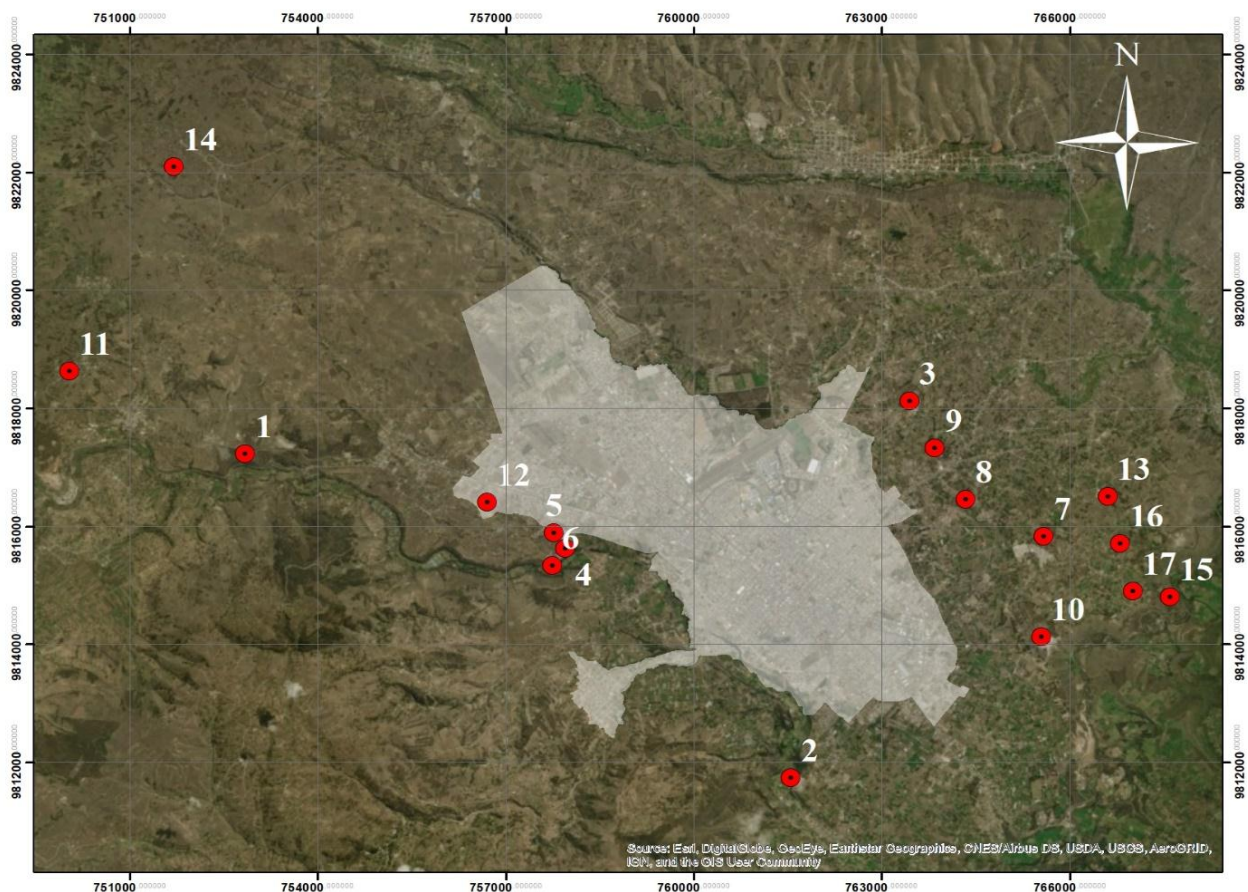


Figura 8. Concesiones mineras.

Fuente: Base del GADM de Riobamba. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 01.

Para determinar el volumen de los materiales pétreos de la construcción, se hizo uso del registro de permisos artesanales y concesiones mineras facilitado por parte del GADM de Riobamba, dicho registro indica que actualmente están autorizados 18 permisos artesanales y 17 concesiones mineras (ver anexo N° 1) para la extracción y comercialización de este material. Los datos de los materiales pétreos usados en hormigón y mortero en la etapa de producción fueron obtenidos en base a los informes de producción anual presentados únicamente por las concesiones mineras al departamento de áridos y pétreos del GADM de Riobamba, como requisito que establece la ley de minería en el art. 42, 142, 143 debido a su capacidad de explotación y rentabilidad, por otro lado, los permisos artesanales únicamente explotan material en cantidades mínimas, por lo cual la ley de minería no exige que cumplan con este requisito.

Producción del material pétreo procesado: Cemento.

Para determinar el volumen de la producción del cemento, se utilizó los datos del Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón (INECYC, 2016), que nos indican la producción del cemento a partir del año 2006 hasta el año 2012; cabe mencionar que no se pudo recolectar información de la producción de los años posteriores al 2012, ya que en ese año la fábrica de Cemento Chimborazo paso a ser, de empresa pública a empresa privada motivo por el cual ya no se presentan los informes de producción anual al INECYC y la información sobre la producción es reservada y se maneja de manera interna en la empresa.

Producción de unidades modulares: Ladrillo

Mediante el análisis de campo se determinó que el principal proveedor de ladrillos para la provincia de Chimborazo es el cantón Chambo y en base al pago de la patente municipal, se determinó que hasta el año 2015 se registró 222 establecimientos legales de fabricación de ladrillos, desde ese año hasta la fecha no existe ningún registro de esta actividad, pues según el departamento financiero del GADM de Chambo se suspendido el cobro del impuesto para esta actividad mediante ordenanza municipal desde el año mencionado. Los datos sobre la producción y destino de los ladrillos se obtuvieron mediante un modelo de encuesta general para unidades modulares en mampostería como se muestra en el anexo N° 3, los productores de ladrillos encuestados, representan una muestra del 62 % del total de 90 socios de los diferentes sectores registrados en la asociación de ladrilleros del cantón Chambo.

Producción de unidades modulares: Bloques.

Para determinar la producción de bloques, se hizo uso del registro de bloqueras que consta en el SRI en el año 2018; mediante el departamento de higiene y medio ambiente del GADM de Riobamba, se determinó que existen 52 fábricas de bloques legalmente establecidas en el cantón Riobamba como se indica en el anexo N° 2. La cantidad de producción de bloques que se realizan en el cantón Riobamba se obtuvo mediante un modelo de encuesta realizadas en

campo a todos los productores de bloques que refleja el 100% de la muestra cómo se evidencia en el anexo N°4.

Permisos de construcción en Riobamba.

En esta etapa, necesariamente se hizo un levantamiento de información de todos los permisos de construcción otorgados por el departamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del GADM de Riobamba, con la finalidad de tener datos reales y legales en cuanto a los metros cuadrados de construcción aprobados en la ciudad en los últimos seis años; información que aún no disponían de forma digital. Se hizo uso también de la base de datos del INEC desde el año 2013 hasta el 2017 que está disponible en la página institucional, para realizar la respectiva comparación de información y evaluar los datos obtenidos según los dos criterios de recolección de información como se muestra más adelante en el gráfico N° 21 y N°22.

3.2.2. Análisis y procesamiento de datos.

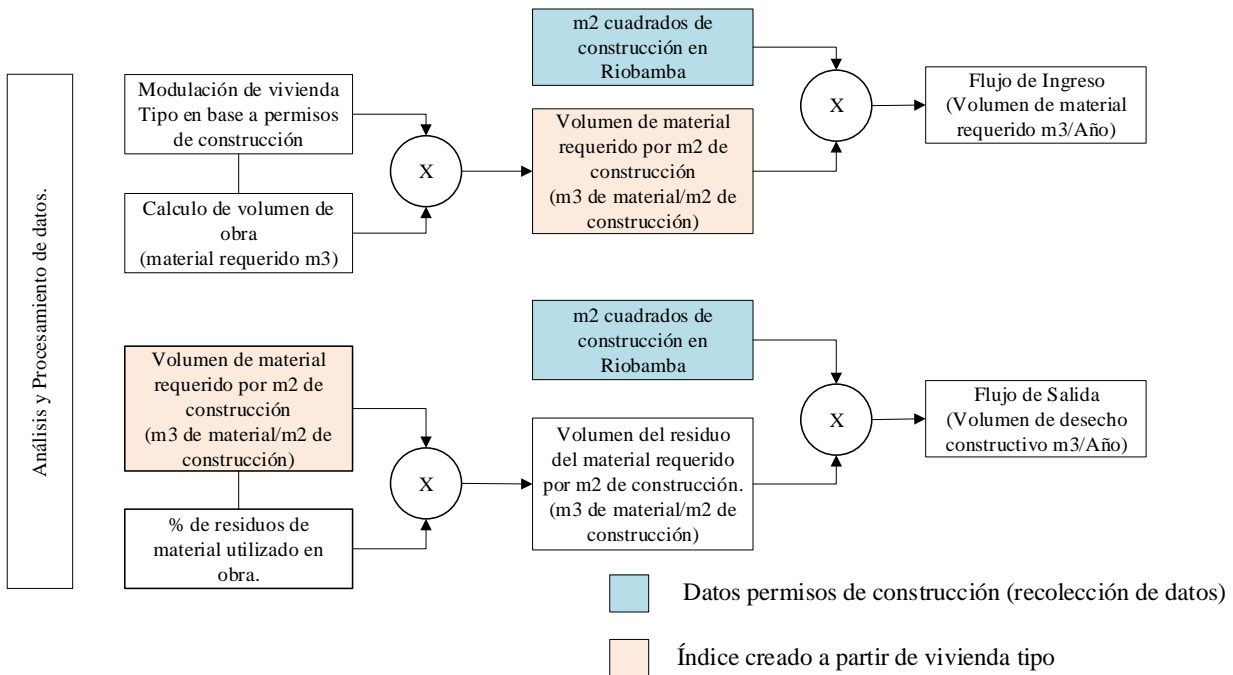


Figura 9. Diagrama del análisis y proceso de datos de la investigación.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Flujo de Ingreso o Consumo

Para determinar el volumen del material requerido para la construcción de edificaciones en la ciudad, se usó la información obtenida de los planos de construcción aprobados por el GAD Municipal (Anexo N°8). Con ello se modela una vivienda tipo, tomando en cuenta la media de la mayoría de los proyectos aprobados en la ciudad durante los últimos 6 años como se muestra en el anexo N°19; estos datos, permitió a realizar el respectivo cálculo del volumen de obra y se logró determinar el volumen del material requerido (m3) por cada metro cuadrado (m2) de construcción (m3 de material requerido/m2 de construcción) en función a la vivienda tipo, información que ayudo a estimar el volumen de los materiales pétreos y las unidades modulares requeridos anualmente en la construcción de edificaciones en la zona urbana de Riobamba conforme a los permisos otorgados. El resumen del registro de los permisos de

construcción donde se detalla toda la información levantada se puede evidenciar en el anexo N°10 al anexo N°15.

Flujo de Salida o Residuos.

En esta etapa se hizo uso de investigaciones nacionales e internacional enfocados al estudio de los residuos de los materiales de construcción con la finalidad de tener varios criterios y metodologías aplicadas para determinar el residuo que genera de los materiales por metros cuadrados de construcción en la zona urbana de la ciudad. Para este análisis se revisó varios estudios que cumplan con características similares a las construcciones de nuestro entorno y finalmente se optó por tomar los datos del estudio realizado por (Andrade & Coba, 2013) en la Universidad Católica del Ecuador, quienes determinaron el porcentaje de residuos de los materiales de construcción de una vivienda de hormigón armado en la ciudad de Quito, entre los materiales analizados están, materiales pétreos, el cemento, el acero y la madera como nuestra la figura N°3.

Con el resultado del estudio mencionado y los datos del material requerido por cada metro cuadrado de construcción que se obtuvo en la etapa (flujo de ingreso o consumo), se determinó el volumen (m³) de residuo del material por cada metro cuadrado (m²) de construcción (m³ de residuo /m² de construcción) en función a la vivienda tipo, finalmente al relacionar este indicador con el registro de los metros cuadrados de construcción aprobados en los últimos 6 años, se determina el volumen de residuos generados por la construcción de edificaciones en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

3.3. Validación de datos y análisis de correlación.

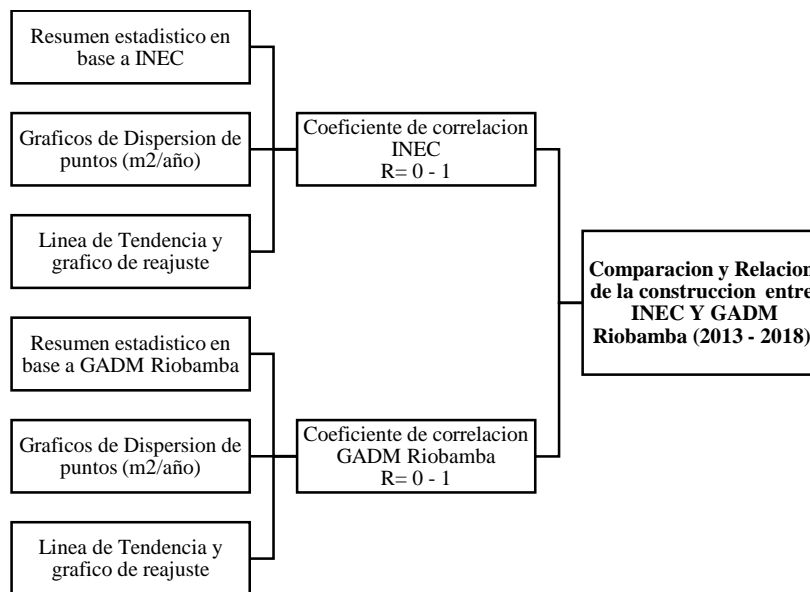


Figura 10. Diagrama de validación de datos y análisis de correlación.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Mediante la base de datos generada a partir de la recolección de información, se realizó la evaluación de datos y el “resumen estadístico descriptivo” que justifica el resultado de todas las variables que se pueden evidenciar en los anexos N° 24, 25, 26, y 27; los datos finales del consumo y los residuos generados en cada material se muestra en los resultados.

Para estimar el uso y el residuo que generará los materiales de construcción analizados en los próximos años, es necesario realizar el gráfico de dispersión de datos y determinar el coeficiente de correlación (R) de la construcción que se generó en los últimos seis años según el GADM de Riobamba; el mismo procedimiento se realizó con el resumen de los datos obtenidos en el INEC desde el año 2013 hasta el 2017, para evaluar y comparar si existe o no existe relación entre la información de las dos fuentes de análisis. Conociendo el coeficiente de correlación (R) en los 2 casos, se realizó el reajuste de la línea de tendencia hasta encontrar una correlación significativa que permita analizar si es o no es posible proyectar la línea de tendencia a futuros años.

La proyección de datos a corto, mediano o largo plazo, es posible y real únicamente cuando la línea de tendencia de las variables analizadas es lineal o el coeficiente de correlación R, es próximo a 1 como lo muestra la tabla N°2. El coeficiente R de Spearman varía entre 1 y -1, que representan una correlación de fuerte y positiva a una correlación fuerte y negativa, mientras los valores próximos a cero indican que no existe una correlación lineal entre las variables analizadas y es nula.

Tabla 2. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman.

RANGO	RELACION
0 – 0,25	Escasa o nula
0,26 – 0,50	Débil
0,51 – 0,75	Entre moderada y fuerte
0,76 – 1,00	Entre fuerte y perfecta.

Fuente: revista habanera de ciencias médicas, vol. 8, núm. 2, 2009

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del flujo metabólico de los materiales de construcción en la ciudad de Riobamba se muestran a continuación y siguen la estructura planteada en la aplicación de la metodología; producción, flujo de ingreso y flujo de salida.

4.1. Producción de unidades modulares para mampostería y materiales pétreos usados en hormigones y mortero.

4.1.1. Materiales pétreos naturales: piedra, ripio, macadán

En el anexo N°1 se muestra el listado de las 17 concesiones mineras analizadas en el cantón Riobamba, de las cuales se determinó el volumen de producción anual de áridos y pétreos como la piedra, el ripio y el macadán en base a los informes de producción presentados al GADM de Riobamba en el departamento de Áridos y Pétreos.

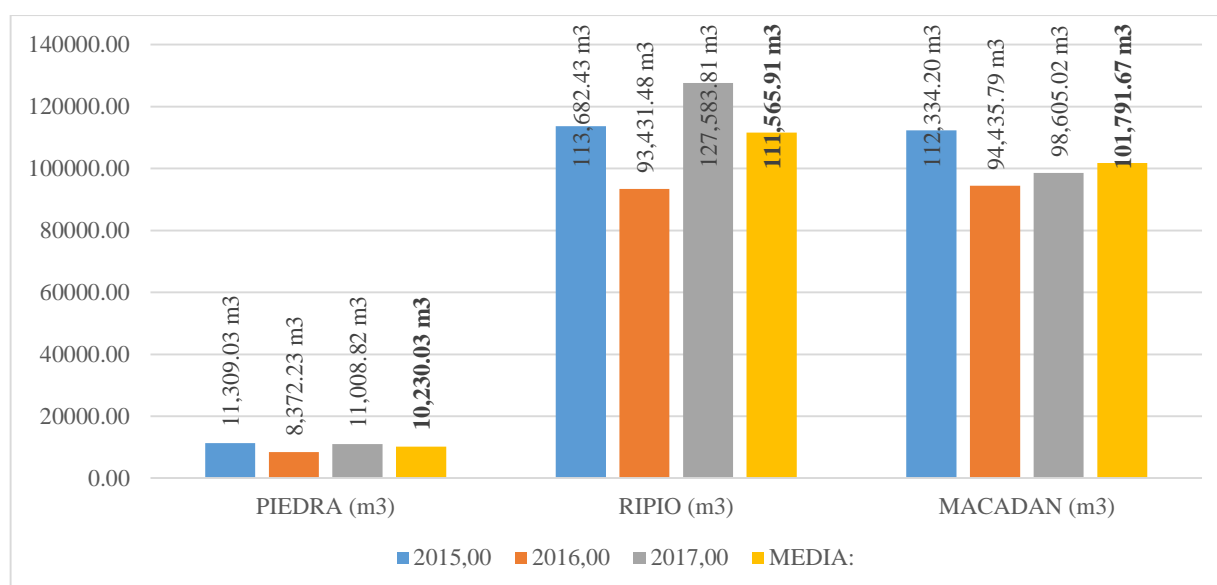


Figura 11. Análisis de 17 Concesiones Mineras en Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.- Anexo 03

Como se muestra en la figura N°11, de todas las concesiones mineras analizadas en los periodos anuales 2015, 2016 y 2017, se obtuvo la media de la producción anual por material que representa: 10.230,03 m³ de piedra, 111.565,91 m³ de ripio, y 101.791,67 m³ de macadán. El uso de estos materiales en la construcción, hacen que sean indispensables en la actualidad y

muestra el volumen aproximado del material pétreo extraído anualmente en el cantón Riobamba, pues hay que tomar en cuenta que no se consideró los permisos artesanales que también extraen materiales pétreos por la falta de información exacta y por los bajos niveles de producción según la ley de minería.

4.1.2. Materiales pétreos conglomerados: cemento

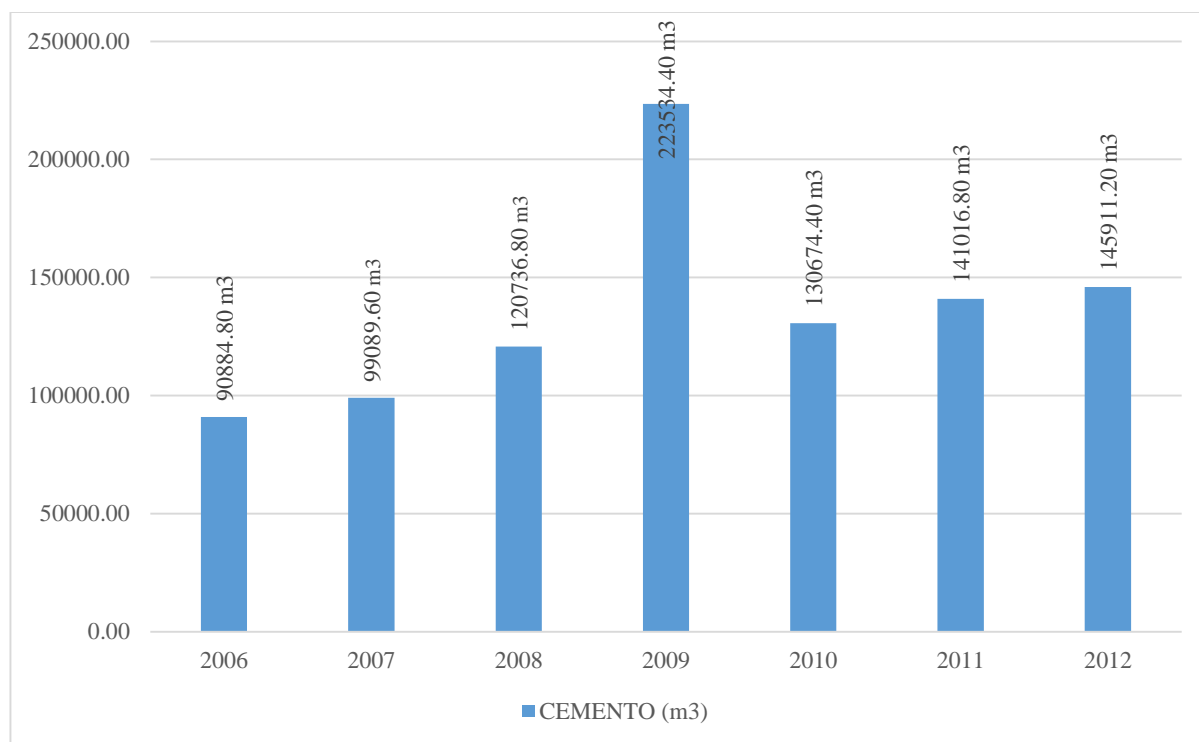


Figura 12. Producción anual del cemento.

Fuente: base de datos INECYC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 07

La figura N°12 muestra la producción de cemento en base a los datos del Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón (INECYC, 2016), estos datos refleja la producción desde el 2006 hasta el 2012 una media de la producción de 135,978.29 m3 de cemento anual; hay que detallar que no se pudo obtener datos de producción del cemento de los años posteriores ya que la fábrica Cemento Chimborazo paso de ser una empresa pública a una empresa privada razón por la que no presenta sus informes de producción como se realizaba en los años anteriores y la producción desde el año 2013 a la actualidad es información privada que se manejan de manera confidencial dentro de la empresa.

4.1.3. Unidades modulares para mampostería: Bloques.

Tabla 3. Resumen de bloqueras en base a datos obtenidos en campo.

Resumen de datos obtenidos en campo	
Registro de bloqueras según SRI Riobamba	54(Un.)
Registro de bloqueras encuestadas	52 (Un.)
Volumen de bloque t1, losa	0,012 (m3)
Volumen de bloque t2, mampostería	0,008 (m3)
Promedio de comercialización en Riobamba %	100%
Media de la producción mensual por bloquera	7.273,46 (Un.)

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

En relación a la tabla N°3, legalmente existen 54 bloqueras registradas dentro de la jurisdicción del cantón Riobamba de las cuales se procedió a encuestar a 52 bloqueras activas, de estas se obtuvo la producción, venta y destino del material; por lo que se determina que los bloques más vendidos se usa en aliviamientos de losas; tipo 1 de dimensiones 15x20x40cm (0.012m³) y tipo 2 de dimensiones 10x20x40 cm (0,008m³) utilizados en mampostería, la media de la producción mensual de una bloquera está alrededor de las 7.273 unidades que Por medio de las encuestas realizadas a los productores de bloques se conoce que el producto es distribuido y comercializado en todo el cantón Riobamba.

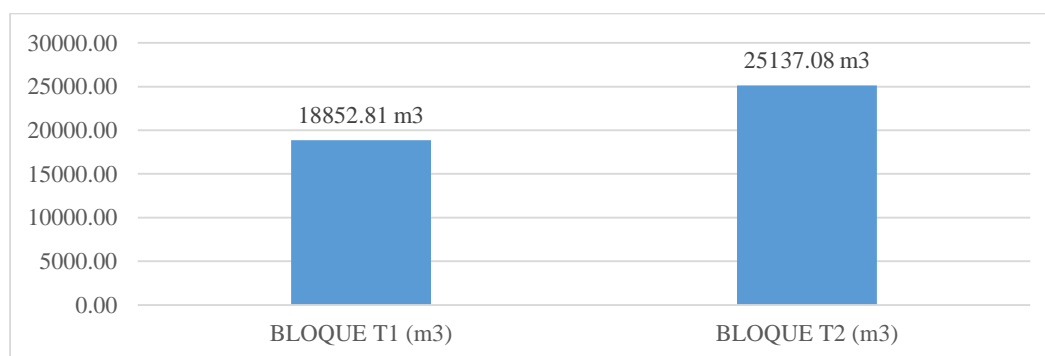


Figura 13. Producción Anual de Bloques.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019 en base a encuestas realizadas. – Anexo 05.

La figura N°13 muestra que las 52 boqueras en del cantón Riobamba alcanzan una producción anual aproximada de 4.713.203,00 unidades, de los que el 66,67% de la producción de bloques son utilizados en mampostería (tipo 2), lo que representa un volumen de 25.137,08

m³ mientras que, el 33,33% que es la diferencia de la producción de bloques tipo 1, son utilizados en la fundición de losas y representa un volumen de 18.852,81 m³.

4.1.4. Unidades modulares para mampostería: Ladrillos.

Tabla 4. Resumen de ladrilleras en base a datos obtenidos en campo.

Resumen de datos obtenidos en campo	
Registro de ladrilleras según la patente GAD Chambo	220 (Un.)
Registro de productores de ladrillos asociados.	90 (Un.)
Registro de ladrilleras encuestadas	53 (Un.)
Volumen del ladrillo más comercializado	0,0028 (m ³)
Media de comercialización en Riobamba %	65%
Media de la producción mensual de cada ladrillera	18.924,53(Un.)

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

En relación a la tabla N°4 muestra que el cantón Riobamba para su crecimiento urbano depende de la producción del ladrillo realizado en el cantón Chambo por lo que se determinó la producción de este material mediante encuestas al 62% de la muestra que son los 90 productores de ladrillo asociados, en los primeros resultados se obtuvo que la producción media de una ladrillera es de 18.924 unidades mensuales y la dimensión estándar del ladrillo más comercializado es 28x11x9 cm con un volumen de 0,0028 m³ por unidad.

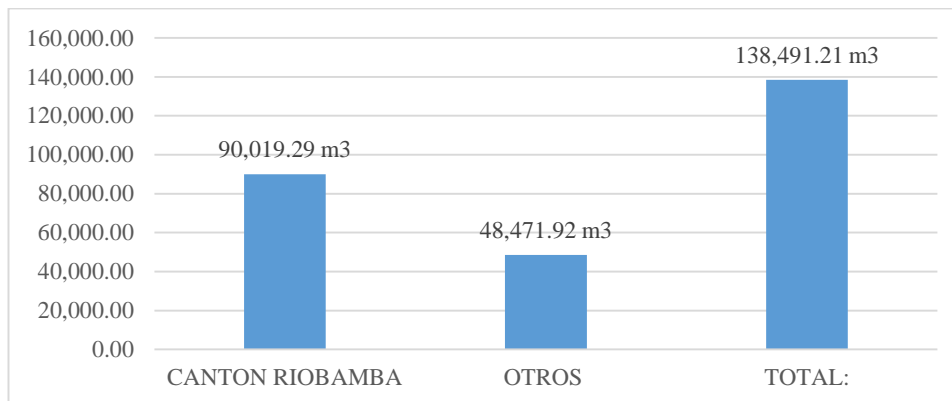


Figura 14. Producción Anual de 220 ladrilleras registradas.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 06.

La figura N°14 refleja el resultado de 220 ladrilleras en base a las encuestas realizadas al 62% de la Asociación de ladrilleros del cantón Chambo, la producción actual estimada es de 49.960.755,00 unidades de ladrillos al año con un volumen de 138.491 m³ de los cuales, el 65%

que representan 32.474.490,00 unidades de ladrillos con un volumen de 90.019,29 m³ que son distribuidos al cantón Riobamba, mientras que el 35% restante representa 17.486.264 ladrillos con un volumen de 48.471,92 m³ es distribuido dentro y fuera de la provincia como: Guano, Chambo, Alausí, Cumandá, Ambato y Guayaquil.

4.2. Flujo de ingreso (consumo).

En esta etapa se determina la cantidad de material ocupado en la construcción de edificaciones que conforman la zona urbana de la ciudad, lo cual que se determina por medio de los permisos de construcción otorgados por el GADM de Riobamba, es decir en este proceso no se consideró la construcción informal pues legalmente no se puede justificar esta actividad.

4.2.1. Permisos de construcción.

Permisos de construcción aprobados en la zona urbana según el GADM Riobamba.

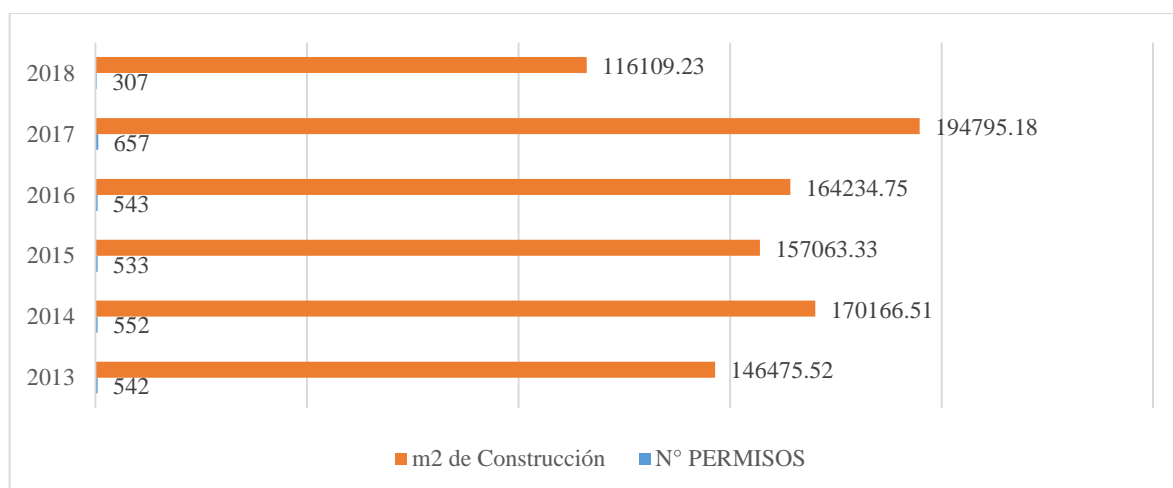


Figura 15. Número de permisos y m² de construcción GAD Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019 – Anexo 10, al Anexo 15.

En los últimos seis años se puede evidenciar que los permisos de construcción entre, proyectos nuevos y proyectos de ampliación aprobados en la zona urbana de la ciudad, se ha mantenido con un promedio de 522 lo que implica el 77% del total de los permisos aprobados por el GADM de Riobamba dentro de su jurisdicción, es decir anualmente se usa alrededor de 183.736.26m² de suelo urbano para realizar 158174,56 m² de construcción residencial (anexo 16). Por otra parte, en la figura N°15 se observa la variación de la construcción total desde el

año 2013 que se aprobó 542 permisos de construcción a con 146.396,52 m2 de construcción, en el año 2014 se aprobó 552 permisos de construcción con 170.166.51 m2 de construcción, en el año 2015 se aprobó 533 permisos de construcción con 157.063,33 m2 de construcción, en el año 2016 se aprobó 543 permisos con 146.396,52 m2 de construcción. En el año 2017 y 2018, la construcción muestra una variación considerable que se debe notablemente al cambio de las políticas económicas del país y a la transición de la nueva Ordenanza Nro. 013-2017 del código urbano para el cantón Riobamba, pues en el año 2017 los permisos de construcción aprobados ascienden a 657 con 194.795,18 m2 de construcción, mientras que, en el año 2018 apenas se otorgó 307 permisos con 116.109,23 m2 de construcción.

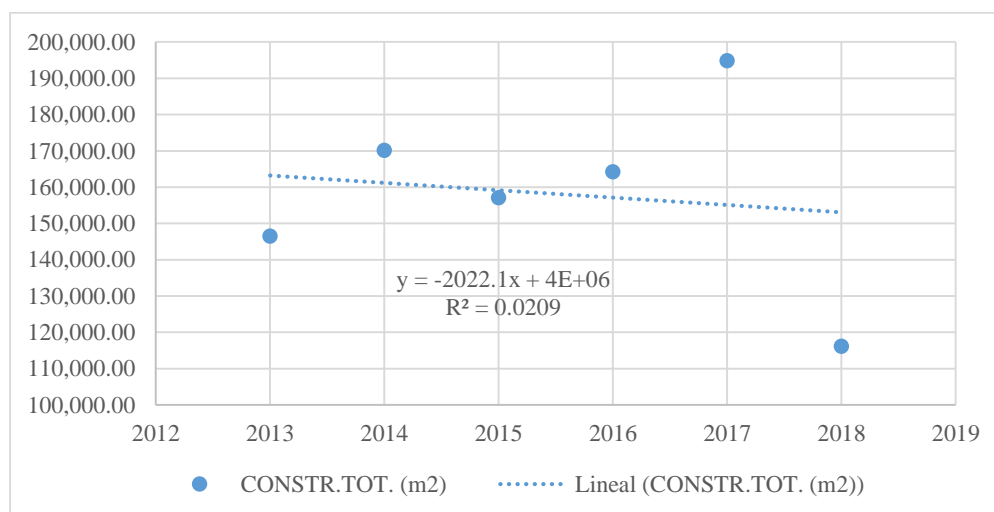


Figura 16. Línea de tendencia real en base a m2 de construcción GADM Riobamba.

Fuente: Base de datos GADM Riobamba. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

En el gráfico de dispersión de datos que presenta la figura N° 16 se puede observar que el coeficiente $R=0.45$ representa una relación lineal de débil entre las variables analizadas y es necesario realizar un reajuste en la línea de tendencia hasta conseguir un coeficiente relación considerable que permita proyectar la construcción en futuros años como los indica los rangos de Spearman en la tabla 2.

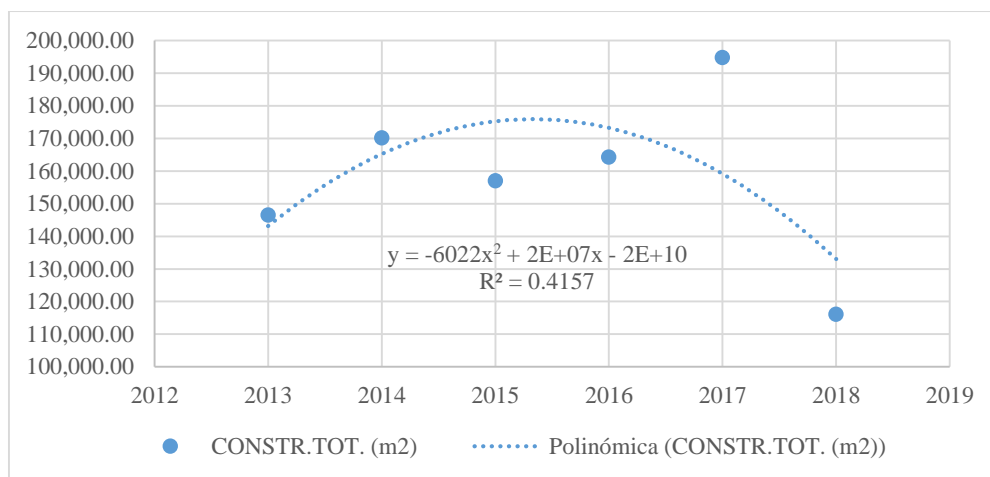


Figura 17. Línea de tendencia reajustada en base a m2 de construcción GADM Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

El gráfico de dispersión de datos de la figura N°17, muestra el reajuste de la línea de tendencia de la construcción con una correlación $R=0,64$ que corresponde a la función polinómica de grado 2 con una relación moderada y se puede decir que entre los años 2014 - 2016 fue el mejor momento que tuvo la construcción en la ciudad de Riobamba; sin embargo no es posible proyectar estos datos porque la construcción decrecería considerablemente hasta llegar a rangos negativos en los próximos años, algo que no es posible ni en los peores momentos de la construcción de una ciudad en desarrollo.

Permisos de construcción aprobados en base a datos del INEC.

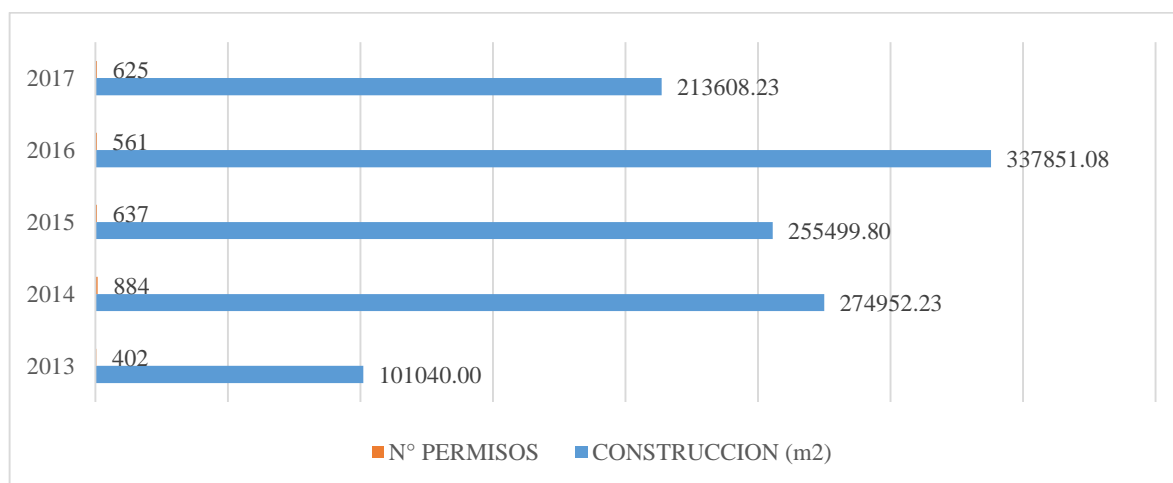


Figura 18. Número de permisos y m2 de construcción en base a datos del INEC.

Fuente: Base de datos estadísticos del INEC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Con la información procesada del INEC (2013 -2017) se puede estimar datos anuales de los cuales se dice que, alrededor de 622 permisos de construcción aprobados por parte del GADM de Riobamba corresponden al 99% en zona urbana de la ciudad; según este análisis también se puede resumir que se ocupó 238.569,80 m² de suelo urbano para construir 236.590,27m² de proyectos residenciales lo cual implica una inversión económica aproximada de \$58.660.360,43 en la ciudad. Los datos del INEC analizados muestran que el 99% de los permisos de construcción son asignados para la zona urbana de la ciudad de Riobamba y el 1% para la zona rural (Anexo 17); resultados que varían considerablemente según el levantamiento de información realizada en la investigación.

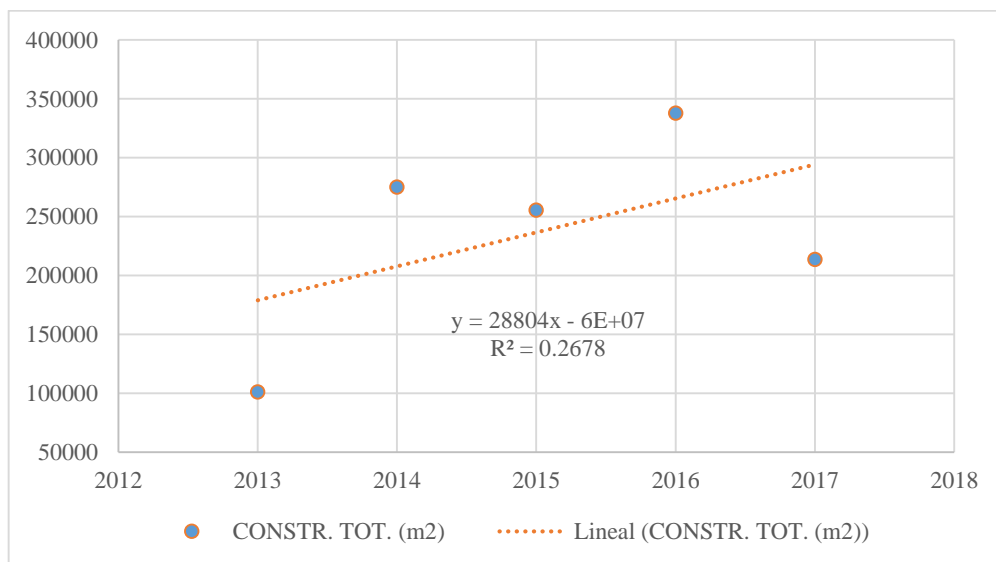


Figura 19. Línea de tendencia real m2 de construcción en base al INEC

Fuente: base de datos estadísticos del INEC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

En el gráfico de dispersión de datos que presenta la figura N°19 se puede observar que el coeficiente $R=0.52$, representa una relación lineal moderada entre las variables analizadas y es necesario realizar un reajuste en la línea de tendencia hasta conseguir un coeficiente relación considerable que permita proyectar la construcción en futuros años como los indica los rangos de Spearman en la tabla 2.

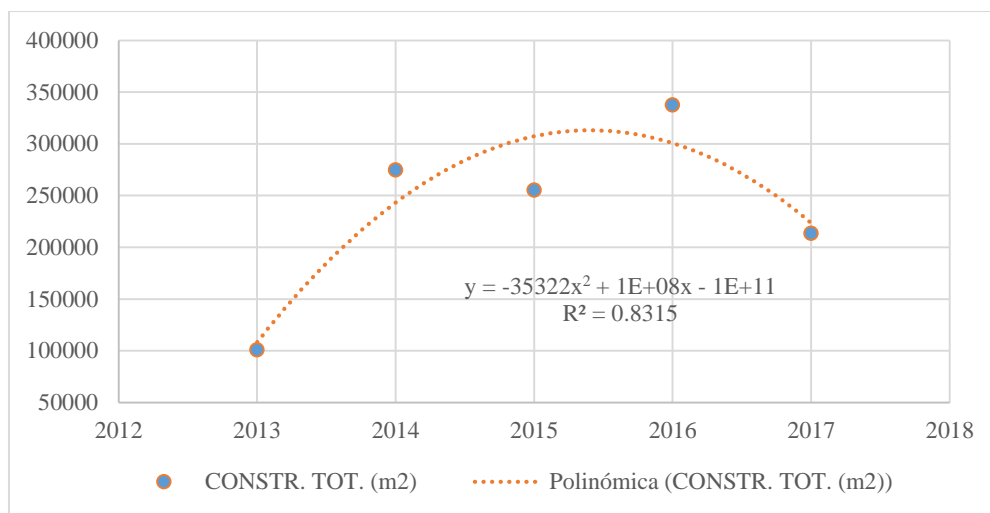


Figura 20. Línea de tendencia reajustada en base a m2 de construcción INEC.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

La figura N°20 muestra la dispersión de datos y el reajuste de la línea de tendencia $R=0,91$ que corresponde a una función polinómica con relación perfecta entre las variables analizadas; se puede ver que el año 2015 fue el mejor periodo para la construcción en la ciudad a diferencia del año 2017 que decreció considerablemente.

Comparación de los permisos de construcción entre el GADM de Riobamba y el INEC.

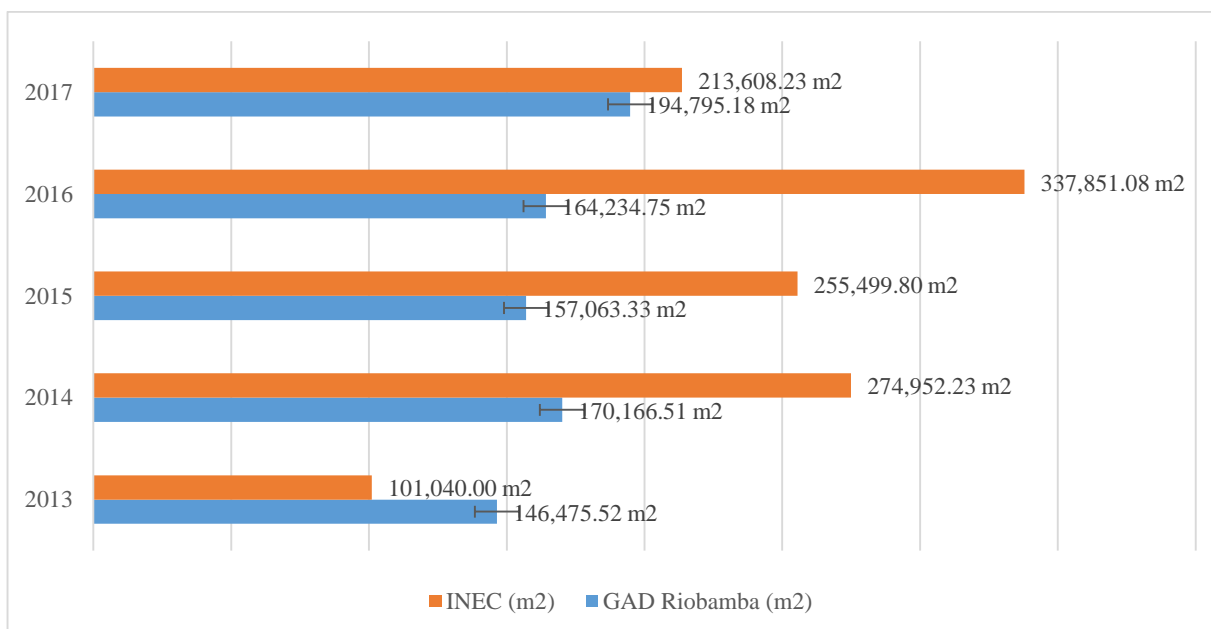


Figura 21. Comparación base de datos INEC y GADM Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.— Anexo 18.

La figura N°21 muestra una variación de la información levantada entre el GAD Municipal y los datos del INEC sobre los permisos de construcción otorgados en la zona urbana de la ciudad de Riobamba, en el año 2013 existe una diferencia de 45.435,52m² de construcción, el año 2014 posee una diferencia de 104.785,72m² de construcción, el año 2015 tiene una diferencia de 98.436,47m² de construcción, el año 2016 presenta una diferencia de 173.616,33m² de construcción y en ultimo año 2017 se observa una diferencia de 18.813,05m² de construcción.

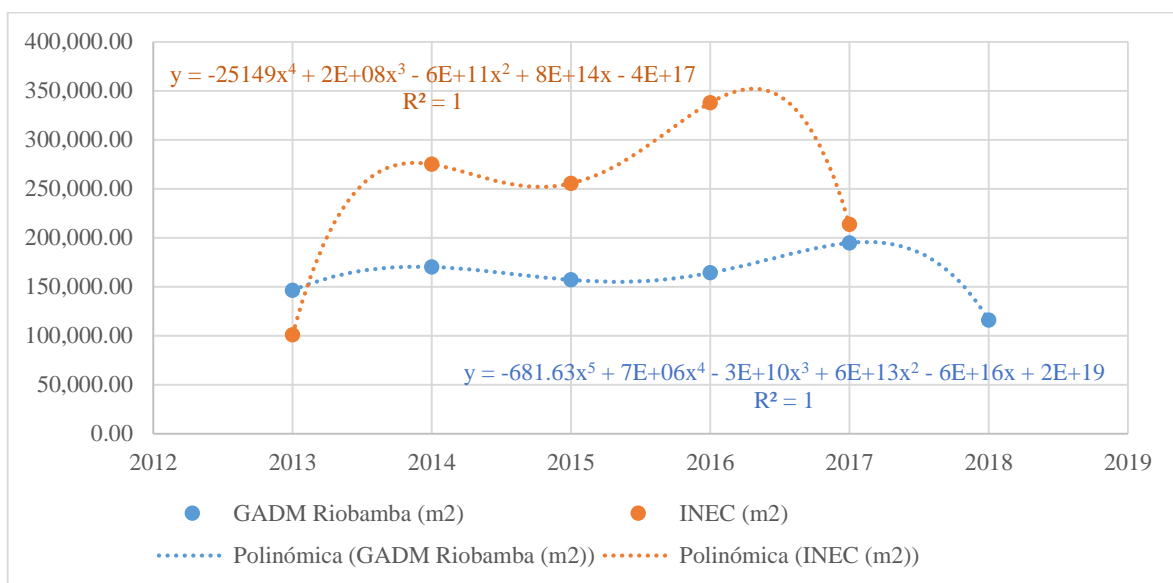


Figura 22. Gráfico de comparación con reajuste en base a m2 de construcción.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

En la figura N°22 se puede ver una correlación perfecta $R=1$ en las 2 fuentes de información, esto quiere decir que las líneas de tendencia en los 2 casos son similares, tienen relación y marcan la misma dirección; teniendo claro que los datos varían hasta en 100mil m² en el año 2014 – 2016, diferencia considerable que a nuestro criterio se asume que se debe al método de recolección de información por parte del INEC que se basa en encuestas anuales de edificaciones (permisos de construcción) que son llenadas por los proyectistas en el proceso de aprobación de un proyecto y no existe la certeza que la información entregada sea real, por lo que el INEC asume que todos los permisos de construcción son otorgados en la zona urbana sin

tomar en cuenta los permisos otorgados en la zona rural, al contrario de los datos levantados en el GAD de Riobamba, donde se clasifica los permisos de construcción aprobados que corresponden a cada parroquia de la zona urbana y la zona rural de la ciudad.

El análisis de comparación no fue considerado en los objetivos de la investigación, pero es oportuno conocer los resultados que garantiza que la veracidad de la presente investigación en cuanto al desarrollo de la construcción en la ciudad en los años analizados.

4.2.2. Desarrollo de la construcción en la ciudad de Riobamba.

Como mencionamos anteriormente, la construcción es uno de los indicadores del desarrollo de la sociedad y el crecimiento de una ciudad; a partir de los resultados obtenidos en el levantamiento de los permisos de construcción otorgados por el GADM de Riobamba, creemos que es oportuno conocer el desarrollo de la construcción de los últimos años en cada parroquia de la zona urbana de la ciudad; objetivo que no fue considerado al principio.

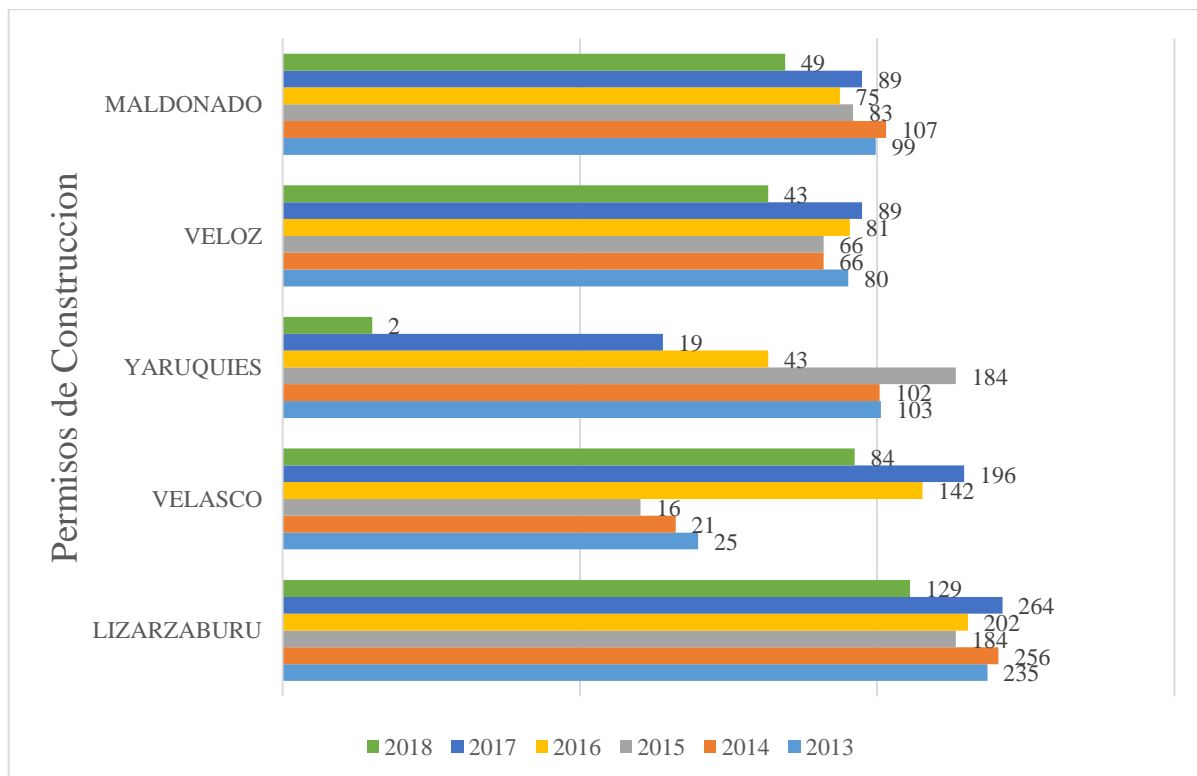


Figura 23. Permisos de construcción otorgados anualmente a las parroquias urbanas de la ciudad de Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 16.

De los últimos seis años (2013-2018) y en función de los permisos de construcción aprobados por el GADM de Riobamba en la zona urbana, se puede decir que tres de cinco parroquias han mantenido el rango de desarrollo en términos de construcción, así pues, la parroquia que más destaca es Lizarzaburu con el 41% seguida por la parroquia Maldonado con el 16% y la parroquia Veloz con el 13%. De parroquia Velasco se puede decir que le corresponde el 15%, teniendo en cuenta que en los años 2013 - 2015 apenas se asignó el 3% de los permisos de construcción, mientras que en los años 2016 – 2018 esta cifra ascendió al 27%; realidad que resulta totalmente inversa en la parroquia Yaruquies, pues en los años 2013 - 2015 tuvo un crecimiento exponencial que llegó al 34%, mientras que en los años 2016 - 2018 existió un déficit total que llegó al 0,6% con lo cual se puede decir que es la parroquia con menor crecimiento en la ciudad y le corresponde el 13%. (Anexo 16)

4.2.3. Cálculo de materiales para la Vivienda Tipo.

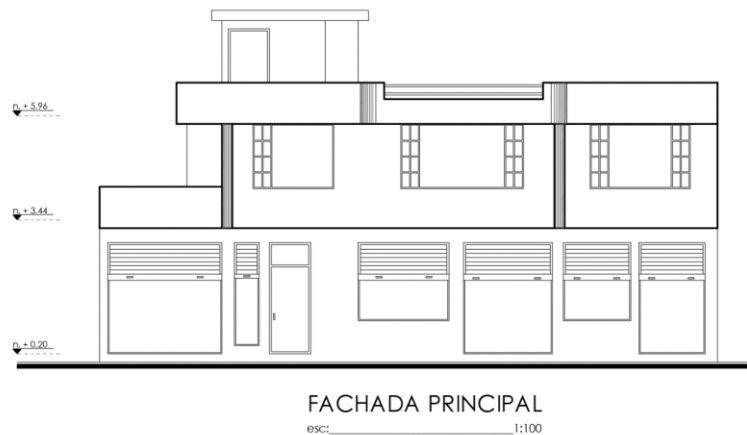


Figura 24. Fachada vivienda tipo.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.– Anexo 19

Para determinar la cantidad o el volumen de material que se encuentra en la zona urbana de la ciudad, se realiza una vivienda tipo basado en las características de los planos de construcción aprobados por el GADM de Riobamba en los últimos 6 años; la media de todos los datos procesados comprende una edificación de 322,00 m² de construcción distribuidos en 2 niveles con sistema constructivo en hormigón armado, la planta baja normalmente esta

designada al comercio o área social de una vivienda, mientras la planta alta tiene un uso único de residencia. (Anexo 19).

Materiales pétreos para Hormigón.

Tabla 5. Dosificación de Hormigón – cantidad por m3 de Hormigón.

RESISTENCIA	CEMENTO (m3)	RIPIO (m3)	ARENA (m3)	AGUA (m3)
f'c 180Kg/cm2	0,268	0,95	0,65	0,24
f'c 210Kg/cm2	0,2884	0,95	0,65	0,21

Fuente: Manual de costos de la construcción - CAMICON

La tabla N°5 muestra la dosificación de dos tipos de hormigón; los más comunes en la construcción de viviendas de la ciudad de Riobamba es decir la cantidad de (cimento, ripio, macadán, y agua) usada en un metro cuadrado de hormigón. Conociendo que el hormigón ciclópeo es la mezcla del 60% de hormigón simple (f'c 180Kg/cm2) con el 40% de piedra bola; combinación que es usada en cimientos y pisos, se detalla las dosificaciones para el hormigón f'c=180 kg/cm2 que normalmente se usa en el replantillo, cadenas y contra piso como lo indica la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-VIVIENDA, 2014) y (NEC-SE-HM, 2014); requiere 0,268 m3 de cemento, 0,95 m3 de ripio, 0,65 m3 de macadán y 0,24 m3 de agua; por otra parte, el hormigón f'c=210 kg/cm2 usado en zapatas, dados, columnas, vigas y losas; requiere 0,2884 m3 de cemento, 0,95 m3 de ripio, 0,65 m3 de macadán y 0,21 m3 de agua.

Material pétreo requerido para hormigones en una vivienda de 322,00 m2.

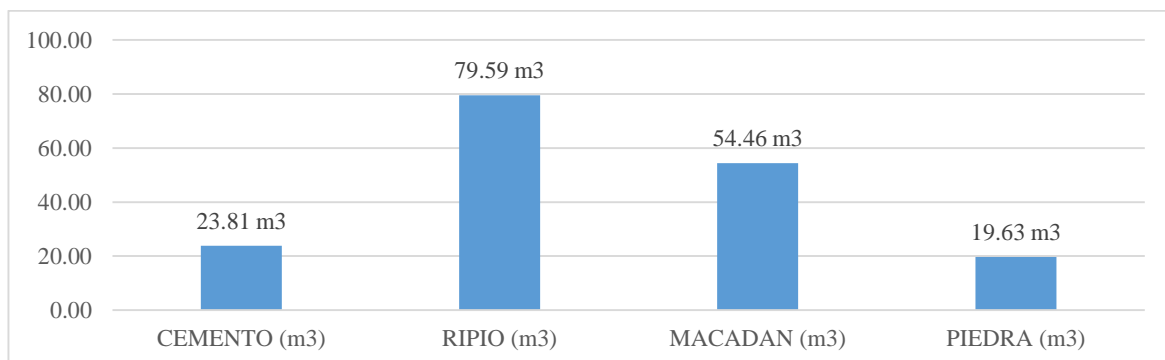


Figura 25. Material requerido para hormigón en vivienda de 322,00 m2.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.– Anexo 20.

La figura N°25 muestra la cantidad de material requerido en la elaboración de 83,78m³ de hormigón, usados en una vivienda tipo de 322,00m² de los cuales 3,73m³ corresponden a hormigón ciclópeo (H.C. f'c:180Kg/cm²), 13.62m³ corresponden a hormigón simple (H.S. f'c:180Kg/cm²) y 66.43m³ corresponden a hormigón simple (H.S. f'c:210Kg/cm²); el resumen detallado de los materiales analizados, así como el volumen de obra obtenido a partir de la vivienda tipo de puede observar en el anexo N° 20

Unidades modulares requeridas para mampostería en una vivienda de 322,00 m².

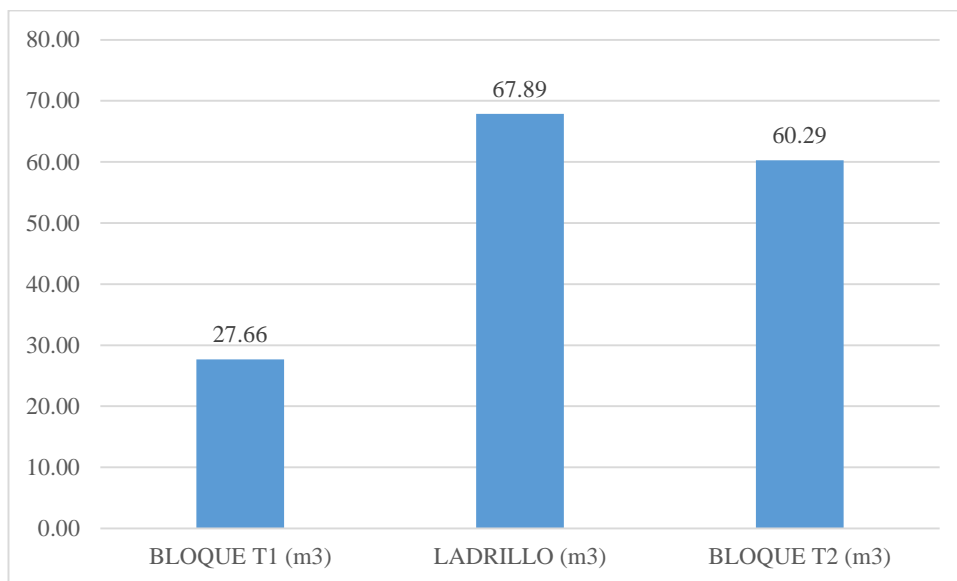


Figura 26. Unidades modulares requeridas para vivienda tipo de 322,00 m²

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.– Anexo 21.

Las unidades modulares que comprende bloques y ladrillos son necesarias para la conformación de la mampostería o sirven para alivianar el peso de las losas como es el caso del bloque T1 que se requiere 27,66m³ para la planta baja, planta alta y la tapa grada. Dependiendo el material usado en la construcción también se requiere alrededor de 67,89m³ de ladrillo (24.419,00 unidades) o 60,29m³ (7.535,00 unidades) de bloque T2 para levantar 628,00m² de mampostería; datos que fue el resultado de la vivienda tipo y pueden variar según el diseño y el uso de nuevos materiales.

Materiales pétreos para Morteros.

Tabla 6. Dosificación de mortero por m³ de construcción.

DOCIFICACION DE MORTEROS POR METRO CUBICO			
DISEÑO	CEMENTO (m ³)	ARENA (m ³)	AGUA (m ³)
1:3	0,41	1,04	0,22
1:4	0,01	0,02	0,01

Fuente: Manual de costos de la construcción - CAMICON

La tabla 6 muestra la cantidad de material requerido para la elaboración de un metro cubico (m³) de mortero cabe aclarar que se para la investigación se cambia el termino de Arena mencionado en la CAMICON por Macadán ya que la ciudad de Riobamba utiliza en mayor cantidad este material pétreo en igual proporciones; teniendo presente esta aclaración el mortero resulta una masilla de la mezcla de cemento (0.41m³), macadán y/o arena (1,04m³) y agua (0,22m³) que generalmente se usa en contrapisos y para unir las unidades modulares de mampostería; mientras que el diseño de morteros 1:4 requiere proporciones diferentes porque es usado únicamente para enlucidos con espesor de e=1,5cm.

Materiales pétreos requeridos para morteros en una vivienda de 322,00 m².

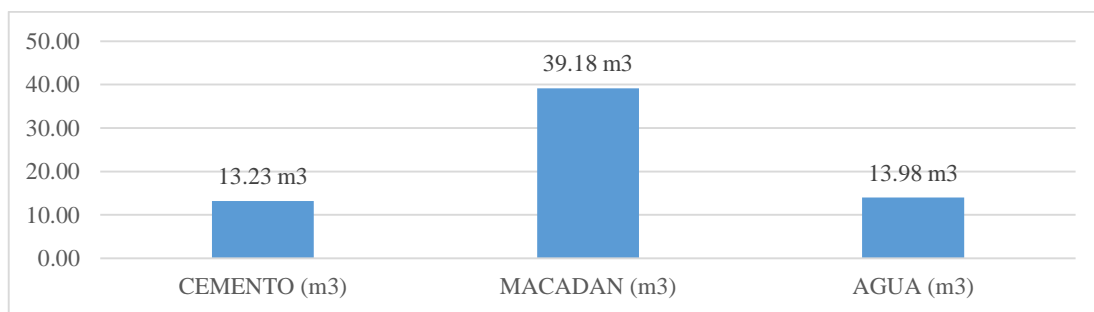


Figura 27. Material requerido para mampostería en vivienda de 322,00 m².

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Del total de material que muestra la figura N° 27, se puede decir que 7,70m³ de cemento, 19,44 m³ de macadán y/o arena y 4,11 m³ de agua son necesarios en la elaboración de 18,69 m³ de mortero y levantar 628,00m² de mampostería, dato obtenidos en el resultado de unidades modulares. En cuanto al material requerido para cubrir 987.12m² de mampostería, es necesario 5,53 m³ de cemento, 19,74 m³ de macadán y 9,87 m³ de agua en la elaboración de mortero de

enlucido; datos obtenidos mediante el análisis del volumen de obra de la vivienda tipo en el anexo 21.

Resumen del volumen de obra en vivienda de: 322,00 m²

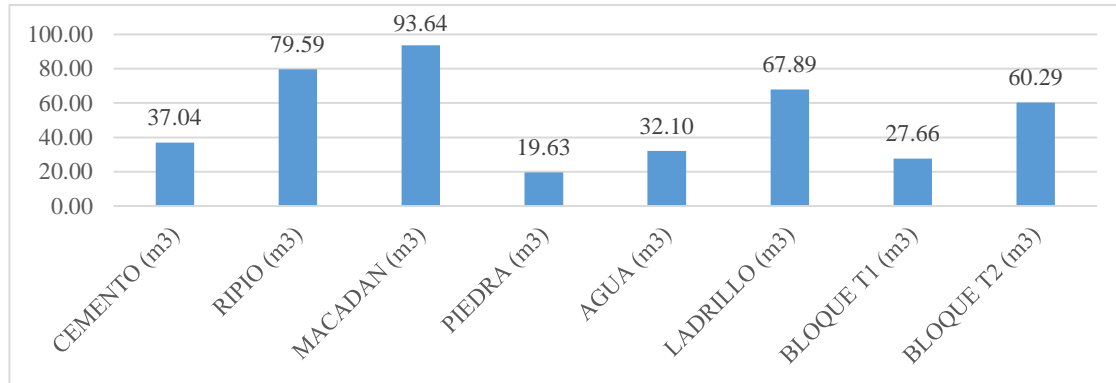


Figura 28. Resumen de volumen de obra en vivienda tipo: 322,00 m²

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.– Anexo 21.

La figura N°28 es el resumen del material necesario para la construcción de una vivienda de 322,00 m² en su primera etapa conocida como obra gris. Por tanto, la vivienda requiere 37,04 m³ de cemento, 79,59 m² de ripio, 93,64 m³ de macadán y/o arena, 19,63 m³ de piedra, 32,10 m³ de agua, 67,89 m³ de ladrilloso o a su vez, 60.29 m³ de bloque T2 en mampostería y 27,66 m³ de bloque tipo T1 en losa. El agua no fue considerada como objetivo de la investigación, pero resulta oportuno mostrar los resultados que se obtuvo a partir de la dosificación de hormigones, morteros y el volumen de obra de la vivienda tipo.

Material requerido por cada metro cuadrado de construcción.

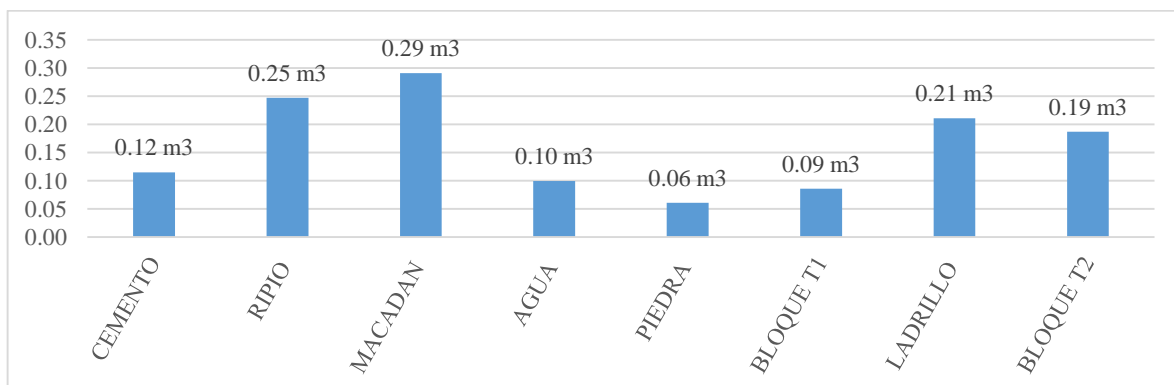


Figura 29. Material requerido por m² de construcción en base a vivienda tipo.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 22.

La figura N°29 muestra la relación del material con los metros cuadrados de construcción, es decir la cantidad de material requerido (m³) por metro cuadrado de construcción (m²) y podemos estimar que se requiere: 0,12 m³ cemento, 0,25 m³ de ripio, 0,29 m³ de macadán y/o arena, 0,06 m³ de piedra, 0,09 m³ de bloque T1 para losas y 0,21 m³ de ladrillo o 0,19 m³ de bloque T2 para mampostería; datos que están en función de la vivienda tipo a partir de los permisos de los permisos de construcción de los últimos seis años.

4.2.4. Consumo anual de material utilizado en la ciudad de Riobamba

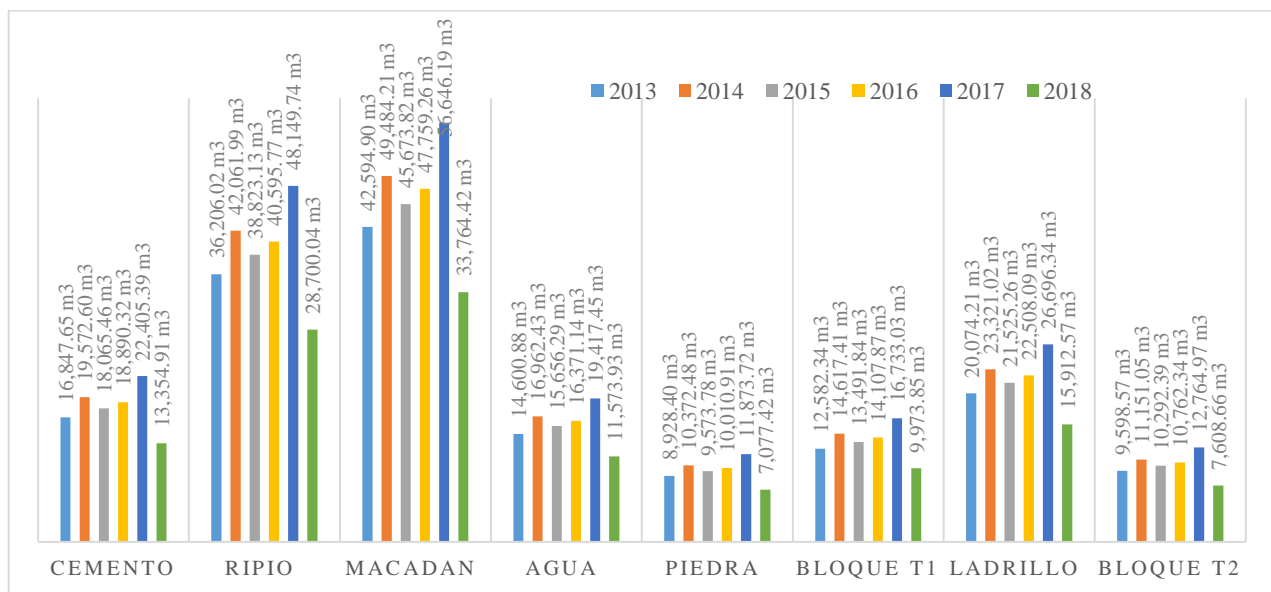


Figura 30. Consumo anual de material utilizado en la ciudad de Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 24.

Técnicamente se puede decir que el flujo de ingreso de los materiales de la construcción está en función del consumo o lo que requiere la ciudad para la construcción de edificaciones; la figura N°30 corresponde al flujo de ingreso anual de los materiales de construcción que se obtuvo a partir de la relación entre los metros cuadrados de construcción en Riobamba (figura N°15) y el material requerido por metro cuadrado de construcción (figura N°29). Se puede observar que los materiales pétreos como el ripio y el macan, son los más usados en la construcción y el índice anual de los materiales es aproximadamente 18.189,39 m³ de cemento, 39.089,45 m³ de ripio, 45.987,13 m³ de macadán, 9.639,45 m³ de piedra, 13.584,39 m³ de

bloques tipo 1 utilizados en losas, 13.337,18 m³ de ladrillo y 17.765,14 m³ de bloques tipo 2 utilizados en mampostería. El uso de las unidades modulares de mampostería como el ladrillo y el bloque T2 están en relación 65% y 35% respectivamente, pues los resultados del estudio de campo como la producción y comercialización así lo determinaron.

4.3. Flujo de salida (residuos)

4.3.1. Índice de residuo generado por cada material

Tabla 7. Residuo del material por metro cuadrado de construcción.

RESIDUO DEL MATERIAL REQUERIDO EN BASE A VIVIENDA TIPO: 322,00m ²							
DETALLE	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
REQUERIDO (m ³ /m ²)	0,12	0,25	0,29	0,06	0,09	0,21	0,19
DESPERDICIO (%)	7,20%	3,31%	12,95%	15,91%	1,00%	1,50%	1,00%
TOTAL	0,008	0,008	0,038	0,010	0,001	0,003	0,002

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 23.

El resultado del análisis de desperdicio de materiales usados en la construcción de una edificación en la ciudad Quito por (Andrade & Coba, 2013), apporto a la presente investigación para estimar el residuo que genera los materiales en el proceso de construcción de una edificación a partir del material requerido por metro cuadrado de construcción como se indica en la figura N°31.

4.3.2. Resultado anual del residuo de la construcción en la ciudad de Riobamba.

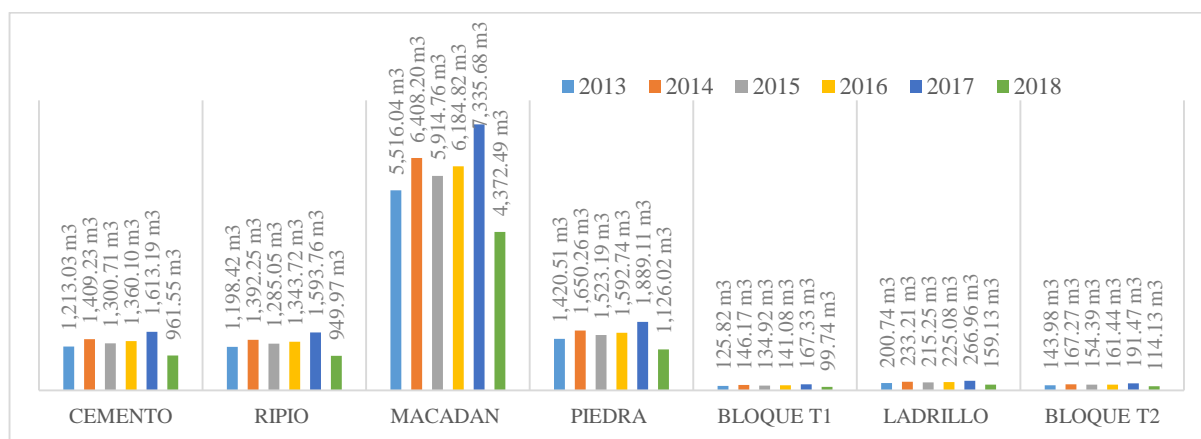


Figura 31. Resultado anual de material desperdiciado en la ciudad de Riobamba.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 25.

El flujo de salida de los materiales de construcción, está en función del residuo que termina como escombros o desechos luego del proceso constructivo, en la figura N°32 se puede observar que el macadán es el material que genera más residuos en la construcción con un volumen anual aproximado de 5.955,33 m³, seguido de la piedra con 1.533,64 m³, el cemento con 1.309,64 m³, el ripio con 1.293,86 m³; materiales que combinados entre si terminan como residuos de hormigones y morteros; por otra parte los residuos que genera las unidades modulares para mampostería es aproximadamente de 135,84 m³ de bloque T1 usado en alivianamiento de losas, 177,65 m³ de bloque T2 y 200,06 m³ de ladrillo usados en la modulación de la mampostería.

4.4. Índice del flujo de los materiales de construcción pétreos y unidades modulares.

Tabla 7. Índice de flujo de los materiales de construcción en Riobamba.

GRUPO	MATERIAL	PRODUCCION	CONSUMO	RESIDUOS
MATERIALES PETREOS PARA HORMIGONES Y/O MORTEROS	CEMENTO	81,586.97	18,193.28	1,309.92
	RIPIO	111,565.91	39,097.81	1,294.14
	MACADAN	101,791.67	45,996.96	5,956.61
	PIEDRA	10,230.03	9,641.51	1,533.96
UNIDADES MODULARES PARA MAMPOSTERIA.	BLOQUE T1	18,852.81	13,587.29	135.87
	LADRILLO	90,019.29	21,677.55	216.78
	BLOQUE T2	25,137.08	10,365.21	155.48
TOTAL (metros cúbicos m ³):		439,183.76	158,559.61	10,602.75

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

De la tabla N°7 que es el resumen general de los materiales analizaos, se dice que, anualmente la producción de los materiales de construcción sin clasificar esta alrededor de 439.183.76 m³ de los cuales, el flujo de ingreso (consumo) para la construcción de edificaciones legales en la zona urbana de la ciudad es 158.552.13 m³ lo que representa apenas el 36% del material que produce Riobamba, este volumen está generando un flujo de salida (residuos) de 10,602.75 m³ de residuos constructivos que terminan como escombros o desechos en lugares inadecuados de la ciudad.

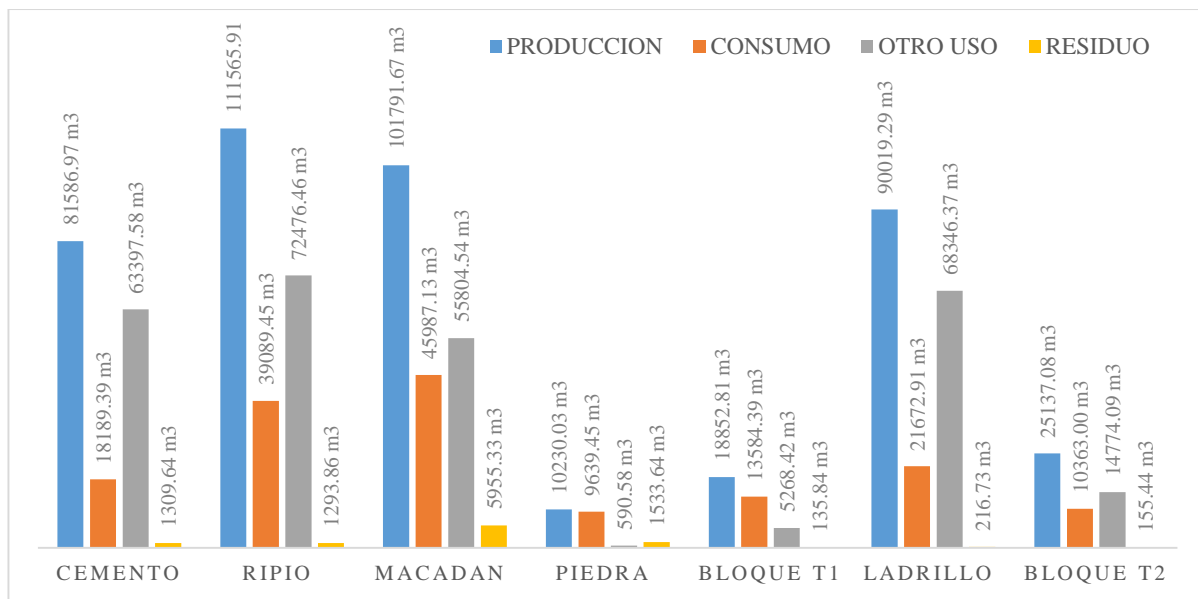


Figura 32. Relación de los materiales de construcción en sus diferentes etapas.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019. – Anexo 27.

La figura N°32 muestra la relación entre la producción, el consumo, el residuo y otros usos que tienen los materiales de construcción analizados en base al resumen estadístico de los últimos seis años que se muestra el anexo 26 y 27. De la producción general de los materiales de construcción, se asume que 280.624.15 m³ o 64% de todo el material analizado está siendo usado en la infraestructura urbana, la construcción en la zona rural, las viviendas informales entre otros usos que pueden tener estos materiales.

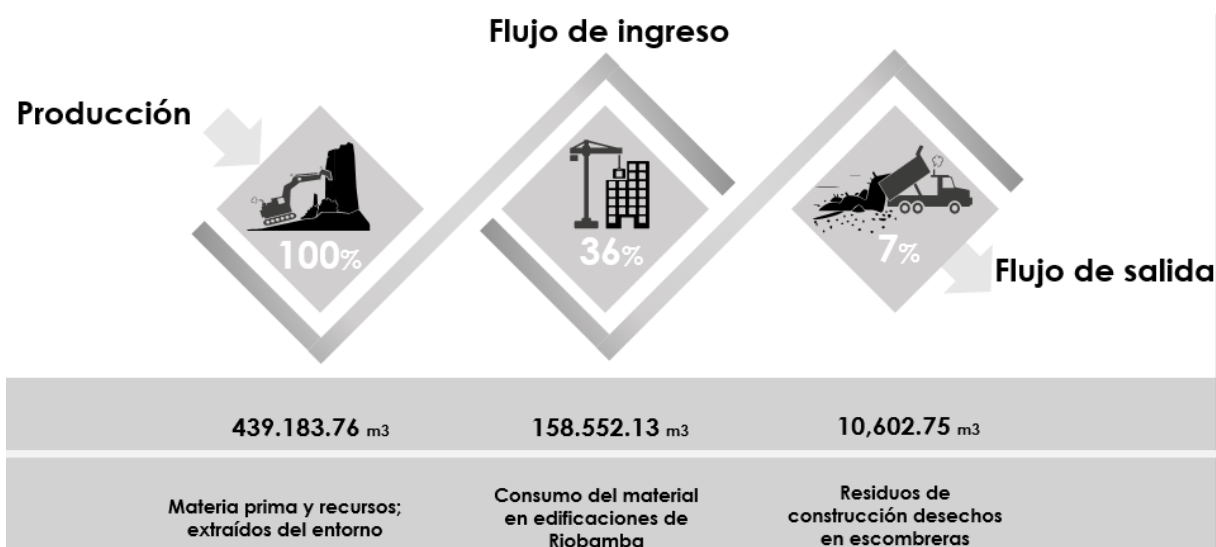


Figura 33. Flujo metabólico de los materiales de construcción.

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Mediante la figura N° 33 validamos la hipótesis planteada y se ratifica que la ciudad de Riobamba presenta un metabolismo urbano lineal en cuanto a los materiales de construcción y el volumen del flujo de ingreso es muy inferior al de la producción de materiales pétreos y unidades modulares es decir, la ciudad está dedicada a consumir los recursos naturales del entorno que irá en aumento con el paso de los años, el desarrollo de la sociedad y las necesidades constructivas de los centros urbanos. También hay que considerar que, según los resultados de la investigación un porcentaje importante de este material está siendo usado en otras actividades que también generaran residuos y deben ser motivo de análisis en otros proyectos de investigación.

CONCLUSIONES

- Del análisis realizado en la investigación se concluye que, de los materiales pétreos usados en la construcción de edificaciones, aproximadamente entre piedra, ripio y macadán, la producción anual representa los 223.000 m³ de los cuales apenas el 42 % es usados en las construcciones legales autorizadas en la ciudad de Riobamba.
- En cuanto a las unidades modulares, se determinó que el 65% de la producción de ladrillos ingresa a la ciudad de Riobamba mientras que su restante 35% es distribuido a diferentes zonas de la provincia. La producción de los bloques refleja que el 30% está destinado a la mampostería y su diferencia que corresponde al 70% es utilizado en losas de alivianamiento; el costo del ladrillo, a diferencia del bloque incrementa su costo de producción pues la elaboración de este producto requiere de materia prima de otras provincias.
- El flujo de ingreso de los materiales de construcción analizados está en función del desarrollo de la construcción en la ciudad es decir, tras evaluar la construcción en los últimos 6 años se obtuvo que apenas se requiere el 35% de la producción total de las unidades modulares para mampostería y los materiales pétreos usados en hormigones y mortero para la construcción de edificaciones legales en la ciudad de Riobamba y se asume que el 65% de todo este material está siendo usado en por la construcción informal, en la construcción rural, obras mayores urbanas, posiblemente comercializado dentro y fuera de la provincia, entre otros usos que pueden tener.

- El flujo de salida de los materiales de construcción, está en función del material usado en una construcción y se determinó que, por cada metro cuadrado de construcción, aproximadamente se genera 0,07m³ de residuos que terminan en forma de escombros o desechos luego de la construcción de una vivienda sin acabados. Por otra parte, el estudio realizado por Bravo y Chinchí (2018), nos ayudan a estimar que aproximadamente 24.000 m³ anuales de desechos constructivos que llegarían a 8 escombreras ilegales en Riobamba; de los cuales 10.000m³ de estos desechos proviene de los materiales analizados en la presente investigación.
- El flujo metabólico de los materiales de construcción analizados en la ciudad de Riobamba entre la producción, el flujo de ingreso y el flujo de salida es lineal y va en aumento con el transcurso de los años; lo cual convierte a la ciudad en consumidora y dependiente de los recursos naturales.
- En base al análisis de los permisos de construcción aprobados en los últimos seis años, se puede decir que el GADM de Riobamba anualmente autoriza alrededor de 500 proyectos de construcción, lo cual genera un área aproximada de 150.000 m² de construcción e implica el uso de 180.000 m² de suelo urbano para ejecutar todos los proyectos mencionados.

RECOMENDACIONES

- El flujo de ingreso y salida de los materiales de construcción, son indicadores que muestran la realidad en cuanto al consumo y desperdicios que genera la ciudad de Riobamba desde un punto de vista técnico, por lo que se recomienda que se realice una actualización de estos datos anualmente con la finalidad de tener un historial estadístico más amplio y aportar al sector público y privado en la toma de decisiones positivas a la hora de planificar la ciudad o para que desarrollen en proyectos direccionados al desarrollo de la sociedad y la conservación del entorno natural; como lo plantea el metabolismo circular reduciendo la explotación de recursos naturales mediante el uso de la tecnología, la recirculación de los materiales así como nuevas técnicas o diseños de construcción, entre otros.
- Con los resultados obtenidos en este análisis, da paso a nuevos campos de investigación y se recomienda que se analicen otros temas que contribuyan al metabolismo urbano de la ciudad como, determinar la influencia de la construcción informal vs la construcción legal en el crecimiento de la zona urbana de la ciudad, la factibilidad para crear una planta de tratamiento residuos de construcción desechos (RCD) en la ciudad de Riobamba, los nuevos usos y la reutilización que se pueden dar a los RCD y reintegrarlos a la estructura urbana, un plan de gestión y control para la explotación de la materia prima y los desechos que está afectando el entorno natural de Riobamba y Chambo en fin, varios temas que ya son prioridad en países desarrollados para ser ciudades sostenibles y sustentables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade , V., & Coba, P. (2013). *Análisis de desperdicios en la fase constructiva de un edificio y propuestas de reducción*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6028/T-PUCE-6282.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bravo, S., & Chinchí, K. (2018). *Volumen de residuos de la construcción generados en la ciudad de Riobamba*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5149>
- Brunner, P. (2007). Rephasing Urban Metabolism. *ournal of Industrial Ecology*, 11(2), 11-13.
- Burgess, R., & Besley, T. (2003). *Halving Global Poverty* (Vol. 17). Journal of Economic Perspectives.
- Burnside, W., Brown, J., Burger, O., & Hamilton, M. (2012). *Human Macroecology: Linking Pattern and Process in Big-Picture Human Ecology*. Biological Reviews.
- CAMICON. (2018). *Oportunidades del Sector de la Construcción Ecuatoriano para el 2018*.
- Carrasco, R. (2018). *Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Córdova, F., & Villagrana, A. (2015). La ciudad modelada como ecosistema: principios y estrategias para la sustentabilidad de los ecosistemas del metabolismo urbano de la ciudad. *NODO*, 9(18), 59-66.
- Delgado, C., Campos, C., & Rentería, P. (2012). ambiente climático y el metabolismo urbano de las Megaurbes Latinoamericanas. *Hábitat Sustentable*, 2–25. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/409>
- Durán, C., & Montenegro, M. (2018). *Gestión de residuos de la construcción en la ciudad de Riobamba*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5263/1/UNACH-EC-ING-CIVIL-2019-0001.pdf>

INEC. (2017). *Encuesta de Edificaciones 2017 (Permisos de Construcción)*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2017/2017_EDIFICACIONES_PRESENTACION.pdf

INECYC. (2016). *Instituto Ecuatoriano de la Construcción: Comercialización Mensual y Anual de Cemento Gris*. Obtenido de <http://www.inecyc.org.ec/estadisticas/>

Leduc, W., & Van Kann, F. (2013). *La planificación espacial basada en la recolección de energía urbana hacia regiones urbanas productivas*. Diario de la producción más limpia. Obtenido de [https://doi.org/\(...\).jclepro.2012.09.014](https://doi.org/(...).jclepro.2012.09.014).

Marroquín, O. (25 de Junio de 2017). *El concepto de metabolismo urbano*. Obtenido de <https://publicogt.com/2017/06/25/el-concepto-de-metabolismo-urbano/#.XS1afegzbiW>

NEC-SE-HM. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción Estructuras de Hormigón Armado*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>

NEC-SE-VIVIENDA. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción Vivienda de hasta dos pisos con luces de hasta 5m*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-VIVIENDA-parte-1.pdf>

ONU Medio ambiente. (2018). *El peso de las ciudades: Necesidades de recursos de la futura urbanización*. Un informe del Panel Internacional de Recursos. Nairobi, Kenia: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Pacheco, E. (2016). *La sustentabilidad urbana y la recuperación del espacio público*. Quito: Instituto de la Ciudad de Quito. Obtenido de <https://www.institutodelaciudad.com.ec/documentos/revistaq/rcv4n2/rcv4n2.pdf>

- Parrado, C., Cevallos, A., & Arias, L. (2018). *Metabolismo urbano en la ciudad de Baeza, Ecuador. Análisis de sus flujos de Agua.*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pucha, F., & Llanga, X. (2010). *Propuesta de vivienda popular conformada por paredes portantes de concreto elaborado con material reciclado.* Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/473/1/UNACH-EC-IC-2010-0008.pdf>
- Quintero, C., & Tabares, A. (2015). *Metabolismo urbano en el flujo de materiales de construcción de vivienda de la ciudad de Pereira.* Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5128/333715Q7M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toledo, V. (2013). *El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica.* Relaciones. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>
- UN-Hábitat. (2013). *Informe mundial sobre asentamientos humanos.* Obtenido de <http://www.unhabitat.org/documents/grhs09/k0952834s.pdf>
- Zhang, Y. (2013). Urban metabolism: a review of research methodologies. *Environmental Pollution*, (178), 463-473.

ANEXOS.

Anexo 1. Listado y ubicación de concesiones mineras en el cantón Riobamba.



Gobierno Autónomo
Descentralizado Municipal

RIOBAMBA

www.gadmriobamba.gob.ec

LISTADO DE LAS ÁREAS MINERAS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LA JURISDICCIÓN DEL CANTÓN RIOBAMBA

N.	NOMBRE DEL ÁREA MINERA	CÓDIGO	TITULAR MINERO	UBICACIÓN
01	SILLAHUAN	200134	Fidel Ernesto Bastidas Mancheno	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licán
02	CANtera FLORES	200433	Gonzalo Iván Guevara Balladares	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia San Luis
03	LA LIBERTAD	200518	Cooperativa de Transporte en Volquetas de carga "El Progreso"	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
04	MACAJI 2	200520	Susana Victoria Loza Hidalgo	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licán
05	EL PROGRESO	200411	Carmen América Siguencia Aucacama	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licán
06	LA TIERRA PROMETIDA	200583	Juan de Dios Pinajota Farinango	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licán
07	CERRO NEGRO	3322	Felicitísimo Castro Paca	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
08	SAN MARTIN	200136	Luis Gerardo Gusqui Lamiña	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
09	SABINA	060102-001	Edison René Tapia Altamirano	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
10	GUADALUPE ACUMULADA	290417	Lenin Fabián Salazar Almeida	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
11	BAYUSHI SAN VICENTE	060152-002	Kléber Sebastián Sucuy Guambo	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Calpi
12	LA PONDEROSA	20000385	Luis Agustín Lema Villalba	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licán
13	LA LOMA	20000383	Constructora Oviedo Palacios COVIPAL CÍA. LTDA.	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
14	VALENTINA	20000420	Jorge Fidel Castro Balladares	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Yaruquíes
15	CERRO BLANCO	20000482	Víctor Manuel Anilema Vaquilema	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Maldonado
16	ALMARA SC	20000499	Sociedad Comercial ALMARA SC	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Cubijies
17	CECEL	20000520	César Rafael Coronel Coronel	Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Licto

Fuente: GADM de Riobamba.

Anexo 2. Listado y ubicación de las fábricas de bloques en el cantón Riobamba.

DIRECCIÓN	ACTIVIDAD
Calles: JUAN FELIX PROAÑO Y vía SAN LUIS MACAS	FABRICA DE BLOQUES
AV. LIZARZABURU y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. ATAHUALPA y PORTOVIEJO	FABRICA DE BLOQUES
CALPI y CUENCA	FABRICA DE BLOQUES
CINCO DE JUNIO y MONS. ANDRES MACHADO	FABRICA DE BLOQUES
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS y	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	FABRICA DE BLOQUES
AV. LEOPOLDO FREIRE y MADRID	FABRICA DE BLOQUES
INNOMINADA y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. HNOS. ARAUJO CHIRIBOGA y MARIANA DE JESUS	FABRICA DE BLOQUES
ALFONSO CHIRIBOGA y LA OPINION	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y LIZARDO GARCIA	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS	FABRICA DE BLOQUES
AV. LIZARZABURU y RIO COCA	FABRICA DE BLOQUES
PARROQUIA SAN LUIS y PARROQUIA SAN LUIS	FABRICA DE BLOQUES
SEGUNDO BELISARIO ROSERO MACHADO y EMILIO COLINA	FABRICA DE BLOQUES
MEDELLIN y RIVERA	FABRICA DE BLOQUES
MEDELLIN y DIEGO RIVERA	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
LOJA y	FABRICA DE BLOQUES
LOJA y	FABRICA DE BLOQUES
JOSE MARIA URBINA Y AV ANTONIO JOSE DE SUCRE	FABRICA DE BLOQUES
EUGENIO ESPEJO y	FABRICA DE BLOQUES
JUAN DE VELASCO y AV. LUIS CORDOVEZ	FABRICA DE BLOQUES
AV. ATAHUALPA y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. ATAHUALPA y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y DIONICIO DE ALCEDO	FABRICA DE BLOQUES
AV. LEOPOLDO FREIRE y BUCAREST	FABRICA DE BLOQUES
DIEGO DE RIVERA E INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
MARIANA DE JESUS y FEBRES CORDERO	FABRICA DE BLOQUES
AV. LEOPOLDO FREIRE y COSTA RICA	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y VILLA ORELLANA	FABRICA DE BLOQUES
AV. M. PROAÑO y AV. PEDRO VICENTE MALDONADO	FABRICA DE BLOQUES
AV. LIZARZABURU y	FABRICA DE BLOQUES
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS y ANTONIO SANTILLAN	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y	FABRICA DE BLOQUES
AV. EDELBERTO BONILLA OLEAS y JUAN CABALLERO	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y LOPEZ DE ARMENDARIZ	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y JUAN DE SOSAYA	FABRICA DE BLOQUES
AV. FELIX PROAÑO y SAN LUIS	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y VICENTE RAMON ROCA	FABRICA DE BLOQUES
AV. ALFONSO CHAVEZ y	FABRICA DE BLOQUES
EUGENIO ESPEJO y	FABRICA DE BLOQUES
EUGENIO ESPEJO y	FABRICA DE BLOQUES
EL SUFRAGIO y HERMANOS LEVI	FABRICA DE BLOQUES
AV. FELIX PROAÑO y INNOMINADA	FABRICA DE BLOQUES
AV. PEDRO VICENTE MALDONADO y	FABRICA DE BLOQUES
FRANCISCO HALL y	FABRICA DE BLOQUES
AV. M. PROAÑO y DACOTAS	FABRICA DE BLOQUES
AV. M. PROAÑO y DACOTAS	FABRICA DE BLOQUES

Anexo 3. Producción de materiales pétreos naturales en el cantón Riobamba.

PRODUCCION DE CONCESIONES MINERAS EN RIOBAMBA				
AÑO	PIEDRA	RIPIO	MACADAN	TOTAL
2015	11.309,03	113.682,43	112.334,20	237.325,66
2016	8.372,23	93.431,48	94.435,79	196.239,50
2017	11.008,82	127.583,81	98.605,02	237.197,65

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

RESUMEN	PIEDRA	RIPIO	MACADAN	TOTAL
Media	10.230,03	111.565,91	101.791,67	223.587,60
Error típico	932,93	9.915,56	5.406,92	13.674,10
Mediana	11.008,82	113.682,43	98.605,02	237.197,65
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	1.615,88	17.174,26	9.365,06	23.684,24
Varianza de la muestra (s ²)	2.611.076,4	294.955.136,1	87.704.385,8	560.943.220,1
Curtois	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Coefficiente de asimetría	-1,67	-0,55	1,35	-1,73
Rango	2.936,79	34.152,33	17.898,42	41.086,16
Mínimo	8.372,23	93.431,48	94.435,79	196.239,50
Máximo	11.309,03	127.583,81	112.334,20	237.325,66
Suma	30.690,08	334.697,72	305.375,01	670.762,81
Cuenta	3,00	3,00	3,00	3,00

Anexo 4. Formato de encuestas y entrevistas para unidades modulares.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
ESCUELA DE ARQUITECTURA							
PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANALISIS DEL FLUJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION"							
RESPONSABLES DEL PROYECTO:		José Herrera / Byron Vilema			FECHA:	N°	
ENCUESTA DIRIGIDA A LAS FABRICAS DE BLOQUES Y LADRILLOS							
BLOQUERA	LADRILLERA	HORNO	DIMENSIONES DEL PRODUCTO COMERCIALIZADO				
PROPIETARIO:				PRODUCTO	LARGO	ANCHO	ALTO
DIRECCION DE LA FRABICA:							
N° PERSONAS QUE TRABAJAN							
ANTIGUEDAD DE LA FABRICA/HORNO							
PRODUCCION MENSUAL:	PRODUCCION ANUAL:		CAPACIDAD DE PRODUCCION MAXIMA:				
MATERIALES USADOS PARA LA ELABORACION MENSUAL DEL PRODUCTO	MATERIAL		CANTIDAD	DESTINO DEL PRODUCTO ELABORADO Y COERCIALIZADO:	%	LUGAR	
					%		
					%		
					%		
MATERIA PRIMA USADO POR BLOQUE O LADRILLO					100%	TOTAL	
TIEMPOS APROXIMADO DE ELEBORACION Y PRODUCCION DEL PRODUCTO COMERCIALIZADO							
TIEMPO DE ELEBORACION:				TIEMPO DE PRODUCCION:			
OBSERVACIONES:							

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
ESCUELA DE ARQUITECTURA							
PROYECTO DE INVESTIGACION: "ANALISIS DEL FLUJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION"							
RESPONSABLES DEL PROYECTO:		José Herrera / Byron Vilema			FECHA:	N° 05	
ENCUESTA DIRIGIDA A LAS FABRICAS DE BLOQUES Y LADRILLOS							
BLOQUERA	LADRILLERA	HORNO	DIMENSIONES DEL PRODUCTO COMERCIALIZADO				
PROPIETARIO:	No BLOCK. CARSON TIEM.			PRODUCTO	LARGO	ANCHO	ALTO
DIRECCION DE LA FRABICA:				15-10-Comudo	15		
N° PERSONAS QUE TRABAJAN	1						
ANTIGUEDAD DE LA FABRICA/HORNO	1 año						
PRODUCCION MENSUAL:	PRODUCCION ANUAL:		CAPACIDAD DE PRODUCCION MAXIMA: 5-6 sacos.				
MATERIALES USADOS PARA LA ELABORACION MENSUAL DEL PRODUCTO	MATERIAL		CANTIDAD	DESTINO DEL PRODUCTO ELABORADO Y COERCIALIZADO:	%	LUGAR	
	1 Macoqui Lat. 4 Corro		1 saco = 20 blo		100%	Ridandira	
	Polvo Lat. 2 Corro				%		
	Macadani. 1/2 Enc				%		
Piedra negra 1/2 Corro				%			
MATERIA PRIMA USADO POR BLOQUE O LADRILLO	Agua. 20 lit				100%	TOTAL	
TIEMPOS APROXIMADO DE ELEBORACION Y PRODUCCION DEL PRODUCTO COMERCIALIZADO							
TIEMPO DE ELEBORACION:	1 hora x parada			TIEMPO DE PRODUCCION:	15 dias		
OBSERVACIONES:							

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.



Encuestas a productores de ladrillos.

Anexo 5. Producción del bloque en el cantón Riobamba

PRODUCCION ANUAL DE BLOQUES EN RIOBAMBA			
TIPO	UNIDADES	m3	%
BLOQUE T1	1.571.068	18.852,81	33,33%
BLOQUE T2	3.142.135	25.137,08	66,67%
TOTAL:	4.713.203	43.989,90	100%

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 6. Producción y destino del ladrillo del cantón Chambo.

PRODUCCION Y DESTINO ANUAL DEL LADRILLO			
LUGAR	UNIDADES	m3	%
RIOBAMBA	32.474.491	90.019,29	65%
OTROS	17.486.264	48.471,92	35%
TOTAL:	49.960.755	138.491,21	100%

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 7. Comercialización del cemento en la provincia de Chimborazo.

CEMENTO COMERCIALIZADO EN CHIMBORAZO			
AÑO	TN.	SACO 50kg	m3.
2006	113.606,00	2.272.120,00	90.884,80
2007	123.862,00	2.477.240,00	99.089,60
2008	150.921,00	3.018.420,00	120.736,80
2009	279.418,00	5.588.360,00	223.534,40
2010	163.343,00	3.266.860,00	130.674,40
2011	176.271,00	3.525.420,00	141.016,80
2012	182.389,00	3.647.780,00	145.911,20

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

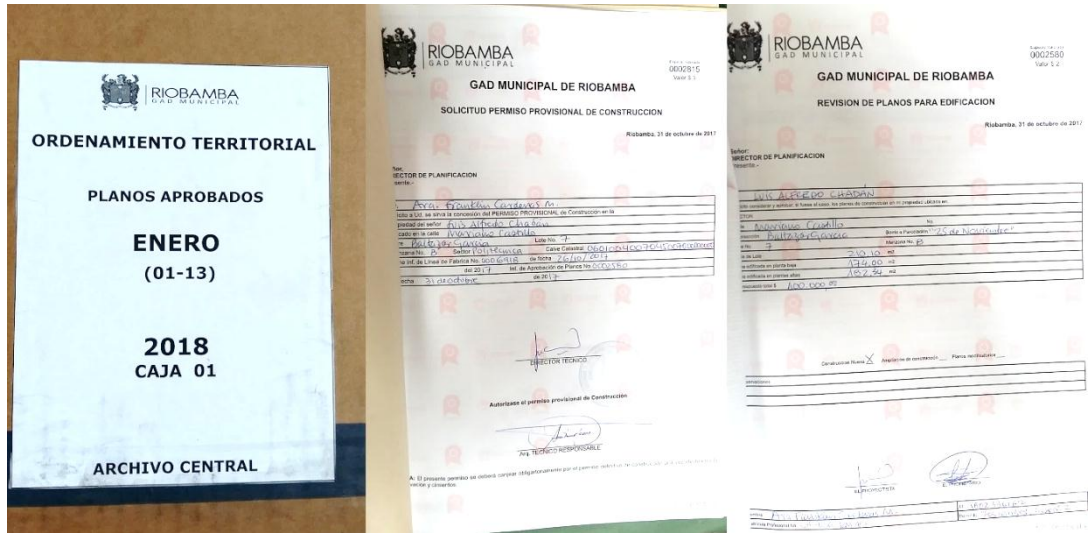
Resumen estadístico descriptivo.

RESUMEN	m3.
Media	135.978,29
Error típico	16.507,40
Mediana	130.674,40
Moda	#N/A
Desviación estándar	43.674,47
Varianza de la muestra (s^2)	1907459040
Curtosis	2,913953
Coefficiente de asimetría	1,47532901
Rango	132649,6
Mínimo	90884,8
Máximo	223534,4
Suma	951848
Cuenta	7

Anexo 8. Formato de la base de datos de los permisos de construcción levantados en el GADM de Riobamba (2013 - 2018).

PERMISOS DE CONSTRUCCION REGISTRADOS DENTRO DE LA JURISDICCION DEL CANTON RIOBAMBA.

AÑO 2013									
N°	MES	CLAVE CATASTRAL	COD.	PARROQUIA	TIPO OBRA	A. CONSTRUCCION		AREA TERRENO	PROFECIONAL RESPONSABLE
						P. BAJA	TOTAL		
1	ENERO	0001050605101400	05	YARUQUIES	NUEVA	113,50	282,50	309,37	ARQ. RAFAEL RUBIO
2	ENERO	0001060206302100	06	RURAL	AMPLIACION	84,85	191,57	195,97	ARQ. OSWALDO MENDOZA
3	ENERO	0001041001001600	04	LIZARZABURU	NUEVA	162,80	162,80	313,00	ARQ. JENY PALOMEQUE
4	ENERO	0001050101100200	05	YARUQUIES	NUEVA	164,48	349,30	335,74	ARQ. CARLOS MURILLO
5	ENERO	0001041210401800	04	LIZARZABURU	AMPLIACION	100,63	135,64	193,50	ARQ. JORGE CORRAL
6	ENERO	0001070102700700	07	RURAL	NUEVA	114,15	322,69	197,00	ARQ. JORGE CORRAL
7	ENERO	06195216002070106	52	RURAL	NUEVA	109,25	230,35	276,90	ARQ. PAUL MOROCHO
8	ENERO	0001050506100100	05	YARUQUIES	NUEVA	125,78	125,78	973,00	ARQ. JORGE CORRAL
9	ENERO	00010408086009	04	LIZARZABURU	NUEVA	130,62	270,84	233,55	ARQ. OSWALDO MENDOZA
10	ENERO	0001020202900900	02	MALDONADO	NUEVA	150,64	299,80	176,00	ARQ. RAMIRO MEDINA
11	ENERO	0001030206301400	03	VELOZ	NUEVA	150,00	671,10	146,65	ARQ. MARCO QUINZO
12	ENERO	0001010200400200	01	VELASCO	NUEVA	113,25	235,25	358,00	ARQ. ANA CHAMBA
13	ENERO	0001070406201800	07	RURAL	AMPLIACION	63,81	63,81	200,00	ARQ. DANIEL BARBA
14	ENERO	0001070404702200	07	RURAL	AMPLIACION	132,95	132,95	194,40	ARQ. EDWIN NORIEGA
15	ENERO	00010803067009	08	#N/A	NUEVA	132,78	280,39	200,00	ARQ. SUSANA MAIGUALEMA
16	ENERO	0001070408000700	07	RURAL	AMPLIACION	123,70	271,00	346,00	ARQ. JUAN CARLOS ORTIZ
17	ENERO	ANTOFAGASTA Y PASAJE SAN JUAN	FA	#N/A	AMPLIACION	130,00	144,00	198,00	ARQ. ANTONIO SANCHEZ
18	ENERO	0001030104701400	03	VELOZ	NUEVA	220,20	1.032,60	255,40	ARQ. PAUL MOROCHO
19	ENERO	0001050705303700	05	YARUQUIES	NUEVA	93,27	384,09	264,35	ARQ. CARLOS LOPEZ
20	ENERO	0001040700521900	04	LIZARZABURU	NUEVA	176,62	819,20	400,00	ARQ. PERICLES SILVA
21	ENERO	ROCAFUERTE Y VILLAROEEL	FU	#N/A	AMPLIACION	141,76	567,00	250,00	ARQ. JOSE VACA
22	ENERO	0001050501500500	05	YARUQUIES	NUEVA	137,20	386,40	250,25	ARQ. RAFAEL RUBIO
23	ENERO	0001060100400500	06	RURAL	NUEVA	69,87	142,80	391,00	ARQ. SERGIO FLORES
24	ENERO	0001090301201100	09	#N/A	NUEVA	130,28	263,28	324,00	ARQ. JORGE MANYA
25	ENERO	0001010303900700	01	VELASCO	NUEVA	93,40	222,60	157,00	ARQ. PAUL CARRION
26	ENERO	0001030303100800	03	VELOZ	AMPLIACION	182,00	182,00	223,60	ARQ. EDWIN NORIEGA
27	ENERO	0001060306401200	06	RURAL	AMPLIACION	127,23	157,42	208,00	ARQ. DANIEL BARBA
28	ENERO	0001040801705400	04	LIZARZABURU	NUEVA	124,06	317,29	265,88	ARQ. ANTONIO SANCHEZ
29	ENERO	0001060104100300	06	RURAL	AMPLIACION	141,83	493,49	618,50	ARQ. VINICIO ROBALINO
30	ENERO	00010411036022	04	LIZARZABURU	NUEVA	127,71	499,25	208,02	ARQ. PAUL MOROCHO
31	ENERO	00010412099005	04	LIZARZABURU	NUEVA	132,50	395,15	235,00	ARQ. WASHINGTON GUAPULEMA
32	ENERO	0001050703201800	05	YARUQUIES	NUEVA	68,70	152,41	198,45	ARQ. MARCO QUINZO
33	ENERO	0001020504800800	02	MALDONADO	AMPLIACION	122,72	351,70	213,98	ARQ. CARLOS OLEAS
34	ENERO	0001041103500800	04	LIZARZABURU	NUEVA	73,70	73,70	679,93	ARQ. ANA CHAMBA
35	ENERO	0001080308101200	08	#N/A	NUEVA	176,70	385,88	946,60	ARQ. CARLOS LOPEZ VEGA
36	ENERO	0001050600301800	05	YARUQUIES	AMPLIACION	100,00	125,00	312,00	ARQ. PATRICIA PAZMIÑO
37	ENERO	00010302091006	03	VELOZ	NUEVA	68,65	155,78	111,77	ARQ. IVAN FREIRE
38	ENERO	00010306200300	03	VELOZ	NUEVA	222,77	363,63	288,00	ARQ. OSWALDO MENDOZA
39	ENERO	0001020102700900	02	MALDONADO	NUEVA	146,33	772,08	320,00	ARQ. PAUL CARRION
40	ENERO	0001040701712100	04	LIZARZABURU	AMPLIACION	185,50	423,64	186,50	ARQ. ANTONIO SANCHEZ
41	ENERO	0001040801200700	04	LIZARZABURU	NUEVA	174,71	399,40	229,51	ARQ. ANTONIO SANCHEZ
42	ENERO	0001050402901600	05	YARUQUIES	NUEVA	104,76	211,35	240,00	ARQ. IVAN FREIRE
43	ENERO	06195829002210853	58	RURAL	NUEVA	102,95	207,50	382,50	ARQ. FABIAN SUQUILLO
44	ENERO	0001020300201700	02	MALDONADO	AMPLIACION	55,80	55,80	283,00	ARQ. RAFAEL GALAN
45	ENERO	00010412103015	04	LIZARZABURU	AMPLIACION	115,24	150,81	232,30	ARQ. ANTONIO SANCHEZ
46	ENERO	0001020400101400	02	MALDONADO	NUEVA	630,38	630,38	57.924,00	ARQ. FABIAN EUCALADA
47	ENERO	0001050501601200	05	YARUQUIES	NUEVA	107,50	221,48	200,84	ARQ. MARCELO MARTINEZ
48	ENERO	0001020600901600	02	MALDONADO	NUEVA	78,65	147,52	232,50	ARQ. ANA CHAMBA
49	ENERO	0001010207200300	01	VELASCO	AMPLIACION	95,43	84,12	220,00	ARQ. DANIEL BARBA
50	ENERO	0001040305000900	04	LIZARZABURU	AMPLIACION	84,71	118,60	256,75	ARQ. FERNANDO PUMALEMA



Permisos de Construcción otorgados por el GADM Riobamba

Anexo 9. Códigos usados por el GADM de Riobamba en las claves catastrales, para la identificación de las parroquias.

Clave catastral antigua (001)		Clave catastral nueva (06)	
CODIGO	PARROQUIA	CODIGO	PARROQUIA
01	VELASCO	01	LIZARZABURU
02	MALDONADO	02	MALDONADO
03	VELOZ	03	VELASCO
04	LIZARZABURU	04	VELOZ
05	YARUQUIES	05	YARUQUIES
06	RURAL	06	RURAL
07	RURAL	07	RURAL
51	RURAL	51	RURAL (CACHA)
52	RURAL	52	RURAL (CALPI)
53	RURAL	53	RURAL (CUBIJIES)
54	RURAL	54	RURAL (FLORES)
55	RURAL	55	RURAL (LICAN)
56	RURAL	56	RURAL (LICTO)
57	RURAL	57	RURAL (PUNGALA)
58	RURAL	58	RURAL (PUNIN)
59	RURAL	59	RURAL (QUIMIAG)
60	RURAL	60	RURAL (SAN JUAN)
61	RURAL	61	RURAL (SAN LUIS)

Fuente: Base de datos del GADM de Riobamba. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 10. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2013.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2013

PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
TOTAL DE PERMISOS	863	100%	113.313,12	233.225,78	296.941,22	
ZONA URBANA	542	62,80%	71.165,37	146.475,52	186.491,47	2,00
ZONA RURAL	321	37,20%	42.147,75	86.750,26	110.449,75	
TIPO DE OBRA			VIVIENDA TIPO			
OBRA NUEVA	665	77,06%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
OBRA DE AMPLIACION	198	22,94%	131,30	270,25	344,08	2,0
DISTRIBUCION EN LA ZONA URBANA						
LIZARZABURU	235	43,36%	A.C.P.B - área de construccion en planta baja. A.C.TOTAL - área de construccion total. A. TERRENO - área del terreno.			
MALDONADO	99	18,27%				
VELASCO	25	4,61%				
VELOZ	80	14,76%				
YARUQUIES	103	19,00%				

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

RESUMEN	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A.TERRENO
Media	131,30	270,25	344,08
Error típico	2,47	7,45	16,60
Mediana	118,20	219,04	242,00
Moda	110,00	220,00	200,00
Desviación estándar	72,69	218,96	487,67
Varianza de la muestra (s ²)	5.284,46	47.941,88	237.825,62
Curtosis	31,39	31,61	123,91
Coficiente de asimetría	4,19	4,25	9,80
Rango	915,57	2.613,89	7.476,70
Mínimo	29,43	25,85	43,30
Máximo	945,00	2.639,74	7.520,00
Suma	113.313,12	233.225,78	296.941,22
Cuenta	863,00	863,00	863,00

Anexo 11. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2014.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2014			
PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.TOTAL
TOTAL DE PERMISOS	992	100%	305.806,48
ZONA URBANA	552	55,65%	170.166,51
ZONA RURAL	440	44,35%	135.639,97
VIVIENDA TIPO:			310,15
PERMISOS DE CONSTRUCCION POR PARROQUIA			
LIZARZABURU	256	46,38%	
MALDONADO	107	19,38%	A.C.TOTAL:
VELASCO	21	3,80%	área de
VELOZ	66	11,96%	construccion total.
YARUQUIES	102	18,48%	

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

<i>DETALLE</i>	<i>A.C.TOTAL</i>
Media	310,15
Error típico	9,24
Mediana	237,87
Moda	200,00
Desviación estándar	289,99
Varianza de la muestra (s^2)	84.094,24
Curtosis	31,21
Coficiente de asimetría	4,76
Rango	2.939,90
Mínimo	20,10
Máximo	2.960,00
Suma	305.806,48
Cuenta	986,00

Anexo 12. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2015.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2015			
PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.TOTAL
TOTAL DE PERMISOS	761	100%	224.249,90
ZONA URBANA	533	70,04%	157.063,33
ZONA RURAL	228	29,96%	67.186,57
VIVIENDA TIPO:			295,45
PERMISOS DE CONSTRUCCION POR PARROQUIA			
LIZARZABURU	184	34,52%	
MALDONADO	83	15,57%	A.C.TOTAL:
VELASCO	16	3,00%	área de
VELOZ	66	12,38%	construccion total.
YARUQUIES	184	34,52%	

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

<i>DETALLE</i>	<i>A.C.TOTAL</i>
Media	295,45
Error típico	10,10
Mediana	235,98
Moda	209,70
Desviación estándar	278,20
Varianza de la muestra (s^2)	77.394,53
Curtosis	32,07
Coefficiente de asimetría	4,94
Rango	2.808,09
Mínimo	27,44
Máximo	2.835,53
Suma	224.249,90
Cuenta	759,00

Anexo 13. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2016.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2016						
PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
TOTAL DE PERMISOS	636	100%	84.936	192.601	266.042	
ZONA URBANA	543	85,38%	72.516	164.438	227.140	2,07
ZONA RURAL	93	14,62%	12.420	28.163	38.902	
TIPO DE OBRA			VIVIENDA TIPO			
OBRA NUEVA	533	83,81%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
OBRA DE AMPLIACION	103	16,19%	133,55	302,83	418,31	2,1
DISTRIBUCION EN LA ZONA URBANA						
LIZARZABURU	202	37,20%	A.C.P.B - área de construccion en planta baja.			
MALDONADO	75	13,81%	A.C.TOTAL - área de construccion total.			
VELASCO	142	26,15%	A. TERRENO - área del terreno.			
VELOZ	81	14,92%				
YARUQUIES	43	7,92%				

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

RESUMEN	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A.TERRENO	N° PISOS
Media	133,55	302,83	418,31	2,07
Error típico	4,61	14,62	42,20	0,03
Mediana	113,49	239,10	250,00	2,00
Moda	120,00	259,90	200,00	2,00
Desviación estándar	116,35	368,78	1.064,16	0,76
Varianza de la muestra (s^2)	13.537,16	135.995,97	1.132.446,42	0,57
Curtosis	156,45	183,56	316,70	8,23
Coficiente de asimetría	10,13	11,15	16,15	1,76
Rango	2.146,83	7.053,83	22.681,64	7,00
Mínimo	31,34	11,26	55,00	1,00
Máximo	2.178,17	7.065,09	22.736,64	8,00
Suma	84.935,98	192.600,96	266.042,28	1.316,00
Cuenta	636,00	636,00	636,00	636,00

Anexo 14. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2017.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2017			
PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.TOTAL
TOTAL DE PERMISOS	725	100%	214.956,63
ZONA URBANA	657	90,62%	194.795,18
ZONA RURAL	68	9,38%	20.161,45
VIVIENDA TIPO:			296,49
PERMISOS DE CONSTRUCCION POR PARROQUIA			
LIZARZABURU	264	40,18%	
MALDONADO	89	13,55%	A.C.TOTAL:
VELASCO	196	29,83%	área de
VELOZ	89	13,55%	construccion total.
YARUQUIES	19	2,89%	

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

<i>DETALLE</i>	<i>A.C.TOTAL</i>
Media	296,49
Error típico	8,02
Mediana	247,71
Moda	117,00
Desviación estándar	215,88
Varianza de la muestra (s ²)	46.603,38
Curtosis	13,68
Coficiente de asimetría	3,15
Rango	1.704,70
Mínimo	-
Máximo	1.704,70
Suma	214.956,63
Cuenta	725,00

Anexo 15. Resumen descriptivo de los permisos de construcción aprobados en el año 2018.

ANÁLISIS EN BASE A LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, AÑO 2018						
PERMISOS DE CONSTRUCCION	N° PERMISOS	%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
TOTAL DE PERMISOS	323	100%	52.532	122.161	144.748	
ZONA URBANA	307	95,05%	49.930	116.109	137.577	2,34
ZONA RURAL	16	4,95%	2.602	6.051	7.170	
TIPO DE OBRA			VIVIENDA TIPO			
OBRA NUEVA	272	84,21%	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	N° PISOS
OBRA DE AMPLIACION	51	15,79%	162,64	378,21	448,13	2,3
DISTRIBUCION EN LA ZONA URBANA						
LIZARZABURU	129	42,02%	A.C.P.B - área de construccion en planta baja. A.C.TOTAL - área de construccion total. A. TERRENO - área del terreno.			
MALDONADO	49	15,96%				
VELASCO	84	27,36%				
VELOZ	43	14,01%				
YARUQUIES	2	0,65%				

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

RESUMEN	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A.TERRENO	N° PISOS
Media	162,64	378,21	448,13	2,34
Error típico	12,32	25,94	44,58	0,05
Mediana	119,21	269,92	246,00	2,00
Moda	147,00	322,80	200,00	2,00
Desviación estándar	221,45	466,28	801,25	0,85
Varianza de la muestra (s ²)	49.038,16	217.412,55	642.003,97	0,72
Curtosis	87,24	43,66	52,41	6,97
Coficiente de asimetría	8,41	5,81	6,69	1,85
Rango	2.720,44	4.943,81	8.291,00	7,00
Mínimo	15,48	16,00	81,00	1,00
Máximo	2.735,92	4.959,81	8.372,00	8,00
Suma	52.532,07	122.160,52	144.747,60	756,00
Cuenta	323,00	323,00	323,00	323,00

Anexo 16. Desarrollo de la construcción en la zona urbana de la ciudad de Riobamba.

PERMISOS DE CONSTRUCCION POR PARROQUIA						
AÑO	LIZARZABURU	VELASCO	YARUQUIES	VELOZ	MALDONADO	TOTAL
2013	235	25	103	80	99	542
2014	256	21	102	66	107	552
2015	184	16	184	66	83	533
2016	202	142	43	81	75	543
2017	264	196	19	89	89	657
2018	129	84	2	43	49	307

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

DETALLE	LIZARZABURU	VELASCO	YARUQUIES	VELOZ	MALDONADO	TOTAL
Media	211,67	80,67	75,50	70,83	83,67	522,33
Error típico	20,77	30,50	27,62	6,68	8,34	47,01
Mediana	218,50	54,50	72,50	73,00	86,00	542,50
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	66,00	#N/A	#N/A
Desviación estándar	50,88	74,72	67,65	16,36	20,42	115,16
Varianza de la muestra (s ²)	2.588,27	5.583,07	4.576,30	267,77	417,07	13.262,27
Curtosis	-0,09	-1,07	-0,23	0,86	1,00	3,62
Coefficiente de asimetría	-0,78	0,80	0,68	-0,96	-0,91	-1,47
Rango	135,00	180,00	182,00	46,00	58,00	350,00
Mínimo	129,00	16,00	2,00	43,00	49,00	307,00
Máximo	264,00	196,00	184,00	89,00	107,00	657,00
Suma	1.270,00	484,00	453,00	425,00	502,00	3.134,00
Cuenta	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

PERMISOS DE CONSTRUCCION POR PARROQUIA					
AÑO	LIZARZABURU	MALDONADO	VELASCO	VELOZ	YARUQUIES
2013	43,36%	18,27%	4,61%	14,76%	19,00%
2014	46,38%	19,38%	3,80%	11,96%	18,48%
2015	34,52%	15,57%	3,00%	12,38%	34,52%
2016	37,20%	13,81%	26,15%	14,92%	7,92%
2017	40,18%	13,55%	29,83%	13,55%	2,89%
2018	42,02%	15,96%	27,36%	14,01%	0,65%

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

DETALLE	LIZARZABURU	MALDONADO	VELASCO	VELOZ	YARUQUIES
Media	0,41	0,16	0,16	0,14	0,14
Error típico	0,02	0,01	0,05	0,00	0,05
Mediana	0,41	0,16	0,15	0,14	0,13
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	0,04	0,02	0,13	0,01	0,13
Varianza de la muestra	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
Curtosis	-0,68	-1,42	-3,22	-1,72	-0,08
Coefficiente de asimetría	-0,19	0,41	0,03	-0,37	0,75
Rango	0,12	0,06	0,27	0,03	0,34
Mínimo	0,35	0,14	0,03	0,12	0,01
Máximo	0,46	0,19	0,30	0,15	0,35
Suma	2,44	0,97	0,95	0,82	0,83
Cuenta	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

Anexo 17. Relación de los permisos de construcción entre el GADM de Riobamba y el INEC.

RESUMEN DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN; GADM RIOBAMBA					
AÑO	ZONA	Nº PERMISOS	(%)	A.C.TOTAL	A. TERRENO
2013	URBANA	542	62,80%	146.475,52	186.491,47
2014	URBANA	552	55,65%	170.166,51	-
2015	URBANA	533	70,04%	157.063,33	-
2016	URBANA	543	85,38%	164.437,61	227.139,87
2017	URBANA	657	90,62%	194.795,18	-
2018	URBANA	307	95,05%	116.109,23	137.577,44
MEDIA:		522	77%	158.174,56	183.736,26

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

RESUMEN DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN, DATOS DEL INEC							
AÑO	ZONA	Nº PERMISOS	(%)	A.C.TOTAL	A. TERRENO	INVERSION(\$\$)	A.VERDE (m2)
2013	URBANA	402	100,00%	101.040,00	112.299,00	24.067.862,0	56.943,00
2014	URBANA	884	97,36%	274.952,23	237.469,85	51.669.658,8	172.687,65
2015	URBANA	637	99,69%	255.499,80	274.013,67	67.122.936,9	142.680,03
2016	URBANA	561	99,29%	337.851,08	381.011,34	107.635.455,8	205.566,29
2017	URBANA	625	99,84%	213.608,23	188.055,11	42.805.888,6	138.271,77
MEDIA:		622	99%	236.590,27	238.569,80	58.660.360,43	143.229,74

Fuente: Base de datos del INEC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

A.C.P.B: área de construcción en planta baja

A.C.TOTAL: área de construcción total.

A. TERRENO: área del terreno.

Anexo 18. Relación de la vivienda tipo entre el GADM de Riobamba y el INEC.

VIVIENDA TIPO EN BASE A DATOS DEL GADM DE RIOBAMBA				
AÑO	A.C.P.B	A.C.TOTAL	A. TERRENO	NºPISOS
2013	131,30	270,25	344,08	2,00
2016	133,55	302,83	418,31	2,07
2018	162,64	378,21	448,13	2,34
MEDIA:	142,50	317,10	403,51	2,14

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

VIVIENDA TIPO EN BASE A DATOS DEL INEC				
AÑO	A.C.TOTAL	A. TERRENO	Nº PISOS	INVERSION(\$\$)
2013	279,35	251,34	1,99	59.870,30
2014	268,63	311,03	1,98	58.449,84
2015	430,16	401,10	2,05	105.373,53
2016	679,16	602,23	2,02	191.863,56
2017	300,89	341,77	2,07	68.489,42
MEDIA:	391,64	381,50	2,02	96.809,33

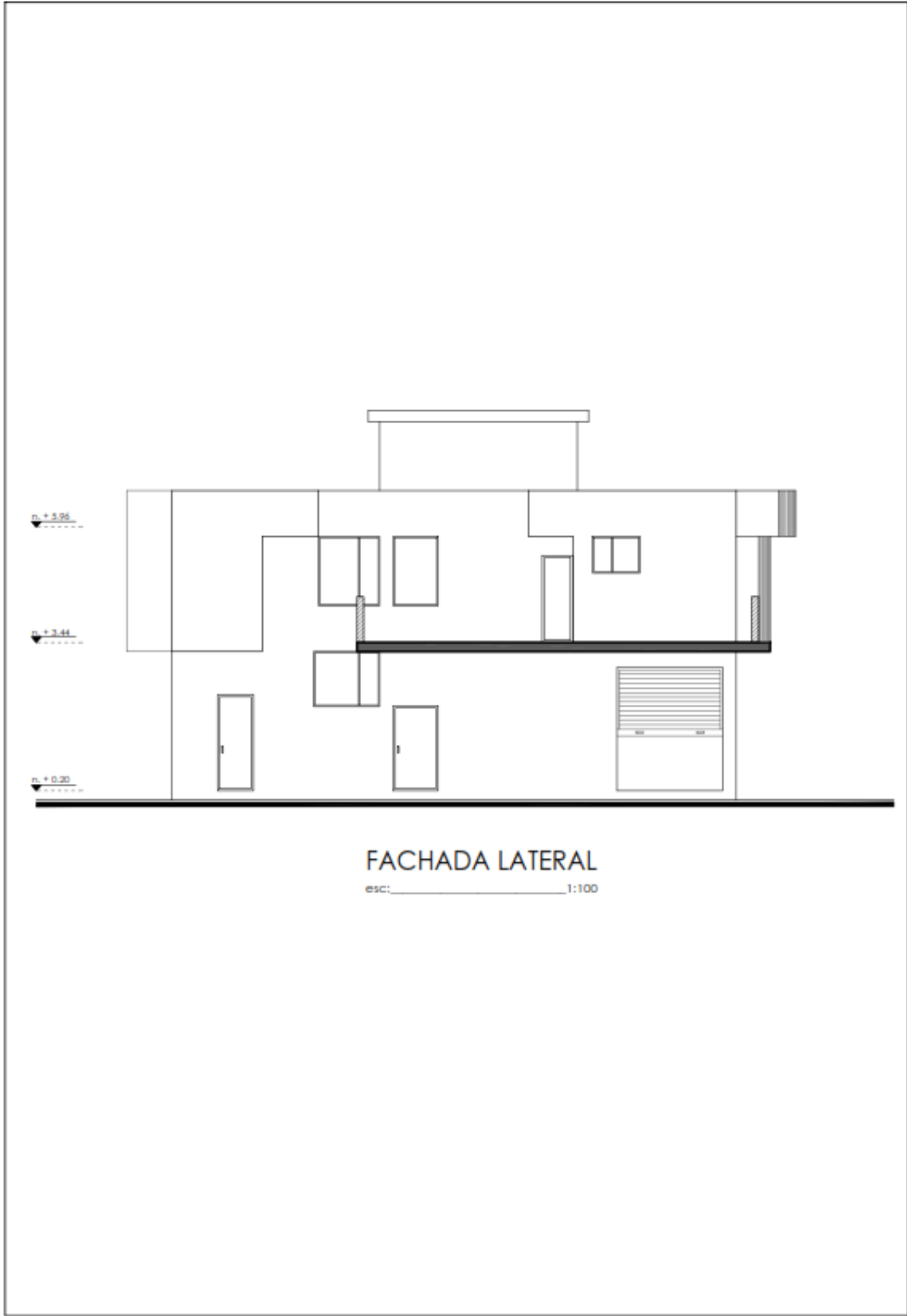
Fuente: base de datos del INEC. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

A.C.P.B: área de construcción en planta baja
A.C.TOTAL: área de construcción total.
A. TERRENO: área del terreno.

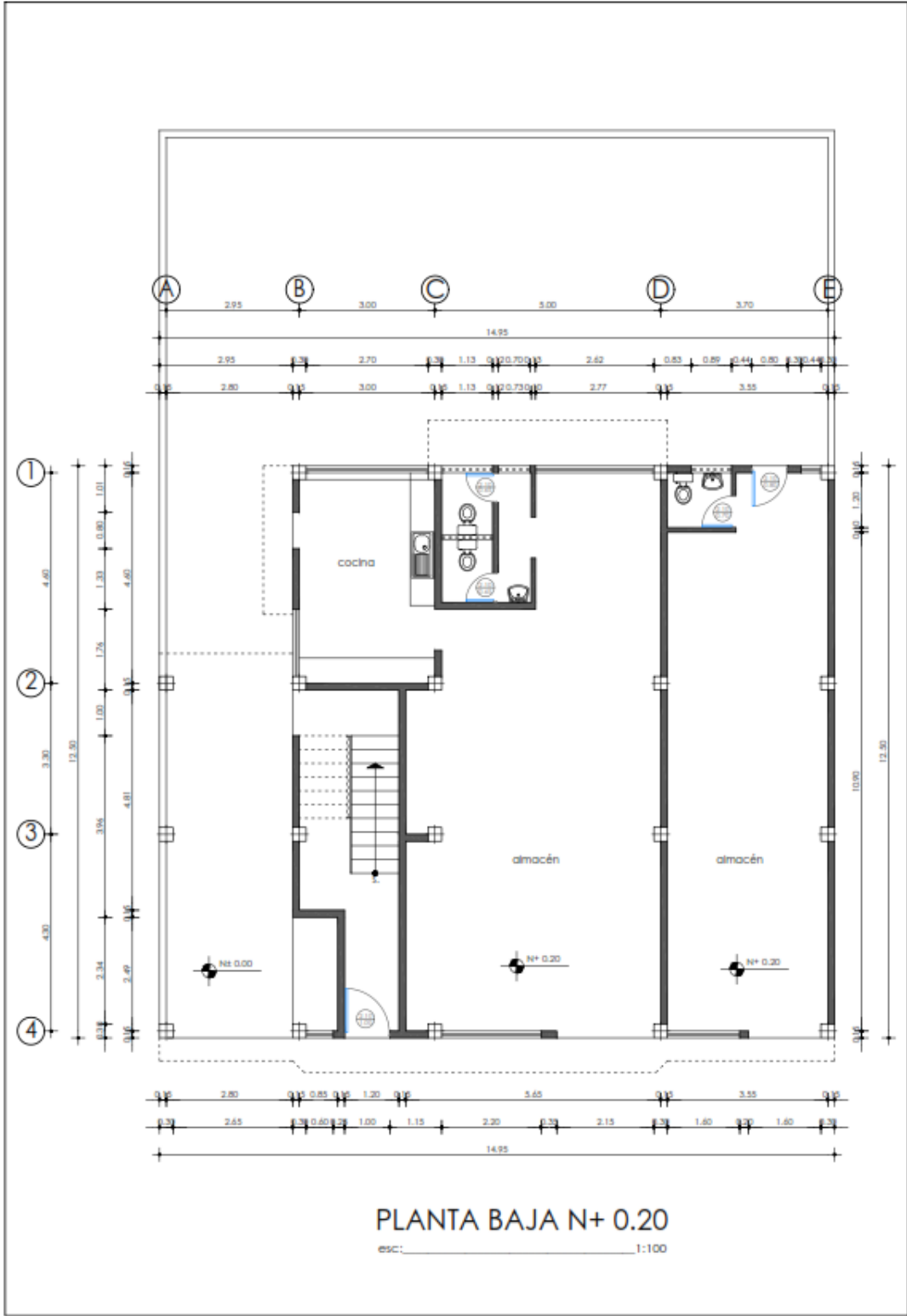
Anexo 19. Planos arquitectónicos de la vivienda tipo, según datos del GADM de Riobamba.



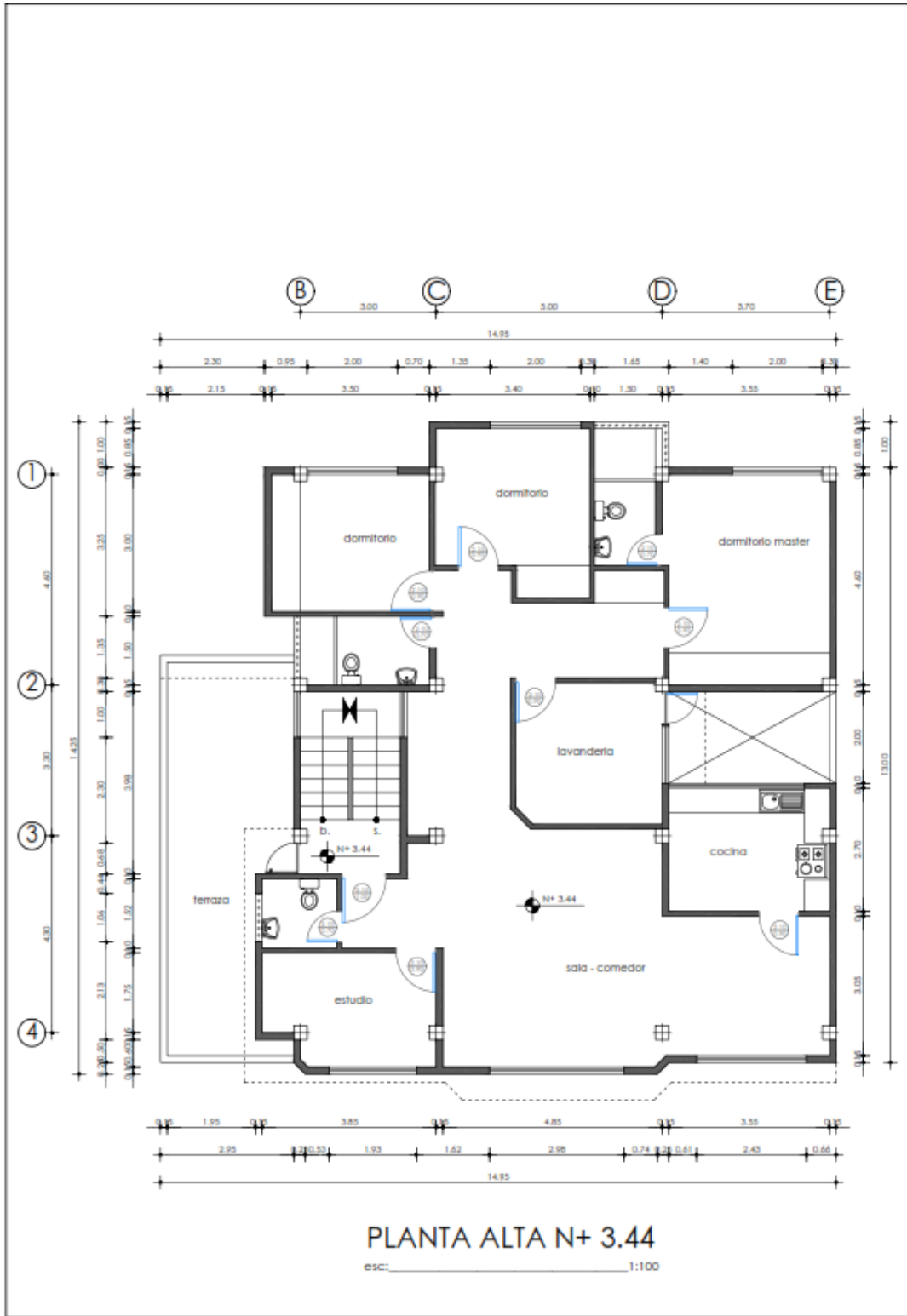
Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.



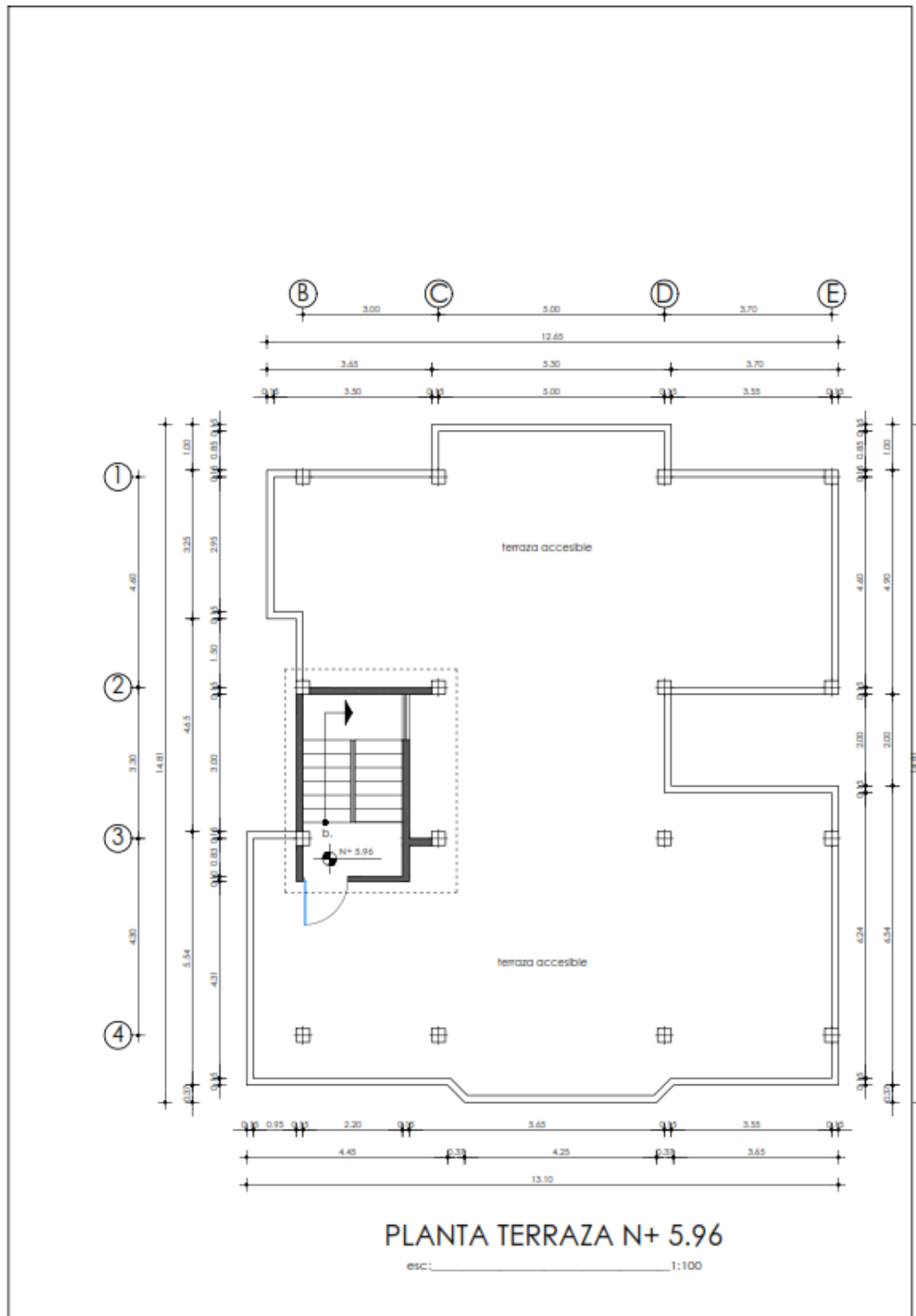
Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.



Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.



Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.



Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 20. Volumen de obra del hormigón según vivienda tipo.

MATERIAL REQUERIDO PARA HORMIGON EN VIVIENDA 322m ²							
HORMIGON	VOLUMEN (m ³)	CEMENTO (m ³)	RIPIO (m ³)	MACADAN (m ³)	AGUA (m ³)	PIEDRA (m ³)	BLOQUET1 (m ³)
H.C. fc:180Kg/cm ²	3,73	1,00	3,55	2,43	0,90	19,63	-
H.S. fc:180Kg/cm ²	13,62	3,65	12,93	8,85	3,27	-	-
H.S. fc:210Kg/cm ²	66,43	19,16	63,11	43,18	13,95	-	-
TOTAL:	83,78	23,81	79,59	54,46	18,11	19,63	27,66

Anexo 21. Volumen de obra general, según vivienda tipo.

RESUMEN DEL VOLUMEN DE OBRA EN VIVIENDA TIPO: 322,00m ²						
DESCRIPCION	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	AGUA	PIEDRA	m ³
H.C. fc:180Kg/cm ²	1,00	3,55	2,43	0,90	19,63	-
H.S. fc:180Kg/cm ²	3,65	12,93	8,85	3,27	-	-
H.S. fc:210Kg/cm ²	19,16	63,11	43,18	13,95	-	-
BLOQUE T1	-	-	-	-	-	27,66
MORTERO	7,70	-	19,44	4,11	-	-
ENLUCIDO	5,53	-	19,74	9,87	-	-
LADRILLO	-	-	-	-	-	67,89
BLOQUE T2	-	-	-	-	-	60,29
TOTAL (m ³):	37,04	79,59	93,64	32,10	19,63	-

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 22. Material requerido por metro cuadrado de construcción.

MATERIAL REQUERIDO EN BASE A VIVIENDA TIPO (m ³ /m ²)								
DETALLE:	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	AGUA	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
REQUERIDO (m ³):	37,04	79,59	93,64	32,10	19,63	27,66	67,89	60,29
TOTAL:	0,12	0,25	0,29	0,10	0,06	0,09	0,21	0,19

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 23. Residuo del material requerido por m2 de construcción.

RESIDUO DEL MATERIAL REQUERIDO EN BASE A VIVIENDA TIPO, (m3/m2)							
DETALLE	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
REQUERIDO (m3/m2)	0,12	0,25	0,29	0,06	0,09	0,21	0,19
DESPERDICIO (%)	7,20%	3,31%	12,95%	15,91%	1,00%	1,50%	1,00%
TOTAL	0,008	0,008	0,038	0,010	0,001	0,003	0,002

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 24. Material anual usado en edificaciones de la ciudad de Riobamba.

MATERIAL USADO EN LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA. (m3)								
AÑO	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	AGUA	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
2013	16.847,65	36.206,02	42.594,90	14.600,88	8.928,40	12.582,34	20.074,21	9.598,57
2014	19.572,60	42.061,99	49.484,21	16.962,43	10.372,48	14.617,41	23.321,02	11.151,05
2015	18.065,46	38.823,13	45.673,82	15.656,29	9.573,78	13.491,84	21.525,26	10.292,39
2016	18.913,66	40.645,92	47.818,25	16.391,37	10.023,27	14.125,29	22.535,89	10.775,63
2017	22.405,39	48.149,74	56.646,19	19.417,45	11.873,72	16.733,03	26.696,34	12.764,97
2018	13.354,91	28.700,04	33.764,42	11.573,93	7.077,42	9.973,85	15.912,57	7.608,66

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

DETALLE	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	AGUA	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
Media	18.193,28	39.097,81	45.996,96	15.767,06	9.641,51	13.587,29	21.677,55	10.365,21
Error típico	1.230,18	2.643,68	3.110,19	1.066,12	651,93	918,73	1.465,78	700,87
Mediana	18.489,56	39.734,52	46.746,03	16.023,83	9.798,53	13.808,57	22.030,57	10.534,01
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	3.013,31	6.475,68	7.618,37	2.611,46	1.596,90	2.250,43	3.590,40	1.716,77
Varianza de la muestra (s ²)	9.080.036,42	41.934.402,99	58.039.540,18	6.819.725,72	2.550.091,96	5.064.441,39	12.890.980,76	2.947.285,01
Curtosis	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Coefficiente de asimetría	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42
Rango	9.050,48	19.449,70	22.881,78	7.843,52	4.796,29	6.759,17	10.783,77	5.156,31
Mínimo	13.354,91	28.700,04	33.764,42	11.573,93	7.077,42	9.973,85	15.912,57	7.608,66
Máximo	22.405,39	48.149,74	56.646,19	19.417,45	11.873,72	16.733,03	26.696,34	12.764,97
Suma	109.159,67	234.586,85	275.981,78	94.602,34	57.849,07	81.523,76	130.065,29	62.191,28
Cuenta	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

Anexo 25. Residuo anual del material usado en edificaciones de la ciudad de Riobamba.

RESIDUO DEL MATERIAL USADO EN LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA (m3)							
AÑO	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
2013	1.213,03	1.198,42	5.516,04	1.420,51	125,82	200,74	143,98
2014	1.409,23	1.392,25	6.408,20	1.650,26	146,17	233,21	167,27
2015	1.300,71	1.285,05	5.914,76	1.523,19	134,92	215,25	154,39
2016	1.361,78	1.345,38	6.192,46	1.594,70	141,25	225,36	161,63
2017	1.613,19	1.593,76	7.335,68	1.889,11	167,33	266,96	191,47
2018	961,55	949,97	4.372,49	1.126,02	99,74	159,13	114,13

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Resumen estadístico descriptivo.

DETALLE	CEMENTO	RIPIO	MACADAN	PIEDRA	BLOQUE T1	LADRILLO	BLOQUE T2
Media	1.309,92	1.294,14	5.956,61	1.533,96	135,87	216,78	155,48
Error típico	88,57	87,51	402,77	103,72	9,19	14,66	10,51
Mediana	1.331,25	1.315,21	6.053,61	1.558,95	138,09	220,31	158,01
Moda	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Desviación estándar	216,96	214,34	986,58	254,07	22,50	35,90	25,75
Varianza de la muestra (s	47.070,91	45.943,75	973.337,60	64.549,99	506,44	1.289,10	663,14
Curtosis	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
Coefficiente de asimetría	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42
Rango	651,63	643,79	2.963,19	763,09	67,59	107,84	77,34
Mínimo	961,55	949,97	4.372,49	1.126,02	99,74	159,13	114,13
Máximo	1.613,19	1.593,76	7.335,68	1.889,11	167,33	266,96	191,47
Suma	7.859,50	7.764,82	35.739,64	9.203,79	815,24	1.300,65	932,87
Cuenta	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

Anexo 26. Relación del flujo de producción, consumo y otros usos de los materiales de construcción en la ciudad de Riobamba.

RELACION DE LOS MATERIALES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA (m3)						
MATERIAL	PRODUCCION	%	CONSUMO	%	OTRO USO	%
CEMENTO	81.586,97	100%	18.193,28	22,3%	63.393,69	77,7%
RIPIO	111.565,91	100%	39.097,81	35,0%	72.468,10	65,0%
ARENA	101.791,67	100%	45.996,96	45,2%	55.794,71	54,8%
PIEDRA	10.230,03	100%	9.641,51	94,2%	588,52	5,8%
BLOQUE T1	18.852,81	100%	13.587,29	72,1%	5.265,52	27,9%
LADRILLO	90.019,29	100%	21.677,55	24,1%	68.341,74	75,9%
BLOQUE T2	25.137,08	100%	10.365,21	41,2%	14.771,87	58,8%

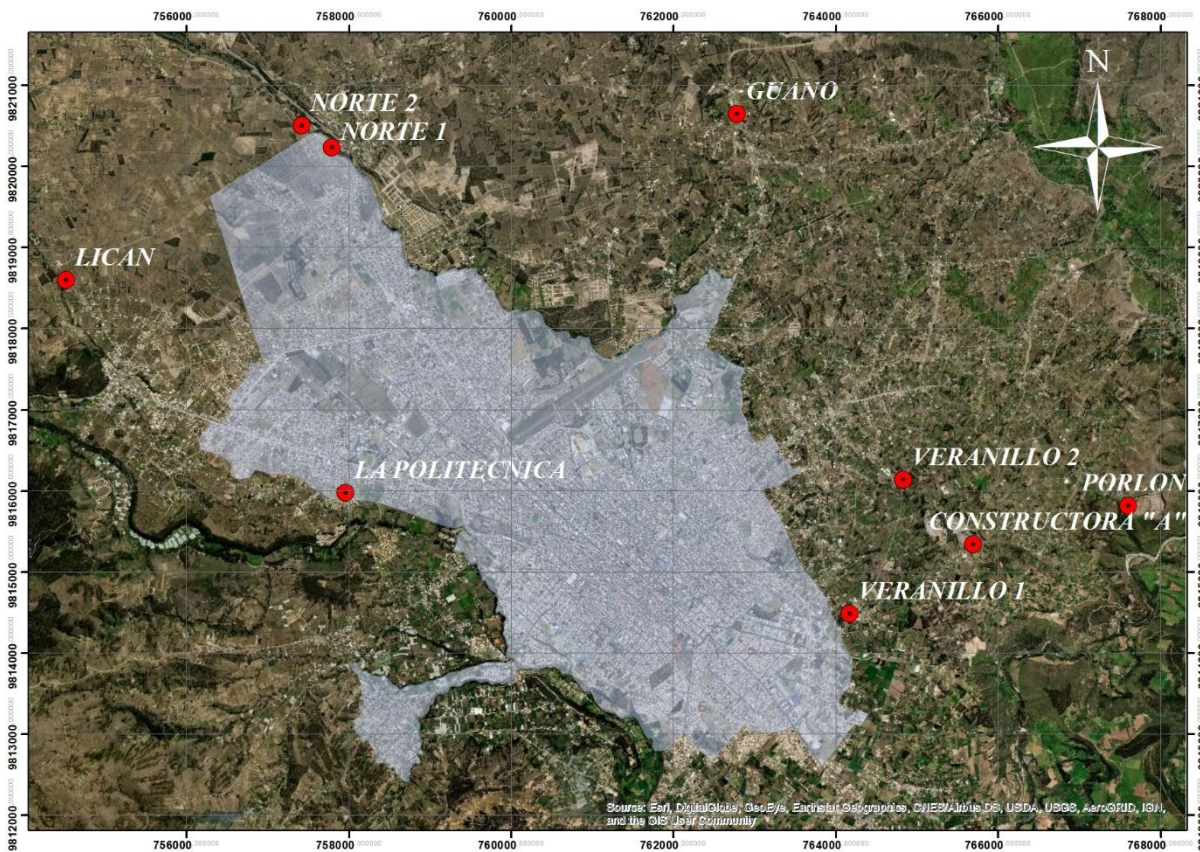
Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 27. Índice del flujo de ingreso y salida de los materiales de construcción usados en edificaciones de la ciudad de Riobamba.

FLUJO ANUAL DE INGRESO Y SALIDA (m3)				
MATERIAL:	CONSUMO	%	DESPERDICIO	%
CEMENTO	18.193,28	100%	1.309,92	7,2%
RIPIO	39.097,81	100%	1.294,14	3,3%
ARENA	45.996,96	100%	5.956,61	13,0%
PIEDRA	9.641,51	100%	1.533,96	15,9%
BLOQUE T1	13.587,29	100%	135,87	1,0%
LADRILLO	21.677,55	100%	216,78	1,0%
BLOQUE T2	10.365,21	100%	155,48	1,5%

Fuente: Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.

Anexo 28. Ubicación de las escombreras en la ciudad de Riobamba.



Fuente: Bravo & Chinchi, 2018. Elaborado por Herrera & Vilema, 2019.