



ISBN: 978-99983-69-27-6 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-38-2 (E-Book, pdf)

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DISEÑO INNOVADOR DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL CÁLCULO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR**

**EN BENEFICIO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN  
DE LA ZONA ORIENTAL**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL**  
ING. ALONSO ULISES ARIAS GUEVARA

**DOCENTE COINVESTIGADOR**  
TÉC. BENJAMÍN ALESSANDRO RAMÍREZ CHEVEZ

**CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL**

ENERO 2024



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA







ISBN: 978-99983-69-27-6 (Impreso)  
ISBN: 978-99983-69-38-2 (E-Book, pdf)

## **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

# **DISEÑO INNOVADOR DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL CÁLCULO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR**

**EN BENEFICIO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN  
DE LA ZONA ORIENTAL**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL**  
ING. ALONSO ULISES ARIAS GUEVARA

**DOCENTE COINVESTIGADOR**  
TÉC. BENJAMÍN ALESSANDRO RAMÍREZ CHEVEZ

**CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL**

ENERO 2024



MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



**Rector**

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

**Vicerrector**

Ing. Christian Antonio Guevara

**Director de Investigación  
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación  
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo  
Inga. Jeannette Tatiana Galeas Rodríguez  
Téc. Alexandra María Cortez Campos  
Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

**Director Centro Regional  
San Miguel**

Lic. MAE Mario Alsides Vásquez Cruz

692.5

A696d

slv

Arias Guevara, Alonso Ulises 1979-

Diseño innovador de herramienta para la automatización del cálculo de materiales y presupuesto de obras civiles para uso de constructores en la zona oriental de El Salvador, en beneficio del sector construcción de la Zona Oriental / Alonso Ulises Arias Guevara y Benjamín Alessandro Ramírez Chevez. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, El Salv.: ITCA Editores, 2024.

1 recurso electrónico, (46 p. : il.; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo: pdf, 3.7 MB).-  
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>  
ISBN : 978-99983-69-38-2 (E-Book, pdf)  
ISBN: 978-99983-69-27-6 (Impreso)

1. Materiales de construcción - Automatización. 2. Análisis de costos - Automatización. 3. Valor (economía). 4. Análisis de valor (Control de costos). 5. Procesamiento electrónico de datos I. Ramírez Chevéz, Benjamín Alessandro 1994-, coaut. II. Título.

**Autor**

Ing. Alonso Ulises Arias Guevara

**Co Autor**

Téc. Benjamín Alessandro Ramírez Chévez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2024

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial  
Compartir Igual  
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE  
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América  
Sitio Web: [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)  
TEL: (503) 2132-7423

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN .....	7
3.	OBJETIVOS.....	8
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
4.	HIPÓTESIS.....	8
5.	MARCO TEÓRICO .....	8
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	14
7.	RESULTADOS .....	17
8.	CONCLUSIONES.....	27
9.	RECOMENDACIONES.....	27
10.	GLOSARIO.....	28
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
12.	ANEXOS.....	30
12.1.	ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO .....	30
12.2.	ANEXO 2. MANUAL DEL ANALISTA Y ADMINISTRADOR .....	43

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cálculos de los materiales para la construcción en los proyectos de ingeniería civil juegan un papel importante, porque conociendo la cantidad de materiales por unidades de obra, se puede estimar y determinar con precisión el costo del proyecto, determinando así un dato cierto que brinde satisfacción y optimice la economía de los clientes. Cualquier empresa o institución que se proponga crecer de forma sostenible requerirá, inevitablemente, adoptar distintos tipos de tecnologías que le permitan innovar sus procesos, traduciéndose ello en una mayor productividad.

El objetivo de la investigación fue desarrollar una aplicación móvil Android para el cálculo automatizado de materiales y presupuesto de obras civiles para el uso de MYPES y emprendedores en el área de construcción. Se inició con la definición de los requerimientos para cada uno de los procesos que tendría la aplicación móvil, el catálogo de actividades a realizar y el cálculo de presupuestos en proyectos de construcción. Estos requerimientos se validaron con docentes de ITCA-FEPADE, especialistas en la industria de la construcción.

Luego, se diseñó una base de datos escalable, así como las diferentes interfaces de usuario para el funcionamiento de una aplicación móvil Android que permite automatizar los procesos presupuestarios, permitiendo a los profesionales del área de la construcción tener información oportuna para tomar decisiones. Al final del proceso, se pudo obtener una aplicación móvil que está disponible en la tienda de aplicaciones en Android, lo que la hace accesible para cualquier profesional o institución. La aplicación permite calcular los materiales y costo de actividades de mampostería, acabados, paredes, pisos y concretos, de tal manera que se mejora la eficiencia y la calidad.

La metodología consistió en una investigación multidisciplinaria en conjunto entre especialistas de las ramas de ingeniería en desarrollo de software y civil, específicamente en cálculos de materiales y presupuesto para el diseño de pequeños proyectos de construcción. Se recopiló información necesaria para el diseño de un software que realiza estimaciones presupuestarias siguiendo normas nacionales e internacionales.

La aplicación Android, validada por profesionales de Ingeniería Civil, proporciona resultados confiables. La App puede ser descargada de forma gratuita desde la Play Store para ser utilizada como herramienta de apoyo por los micro y pequeños emprendedores en el ramo de la construcción. La App permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que contribuirá a mejorar la eficiencia y calidad de los servicios brindados por el constructor en beneficio de sus clientes. Se recomienda actualizar permanente en la App los precios de los materiales, debido a los cambios constantes que estos experimentan en el mercado.

La aplicación de esta App beneficiará a los emprendedores y/o micros empresarios, permitiendo hacer un mejor cálculo de materiales en el diseño de proyectos de obras civiles y ofrecer una calidad en el servicio a la comunidad en general. A los docentes y estudiantes les permitirá poner en práctica y ampliar los conocimientos en el desarrollo aplicaciones móviles, así como profundizar aprendizajes en áreas multidisciplinarias, como es la elaboración de cálculos de materiales y presupuesto.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

No hay duda de que el control apropiado en la elaboración y ejecución de un presupuesto es indispensable para el correcto funcionamiento de una organización, emprendimiento o proyecto.

En la industria de la construcción los “Maestros de Obra” han trabajado de manera empírica, lo que coloquialmente se conoce como “prueba y error”, especialmente en la estimación de los volúmenes de obra y los cálculos de costos y rentabilidad esperada. Mientras que en el ámbito profesional el trabajo se basa en el uso del manual del constructor, el cual por sí mismo no facilita realizar un cálculo adecuado, lo que no solo pone en riesgo la inversión y satisfacción del cliente, sino que también genera un impacto negativo en el medio laboral y en la rentabilidad del proyecto mismo.

Esto es el resultado, en la mayoría de los casos, de la poca preparación académica y del limitado acceso a las tecnologías de la información para usarlas como herramientas para un control presupuestario más exacto o, al menos, más cercano a la realidad del momento.

Expuesto lo anterior, se puede decir que un obrero, maestro de obra o profesional de la construcción puede mejorar la calidad de sus servicios y su rentabilidad si se desarrolla una cultura de trabajo técnico apoyándose en herramientas digitales que le permitan realizar eficientemente cada uno de los procesos que se ofrecen. Esto, a su vez, optimizará el recurso económico.

A raíz de esto se presenta la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuiría a la calidad del servicio, a la satisfacción de los clientes y a la eficiencia en el uso de los recursos de la empresa, el uso de una herramienta automatizada para el cálculo de materiales y presupuesto de obras civiles para el sector MYPES y emprendedores del departamento de San Miguel?

### **2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA**

#### **Industria de la construcción en El Salvador**

En la industria de la construcción se realizan una gran cantidad de actividades de acuerdo con el tipo de proyecto, lo que incluye las actividades principales de la obra. Estas caracterizan a la mayoría de los proyectos de obras civiles en la rama de edificaciones, tales como construcciones de viviendas, edificios comerciales, oficinas, mercados, biblioteca, entre otros. A pesar del avance tecnológico, muchos procesos de cálculo se continúan haciendo de forma artesanal o “al tanteo”, sin tomar en cuenta las consideraciones técnicas existentes. Esto es especialmente común en el sector de MYPES y emprendedores, lo que genera que los cálculos se sobreestimen, afectando al cliente, o se subestimen, afectando al constructor, debido a las limitantes en la precisión de la estimación de los materiales, afectando negativamente el presupuesto de la obra.

Algunos constructores mecanizan cálculos de materiales con hojas de cálculo, las cuales tienen limitaciones, al no poder utilizarse en cualquier momento, a menos que se cuente con una computadora. Por otro lado, también existe un segmento de constructores empíricos (contratistas, maestros de obra, albañiles, etc.) que se dedican a realizar trabajos realizando cálculos aproximados, con criterios personales y no con base en información técnica constructiva.

Para cualquier constructor que debe realizar ofertas de proyectos civiles, se vuelve indispensable contar con información precisa y accesible sobre los materiales necesarios para el trabajo a realizar, en especial en actividades fundamentales que constituyen la mayor parte del proyecto. De lo contrario, la toma de decisiones, por errores comunes en cálculos manuales, se hará con datos estimados según la percepción de la persona y no con datos precisos, lo que finalmente conlleva al rechazo del proyecto por las sobreestimaciones que afectan al cliente, o a pérdidas para el constructor por las subestimaciones

### ¿Cómo está la industria de la construcción en el uso de aplicaciones móviles para entornos de obras civiles en El Salvador?

A pesar de que ya existen recursos que ofrecen información técnica y fórmulas de cálculo, así como aplicaciones de cómputo propietarias y calculadoras en línea, estas no se adaptan completamente a las necesidades del público objetivo en la rama de la construcción en El Salvador, ya que son de tipo genérico y contienen información muy específica de las regiones del desarrollador de la aplicación. Se sabe que un mismo elemento constructivo puede implicar diferentes actividades dependiendo del país.

Entre las que se pueden mencionar están las siguientes:

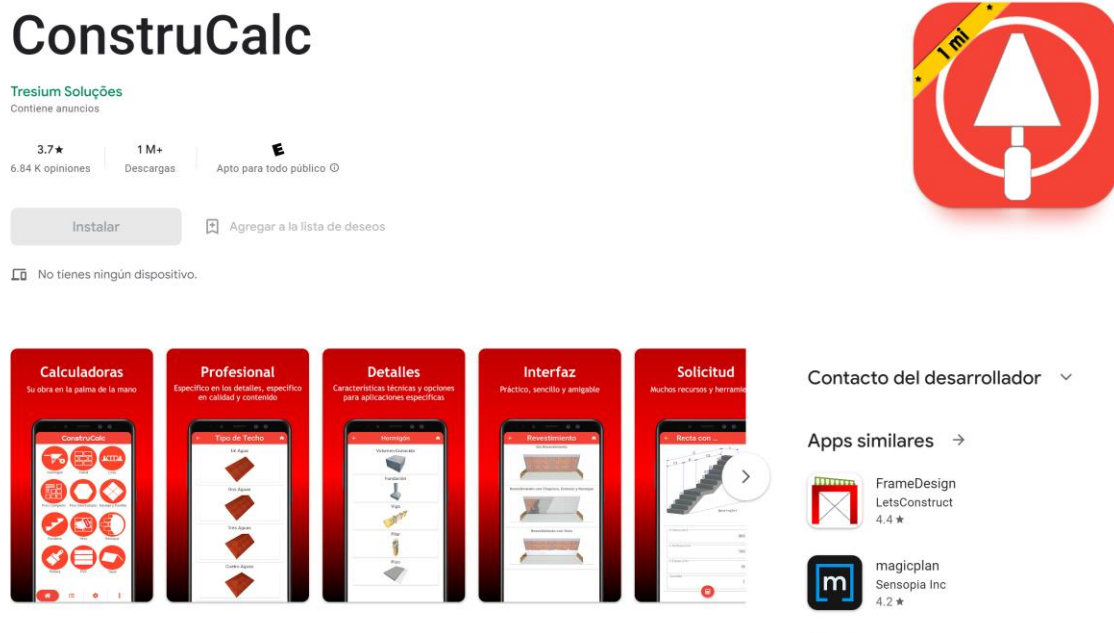


Ilustración 1 - ConstruCAlc - Calculadora de materiales a nivel general. Fuente: Google Play.



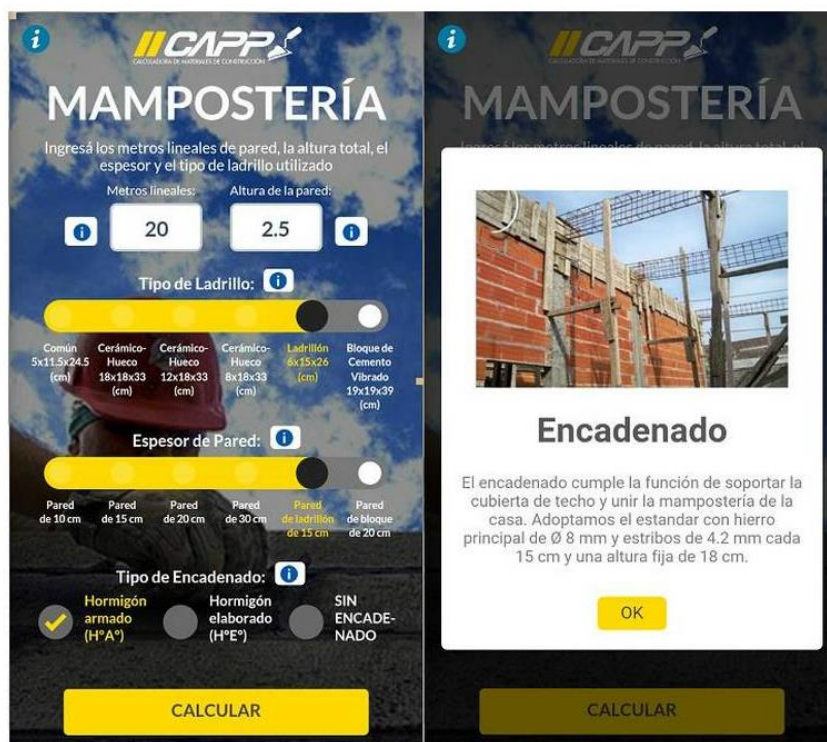


Ilustración 2 - CAPP MAMPOSTERÍA - Cálculo de Materiales de Mampostería. Fuente: Google Play.

### 2.3. JUSTIFICACIÓN

Con la innovación permanente, la tendencia hacia la eficiencia en el uso de los recursos de la construcción y la incorporación de nuevas tecnologías al mercado, las organizaciones se ven obligadas a cambiar o morir en su intento de participar en una industria que cada vez exige más eficiencia y calidad. Por lo tanto, la incorporación de las tecnologías de la información en las operaciones diarias de las organizaciones fomenta la implementación de buenas prácticas, que se traducen en una mejora de la calidad en la atención a sus clientes y en la optimización de los recursos con los que cuenta una empresa.

Por tanto, a través de esta investigación se pretendió desarrollar una aplicación móvil con capacidad de ser accesible desde cualquier dispositivo Android en su versión 7 o superior, la cual permitirá mejorar la calidad del servicio que prestan los emprendedores, micros y pequeños empresarios en el rubro de la construcción, beneficiando a docentes, estudiantes y a la comunidad en general.

- A los emprendedores y/o micros empresarios, porque les permitirá hacer un mejor cálculo de materiales en el diseño de proyectos de obras civiles, cuidando los recursos y ofreciendo un servicio de calidad a la comunidad en general.
- A los docentes investigadores y estudiantes involucrados les permitirá poner en práctica y ampliar sus conocimientos en el desarrollo de aplicaciones móviles, así como profundizar aprendizajes en áreas multidisciplinarias, como es la elaboración de cálculos de materiales y presupuesto en el diseño de proyectos de obras civiles.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación Android basada en una herramienta automatizada para el cálculo de materiales y presupuesto de obras civiles para el uso de constructores en la zona oriental del departamento de San Miguel.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Diseñar la metodología de cálculos de materiales y presupuesto de obras civiles.
- b) Diseñar un modelado de datos relacional con características de escalabilidad.
- c) Definir procesos en el software que se acoplen a las necesidades actuales y las solventen.
- d) Realizar diseño de interfaces que mejoren la experiencia de usuario en el uso de la aplicación.
- e) Elaborar la documentación técnica y operativa sobre el uso de la aplicación.

### 4. HIPÓTESIS

¿El desarrollo de una aplicación Android para el control de cálculos de materiales y presupuesto en el diseño de proyectos de obras civiles mejorará la eficiencia y calidad de los servicios brindados por la MYPES o emprendedores del área de la construcción del departamento de San Miguel?

### 5. MARCO TEÓRICO

#### Industria de la construcción

La industria de la construcción se considera uno de los sectores económicos más importante de un país, por el impulso y dinamismo con que influye en el desarrollo económico de este. Esta industria abarca desde la edificación de una casa, hasta una enorme carretera, pasos a desnivel o rascacielos. Esta se puede dividir en dos grandes grupos, tales como:

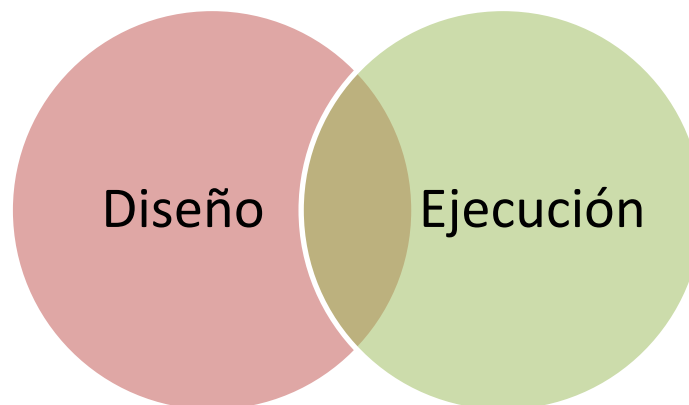


Ilustración 3 1- Grupos en que se divide la industria de la construcción. Fuente: Docente Investigador.

**Diseño:** es la etapa previa en la que se definen los requerimientos principales que tendrá la obra a desarrollar. En esta etapa pueden intervenir profesionales, tales como los arquitectos e ingenieros civiles, y también pueden intervenir especialistas como dibujantes técnicos, entre otros.

**Ejecución:** es la etapa más fuerte de la construcción, puesto que los profesionales encargados de llevarla a cabo son los que, de primera mano, edifican y le dan vida a toda la planificación realizada en el diseño.

Por ejemplo, para elaborar una casa de habitación, un arquitecto puede elaborar un diseño; el ingeniero civil puede determinar las mediciones de cada rubro de la obra, evaluando las estimaciones necesarias para la construcción; y, por último, en la ejecución, un constructor civil se encarga de supervisar el lugar, ejecutando cada una de las actividades necesarias para construir la casa de habitación.



Ilustración 24 - Persona revisando planos y construyendo una obra civil. Fuente: senivpetro -

### **Rubros de la construcción**

Antes de realizar un presupuesto de un proceso constructivo, se parte de la base de los planos y las especificaciones técnicas a considerar en cada uno de los rubros y actividades que se necesitarán para llevar a cabo la ejecución del proyecto. [3]

### **¿Pero qué es un rubro en la construcción?**

Es una serie de categorías que se utiliza para agrupar dentro de este un conjunto de objetos o actividades que entre sí poseen características comunes. En el sector de la construcción, se denomina también rubro de obra. Este hace referencia a las actividades y tareas que se deben realizar al de materializar un proyecto de obra de construcción. Por lo general, estas actividades pueden ser agrupadas según las etapas que tiene la obra, por ejemplo, la preparación de la zona a construir, fundaciones, entre otros.



Ilustración 35 - Concreto reforzado. Fuente: <https://www.dwreinforcing.com/wp-content/uploads/2022/07/concreto-reforzado.jpg>

### ¿Por qué son importantes estos rubros?

Al planificar un proyecto de obra civil, se requiere determinar el costo anticipado de la obra, y este trae consigo la clasificación de todas las tareas que intervienen en la construcción. El poder agrupar cada una de las tareas en los respectivos rubros y tener de manera detallada cada una de las dimensiones que estos tendrán le resultará al constructor mucho más fácil ejecutar y controlar el presupuesto de una obra.



Ilustración 46 - Cálculo de costos y presupuesto de obra. Fuente: Germán E. Torrealba - <https://es.linkedin.com/pulse/estructura-de-costos-y-presupuesto-obras-germán-e-torrealba>

### Población en El Salvador

La población total, según la Dirección General de Estadísticas y Censos 2021 [4], establece que es de 6,325,827 personas, de las cuales el 61.7% se encuentra en la zona urbana, mientras que el 38.3% está en la zona rural.

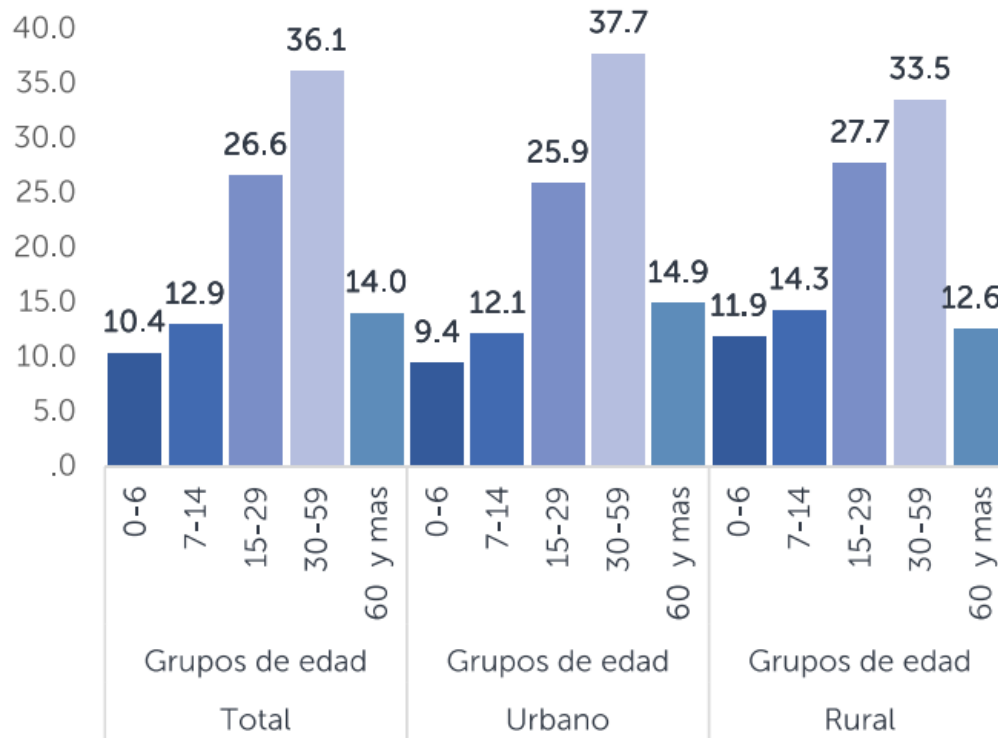


Ilustración 57 - El Salvador: Población por área geográfica y grupos de edad. Fuente: Gráfico 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #3. [4]

Cabe destacar que, del total de población, el 53.3% corresponde al género femenino, mientras que el 46.7% corresponde al género masculino. Además, el estudio indica que el grupo etario de 15 a 29 años representa un 26.6%, lo que indica que más de una cuarta parte de la población es joven, permitiendo tener una oportunidad de aprovechar el potencial para el ámbito productivo del país.

### Población por departamento

La densidad poblacional por departamento devuelve datos interesantes de cara a la investigación, puesto que el 64.2% de toda la población total se concentra en 5 departamentos: San Salvador, La Libertad, Santa Ana, Sonsonate y San Miguel.

Departamento	Población	Extensión en Km <sup>2</sup>	Habitantes por Km <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>6,325,827</b>	21,040.79	301
San Salvador	1,733,576	886.15	1,956
La Libertad	797,543	1,652.88	483
Sonsonate	502,727	1,225.77	410
Cuscatlán	264,291	756.19	350
Ahuachapán	362,681	1,239.60	293
La Paz	355,944	1,223.61	291
Santa Ana	560,522	2,023.17	277
San Miguel	465,394	2,077.10	224
Usulután	349,733	2,130.44	164
San Vicente	174,033	1,184.02	147
Cabañas	153,617	1,103.51	139
Morazán	193,369	1,447.43	134
La Unión	231,817	2,074.34	112
Chalatenango	180,580	2,016.58	90

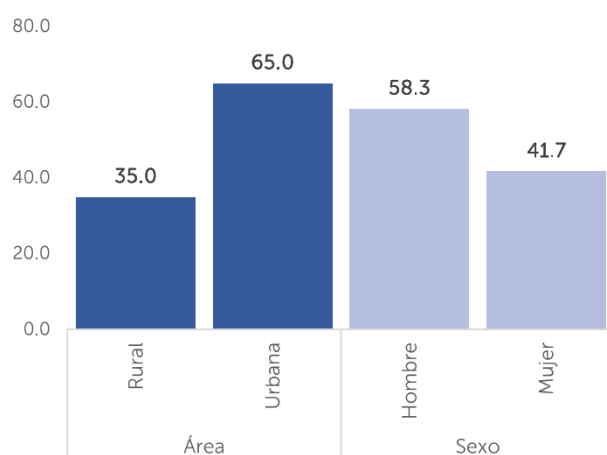
Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 68 - El Salvador: Población y densidad según departamento. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #5. [4]

### Población Económicamente Activa

La población, según el censo emitido por la DIGESTYC, establece que de las 6,325,827 personas, hay 2,932,673 (46.36%) que pueden realizar alguna actividad económica, ofreciendo su fuerza de trabajo al mercado laboral.

De ese sector de población económicamente activa, el 58.3% le corresponde al género masculino, mientras que el 41.7% al género femenino. Estos datos coinciden con la población joven; es decir, el rango de edades entre los 16 a los 39 años representa un 54.9% de toda la población económicamente activa.



Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 9 - El Salvador: Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) por área geográfica y sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #26.

## La escolaridad de la población económicamente activa

Este indicador es importante analizarlo, puesto que ayudará a conocer los niveles de preparación que tienen los sectores productivos del país. Según el censo a nivel nacional, la escolaridad promedio es de 8.7 grados para el 2021. En la zona rural, eso baja considerablemente a 6.8 grados de escolaridad.

Año		2021
Nacional	Total	8.7
	Hombres	8.4
	Mujeres	9.0
Rural	Total	6.8
	Hombres	6.6
	Mujeres	7.1
Urbana	Total	9.7
	Hombres	9.7
	Mujeres	9.8

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 107 - El Salvador: Años de escolaridad promedio de la Población Económicamente Activa (PEA), por área geográfica y sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples

## Sector de la construcción de la población económicamente activa

La actividad económica, al dividirla en ramas, que 4 ramas acumulan el 68.7% de toda la actividad nacional, siendo estas Comercio, Hoteles y Restaurantes (31.7%), Industria Manufacturera (15.1%), Agricultura y Ganadería (14.2%) y Construcción (7.7%).

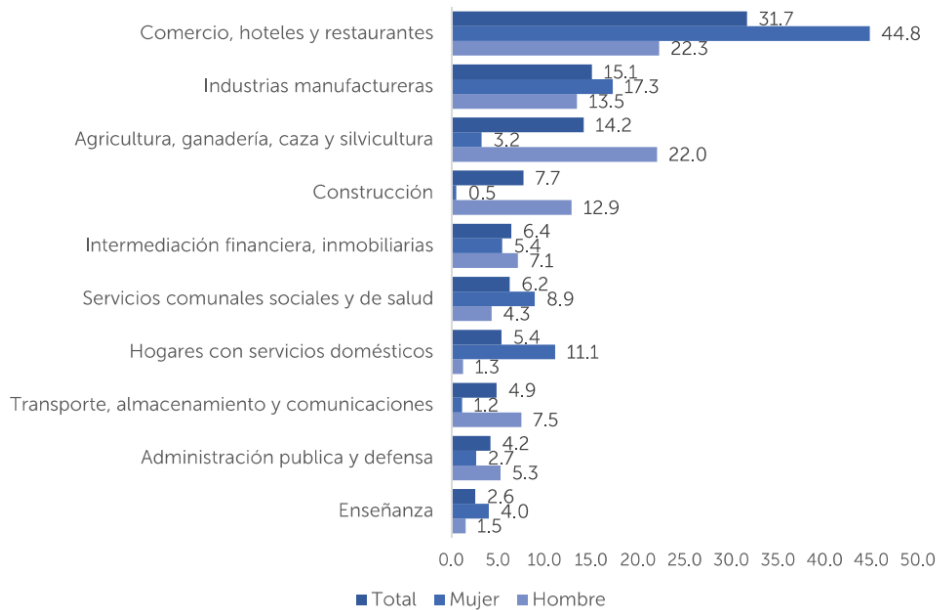


Ilustración 118 - El Salvador: Población ocupada, por rama de actividad económica, según sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #34.

Es importante también relacionar estas ramas con los grupos ocupacionales, encontrando que se tiene un 30.4% de personas en el grupo ocupacional de servicios y un 22.3% de personal no calificado. Estos datos fundamentan la necesidad de ofrecer a estos grupos ocupacionales herramientas que los vuelvan más productivos.

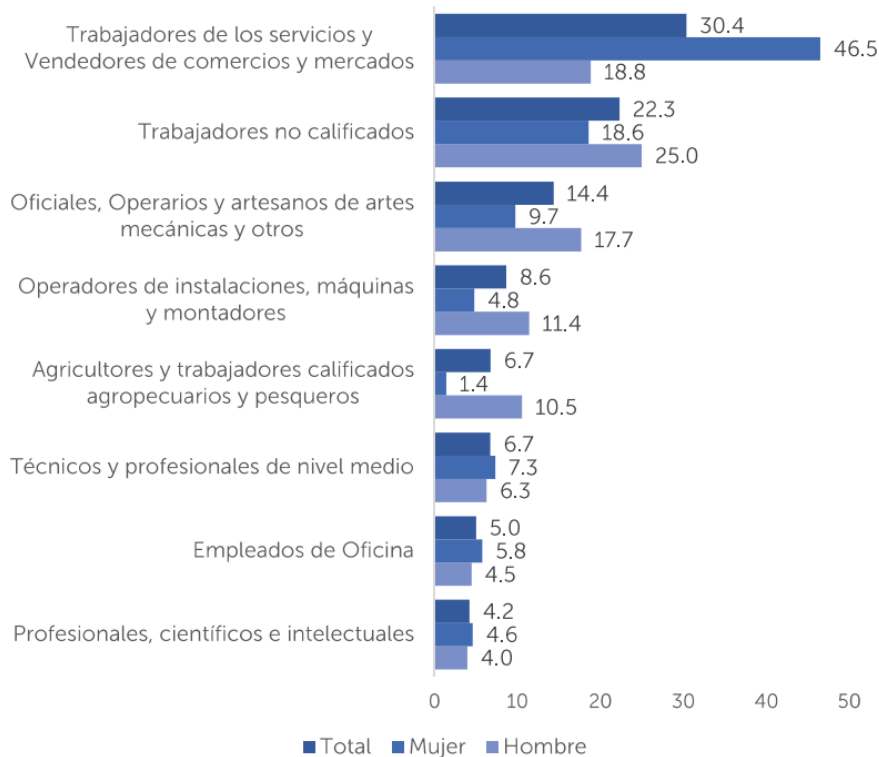


Ilustración 129 - El Salvador: Población ocupada, por grupo ocupacional, según sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #35.

## 6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### ¿Qué se hizo?

El proyecto se crea a partir de una investigación multidisciplinaria en conjunto entre especialistas de las ramas de ingeniería en desarrollo de software y civil, personal administrativo y operativo del área civil, específicamente en cálculos materiales y presupuesto, en el diseño de proyectos de construcción. Dicha investigación consistió en inferir de la experiencia de estos últimos la información necesaria para hacer un diseño de software que permita desarrollar una herramienta para realizar estimaciones presupuestarias, siguiendo las normas nacionales e internacionales sobre las que se rigen.

### ¿Qué se investigó?

Se realizó una investigación sobre los procesos manuales o semi digitales que se realizan en las etapas de cálculos de materiales y presupuestos en el diseño de proyectos de obras civiles, con el objetivo de realizar un diagnóstico que dé paso a la generación de una herramienta de software intuitiva y fácil de usar.



### ¿Quiénes participaron directamente en la investigación?:

- Ing. Alonso Ulises Arias Guevara (Ingeniero Civil, docente investigador por parte de la Escuela de Civil de ITCA San Miguel). Téc. Benjamin Alessandro Ramirez Chévez (Técnico, co-investigador por parte de la Escuela de Computacion de ITCA San Miguel).
- Personal docente de otras regionales que aportaron a la validación de los cálculos que ofrece la aplicación.
- Cada uno de los especialistas que aportaron su experiencia y experticia para diseñar, automatizar y validar los procesos de: **cálculos de materiales y presupuesto en el diseño de obras civiles.**

### ¿Qué incluye?

Esta investigación trae como resultado una serie de elementos, entre ellos una metodología para cálculos de materiales en el diseño de proyectos de obras civiles y, posteriormente, la automatización de estos a través de una aplicación Android que permitirá realizar los cálculos necesarios para un presupuesto de obras civiles, siguiendo las normas nacionales e internacionales.

Este software se desarrolló en un ambiente móvil (Android Nativo), el cuál podrá ser usado de forma local en cualquier dispositivo móvil que cuente con un sistema operativo Android en su versión 7 o superior. Entre las características que tiene la aplicación se encuentran las siguientes:

1. Acceso de multiples clientes dentro de la aplicación.
2. Módulos para el cálculo de diferentes rubros de la construcción, tales como: Excavación de pisos, Albañilería (pisos, mampostería, repellos, afinados, morteros y concretos).
3. Reportes exportable a PDF con el presupuesto de materiales generado por la aplicación.
4. Acceso a través de la plataforma Android.

El desarrollo de esta aplicación se basó en 7 pasos:

- Elaboración de la metodología presupuestaria.
- Elaboración de un modelado de datos.
- Elaboración de un mockup o prototipo no funcional con la lógica que tendrá la interfaz de la aplicación móvil.
- Desarrollo e Implementación de la aplicación móvil.
- Mantenimiento y pruebas de la aplicación.
- Validación de los resultados.
- Presentación de informes.

## Matriz operacional de la metodología

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	MATERIALES	RESPONSABLES
Realizar un <b>estudio de sobre los procesos</b> necesarios para la elaboración de cálculos de materiales y presupuesto en el diseño de proyectos de obras civiles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar requerimientos para cada mecanismo presupuestario de los rubros de construcción en obras civiles.</li> <li>• Clasificar los criterios de aceptación para cada área de estudio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Requerimientos técnicos de software y hardware</b> para cada área (obras civiles y sus diferentes rubros de aplicación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet.</li> <li>• Entrevista.</li> <li>• Guía de observación.</li> <li>• Material digital.</li> <li>• Controles físicos o documentos oficiales.</li> <li>• Papel bond.</li> <li>• Impresiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ing. Alonso Arias</li> <li>• Téc. Benjamín Ramírez.</li> </ul>
Elaborar un <b>modelado de datos relacional</b> para el desarrollo de la aplicación Android.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir la estructura de datos del sistema informático.</li> <li>• Implementar el modelo de datos en un gestor de base de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Normalización de datos y diccionario técnico.</b></li> <li>• Modelo de datos funcional apegado a los <b>requerimientos</b> del cálculo de materiales en el diseño de obras civiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet</li> <li>• Gestor de base de datos.</li> <li>• Navegadores.</li> <li>• Papel bond.</li> <li>• Impresiones.</li> <li>• Software para móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de 2do. Año de Técnico en Ingeniería en Desarrollo de Software y Técnico en Ingeniería Civil.</li> <li>• Ing. Alonso Arias.</li> <li>• Téc. Benjamín Ramírez.</li> </ul>
Desarrollar la <b>lógica del funcionamiento</b> del software y sus diferentes áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar las interfaces de usuario necesarias para interactuar con una base de datos clave y de valor escalable.</li> <li>• Programar la lógica del software ante los diferentes escenarios presupuestarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diseño de pantallas</b> y controles para el respectivo uso del sistema (Mockup).</li> <li>• <b>Software funcional apegado</b> a los requerimientos de cada uno de los procesos de cálculos de materiales en el diseño de proyectos de obras civiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet.</li> <li>• IDE (Entorno de Desarrollo).</li> <li>• Navegadores.</li> <li>• Papel bond.</li> <li>• Impresiones.</li> <li>• Software para servidores.</li> <li>• Computadora.</li> <li>• Monitor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de 2do. Año de Técnico en Ingeniería en Desarrollo de Software y Técnico en Ingeniería Civil.</li> <li>• Ing. Alonso Arias.</li> <li>• Téc. Benjamín Ramírez</li> </ul>
<b>Asesoría y validación</b> de los resultados de la aplicación por parte de docentes especializados en el diseño de obras civiles de diferentes regionales, así como profesionales independientes del sector construcción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar sesiones de pruebas para determinar la validez de los resultados que genera la aplicación.</li> <li>• Capacitar al personal involucrado por las MYPES.</li> <li>• Documentar el software desde la perspectiva técnica y de usuario final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código Fuente con su <b>documentación.</b></li> <li>• Manual de usuario.</li> <li>• Manual del administrador.</li> <li>• Contenido multimedia (Audio / Video) sobre el uso de la aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet.</li> <li>• Papel bond.</li> <li>• Impresiones.</li> <li>• Memoria USB.</li> <li>• Cámara Web.</li> <li>• Micrófono.</li> <li>• Monitor.</li> <li>• Computadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiantes de 2do. Año de Técnico en Ingeniería en Desarrollo de Software y Técnico en Ingeniería Civil.</li> <li>• Ing. Alonso Arias.</li> <li>• Téc. Benjamín Ramírez.</li> </ul>

## 7. RESULTADOS

### Alcances

- El proyecto se desarrolló con la participación de docentes, personal administrativo y estudiantes de la carrera de Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos y Técnico en Ingeniería Civil.
- Este proyecto se desarrolló con el apoyo de docentes de Sede Central de ITCA-FEPADE, quienes actuaron como validadores de la solución informática en función de las necesidades identificadas en la elaboración de presupuestos de cálculos luminotécnicos para interiores.
- Se instaló la aplicación en otros dispositivos con sistemas operativos superiores a Android 7.0.
- La aplicación fue validada con datos y resultados confiables, y puede ser replicada para utilizarse como herramienta de ayuda para los microempresarios, pequeños empresarios o emprendedores del sector eléctrico.

### Resultados obtenidos.

Al final de este proceso de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

Aplicación móvil Android que resuelve cálculos de materiales y presupuesto en el diseño de obras civiles en los siguientes tipos:

- **Excavaciones:** permite calcular los volúmenes de obra calculados por el usuario, permitiendo filtrar las dimensiones del elemento a excavar y brindar el resultado con abundamiento.
- **Albañilería:** permite el cálculo de las siguientes actividades:
  - Pisos.
  - Mampostería.
    - Muros de mampostería de piedra.
    - Paredes de ladrillo de obra puesto de lazo.
    - Paredes de ladrillo de obra puesto de canto.
    - Paredes de ladrillo de obra puesto de trinchera.
    - Mampostería de bloque de 10x20x40.
    - Mampostería de bloque de 15x20x40.
    - Mampostería de bloque de 20x20x40.
  - Afinados.
  - Morteros.
    - Por proporción.
    - Repellos.
      - Superficiales verticales.
      - De cielos.
      - Cuadrados E=20CM.
    - Afinados.
      - Superficiales verticales.
      - De cielos.
      - Cuadrados E=20CM.

- Concretos.
  - Por proporción.
  - Losas concreto simple.
  - Zapatas aisladas.
  - Zapatas corridas.
  - Solera fundación.
  - Columnas.
- **Documentación técnica y operativa:**
  - Manual del Usuario.
  - Manual del Administrador.
  - Manual del Analista (Especificaciones Técnicas).
  - Contenido Multimedia (Audio / Video).

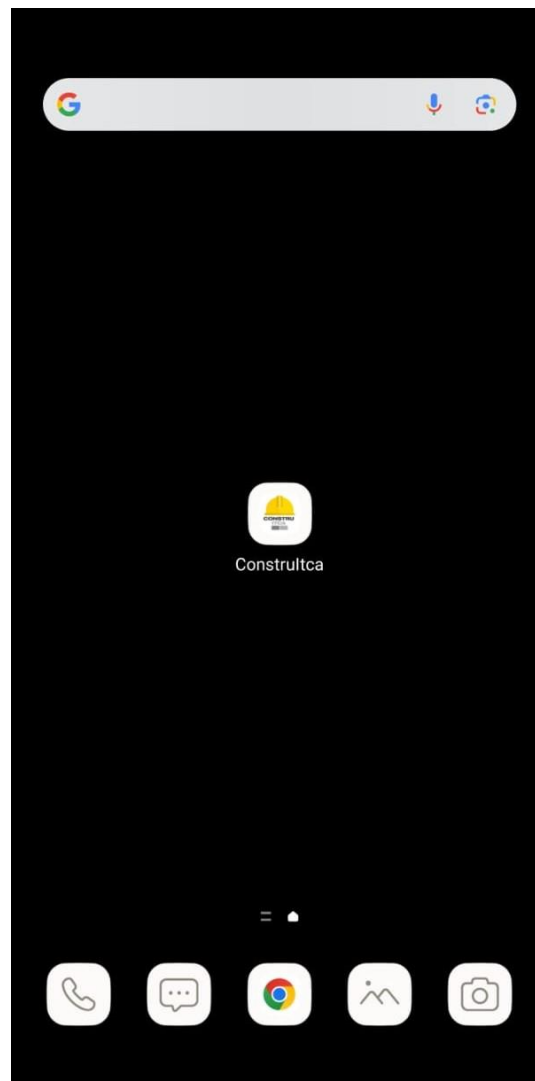


Ilustración 13 – Icono principal de la aplicación. Fuente: Docente Coinvestigador.



Ilustración 14 - Pantalla Inicial de la aplicación móvil. Fuente: Docente Coinvestigador.



Ilustración 15 - Dashboard principal. Fuente: Docente Coinvestigador.



Ilustración 16 - Menú lateral de la aplicación. Fuente: Docente Coinvestigador.

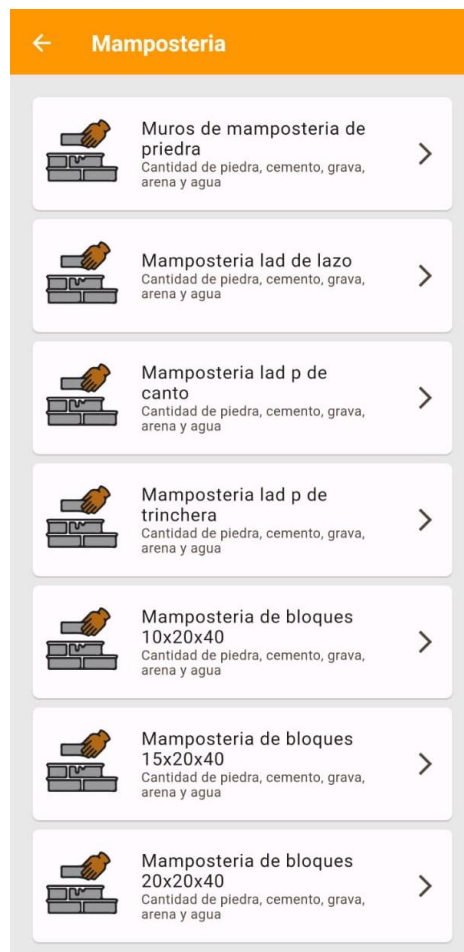


Ilustración 17 – Categorías – Subcategorías de mampostería. Fuente: Docente Coinvestigador.

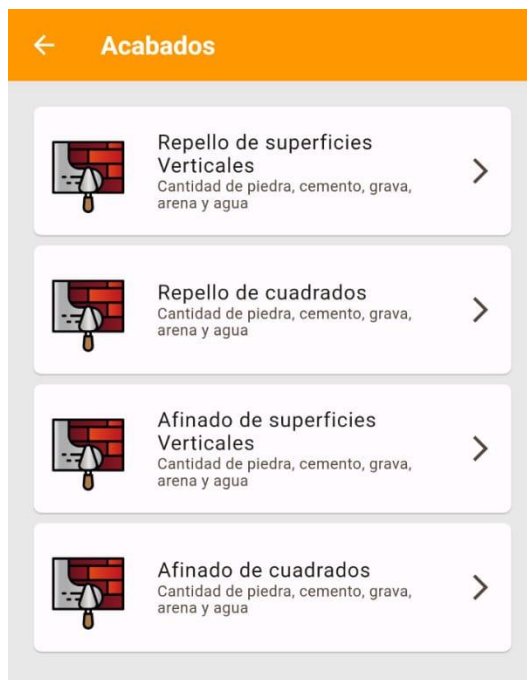


Ilustración 18 – Categorías – Subcategorías de acabados. Fuente: Docente Coinvestigador.



Ilustración 19 - Categorías – Subcategorías concreto. Fuente: Docente Coinvestigador.

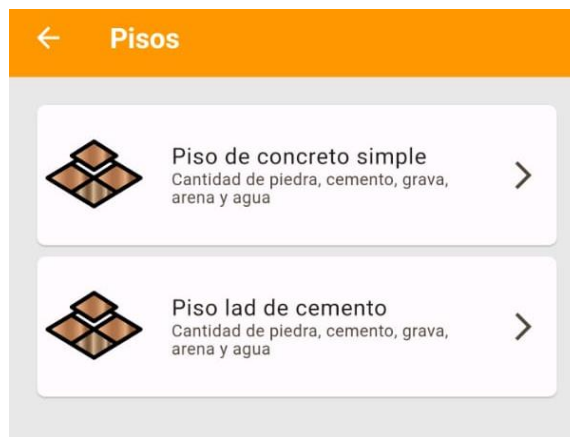


Ilustración 20 – Categorías – Subcategorías pisos. Fuente: Docente Coinvestigador.

Parámetros generales	
Largo	Ingresar dato
Ancho	Ingresar dato
Soleras	3
Puertas	
Cantidad	1
Ancho	1
Alto	2.1
Ventanas	
Cantidad	1
Ancho	1.8
Alto	1
Desperdicio	
Ladrillos	10 %

Ilustración 21 – Cálculo de presupuesto. Fuente: Docente Coinvestigador.





## Pared de bloque de 15x20x40

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
BLOQUES 15X20X40	UN	12.5	87	\$ 0.69	\$ 60.03
CEMENTO ALBAÑILERÍA TIPO S	BOLSA	0.32	2	\$ 8.20	\$ 16.40
ARENA	m3	0.264	0	\$ 33.90	\$ 0.00
AGUA	L	10	69	\$ 0.01	\$ 0.69
				TOTAL	\$ 77.12

MATERIALES DE CONCRETO CELDA @60CM					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
CEMENTO TIPO GU	BOLSA	8.4	1	\$ 8.20	\$ 8.20
ARENA	m3	0.47	0	\$ 8.20	\$ 0.00
GRAVA (CHSFA)	m3	0.71	0	\$ 33.90	\$ 0.00
AGUA	L	216	35	\$ 0.01	\$ 0.35
				TOTAL	\$ 8.55

MATERIALES DE PEGAMENTO BSOLERA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
BLOQUES 15X20X40	UN	12.5	87	\$ 0.69	\$ 60.03
CEMENTO ALBAÑILERÍA TIPO S	BOLSA	0.32	2	\$ 8.20	\$ 16.40
ARENA	m3	0.264	0	\$ 33.90	\$ 0.00
AGUA	L	10	69	\$ 0.01	\$ 0.69
				TOTAL	\$ 77.12

MATERIALES DE CONCRETO DE SOLERA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
CEMENTO TIPO GU	BOLSA	8.4	1	\$ 8.20	\$ 8.20
ARENA	m3	0.47	0	\$ 8.20	\$ 0.00
GRAVA (CHSFA)	m3	0.71	0	\$ 33.90	\$ 0.00
AGUA	L	216	35	\$ 0.01	\$ 0.35
				TOTAL	\$ 8.55



A4



Ilustración 22 – Detalles de cálculos en presupuestos. Fuente: Docente Coinvestigador.



Guardar como PDF



Copias: 01 Tamaño del papel: ISO A4



MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
BLOQUES 15X20X40	UN	12.5	87	\$ 8.89	\$ 109.03
CEMENTO ALBAÑILERÍA TIPO S	BOLSA	0.32	2	\$ 8.20	\$ 16.40
ARENA	M3	0.064	0	\$ 33.50	\$ 0.00
AGUA	L	10	88	\$ 0.01	\$ 0.88
				TOTAL	\$ 77.12

MATERIALES DE CONCRETO CELDA @60CM					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
CEMENTO TIPO GU	BOLSA	8.4	1	\$ 8.20	\$ 8.20
ARENA	M3	0.47	0	\$ 33.50	\$ 0.00
GRAVA (CHESPA)	M3	0.71	0	\$ 33.50	\$ 0.00
AGUA	L	218	35	\$ 0.01	\$ 0.35
				TOTAL	\$ 8.55

1/3



MATERIALES DE PEGAMENTO BSOLERA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	C. POR M2	CANTIDAD	PU	SUB TOTAL
BLOQUES 15X20X40	UN	12.5	87	\$ 8.89	\$ 109.03
CEMENTO ALBAÑILERÍA TIPO S	BOLSA	0.32	2	\$ 8.20	\$ 16.40
ARENA	M3	0.064	0	\$ 33.50	\$ 0.00
AGUA	L	10	88	\$ 0.01	\$ 0.88
				TOTAL	\$ 77.12

Ilustración 23 – Detalles de cálculo a imprimir o guardar en formato PDF. Fuente: Docente Coinvestigador.

## Tablas

### Metro cuadrado de repello de paredes y cielos

Mezcla de 2cm de espesor			
Mezcla (0.02m3)	Cemento (Bolsas)	Arena (m3)	Agua (Litros)
1.3	0.248	0.021	52
1.4	0.2	0.022	46
1.5	0.162	0.023	44
1.6	0.14	0.024	42

Concretos						
Tipo	Proporcion Volumetrica	Bolsas de cemento	Arena (m3)	Grava (m2)	Agua (Litros)	Resistencia (kg/cm2)
1	1:5.5:1.5	12.6	0.53	0.55	226	303
2	1:1.5:2	11.3	0.48	0.64	221	270
3	1:1.5:2.5	10.1	0.43	0.71	216	245
4	1:1.5:3	9.3	0.37	0.79	207	230
5	1:2:2	9.8	0.55	0.55	227	210
6	1:2:2.5	9.1	0.51	0.64	226	195
7	1:2:3	8.4	0.47	0.71	216	180
8	1:2:3.5	7.8	0.44	0.76	212	170
9	1:2:3.5	7.3	0.41	0.82	211	160
10	1:2.5:2.5	8.3	0.58	0.58	232	156
11	1:2.5:3	7.6	0.54	0.65	222	147
12	1:2.5:3.5	7.2	0.51	0.71	220	132
13	1:2.5:4	6.7	0.48	0.77	218	118
14	1:3:4	6.3	0.53	0.71	224	94
15	1:3:4.5	5.9	0.5	0.75	217	89
16	1:3:5	5.6	0.47	0.79	215	80
17	1:3:6	5.5	0.47	0.94	180	75

### Obras civiles para uso de constructores en la zona oriental de El Salvador Morteros

Componentes por metro cubico				
Cemento - Arena				
Tipo de Mortero	Usos	Cemento	Arena (m3)	(Litros)
1.1	Afinados	24.7	0.7	380

Ilustración 24 –Tablas de información sobre cálculo de materiales. Fuente: Docente Coinvestigador.



“DISEÑO INNOVADOR DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CÁLCULO DE MATERIALES Y PRESUPUESTO DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR”

<b>VERSIÓN:</b> 1.0	<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> 15/12/2023
---------------------	---

<b>ELABORADO POR:</b>	
1	ING. ALONSO ULISES ARIAS (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TEC. ALESSANDRO RAMIREZ CHEVEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)

<b>APROBADO POR:</b>	
1	LIC. MARIO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

Ilustración 25 – Manual de usuario. Fuente: Docente Investigadores.

## 8. CONCLUSIONES

- El desarrollo y uso de la aplicación Android creada en este proyecto permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que mejorará la eficiencia y calidad de los servicios brindados. Esta herramienta permite el cálculo, el control de los insumos, la gestión de los gastos y la eficiencia del recurso humano de los emprendedores o profesionales del sector construcción, generando un impacto positivo en la calidad del servicio para los clientes.
- El uso de una base de datos clave-valor escalable permitirá al sistema informático su adaptación a los cambios, gracias al funcionamiento lógico del sistema, permitiendo de esta manera utilizarse en un futuro ante nuevas versiones y tecnologías sin afectar su rendimiento.
- La capacitación adecuada y la apropiación de la herramienta le permitirá al profesional o constructor poder aumentar su productividad y mejorar la calidad del servicio brindado a la comunidad o clientes.

## 9. RECOMENDACIONES

- El usuario de la App debe adoptar un enfoque o cultura presupuestaria. Al realizar cálculos de manera regular, el usuario cultivará una cultura de evaluación y mejora continua en su trabajo. Esto le permitirá medir su productividad y calidad del servicio. Además, servirá como modelo a seguir para otros profesionales del sector. Al adoptar esta cultura presupuestaria, se podrá replicar un enfoque sostenible y eficiente en el futuro, y reducir el impacto ambiental de manera positiva.
- Es recomendable utilizar la aplicación móvil de manera estratégica. Inicialmente, la aplicación móvil funcionará como una base de datos portátil en el dispositivo del emprendedor o profesional. Sin embargo, se recomienda, a mediano plazo, una actualización de la aplicación para que pueda adoptar un enfoque híbrido, trabajando de manera local y respaldando los datos en la nube. De esta manera, se aprovechará al máximo las ventajas de la tecnología móvil y se mantendrá una copia de seguridad en línea para mayor protección y accesibilidad.
- Los buenos resultados de la aplicación dependerán del buen uso y los datos que se actualicen en la aplicación, por lo que se recomienda mantener siempre los costos de los productos actualizados para no tener márgenes de utilidad que no corresponden con la realidad.

## 10. GLOSARIO

**APLICACIÓN.** Programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas.

**COLUMNA.** Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor de 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión. Para un elemento de sección variable, la menor dimensión lateral es promedio de las dimensiones superior e inferior del lado menor.

**CONCRETO.** Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos

**HTML (Siglas en inglés de HyperText Markup Language).** Es un lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un lenguaje de hipertexto, es decir, un lenguaje que permite escribir texto de forma estructurada, y que está compuesto por etiquetas, que marcan el inicio y el fin de cada elemento del documento.

**INTERFAZ DE USUARIO.** Son aquellas que incluyen elementos como menús, ventanas, teclado, ratón, los beeps y algunos otros sonidos que la computadora hace, y en general, todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el ser humano y la computadora. La mejor interacción humano-máquina a través de una adecuada interfaz (Interfaz de Usuario), que le brinde tanto comodidad, como eficiencia.

**LOSA.** Elemento estructural de concreto reforzado horizontal que se utiliza para separar niveles en un edificio

**MAMPOSTERÍA.** Consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de elementos o materiales, conocidos como mampuestos. Estos mampuestos pueden ser elementos en bloque de arcilla, piedra o concreto.

**REPELLO.** Es una técnica de construcción que consiste en aplicar una o varias capas de mortero sobre una superficie, por lo general en una pared o un muro.

**SOLERA.** Es el miembro horizontal inferior de una pared o edificio al que se unen miembros inclinado

**TIC.** Tecnologías de Información y Comunicación, son el conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información.

**USUARIO.** Personas que se conectan al sistema para hacer uso de los servicios que este les proporciona. Dentro de los usuarios del sistema podemos distinguir diferentes perfiles o niveles de usuario (Administrador y Operativo), y dependiendo de dicho nivel poseerá más o menos privilegios en su estancia dentro del sistema.

**ZAPATAS.** Elementos estructurales de concreto reforzado fundamentales en la cimentación de edificaciones. Su función principal es transmitir las cargas de una estructura al suelo de manera segura y eficiente.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASOMI, «¿Cuántas microempresas hay en El Salvador?,» ASOCIACIÓN DE ORGANIZACIONES DE MICROFINANZAS, 23 Abril 2019. [En línea]. Available: <http://asomi.org/sv/cuantas-microempresas-hay-en-el-salvador/>.
- [2] DIGESTYC, «Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM),» Dirección General de Estadísticas y Censos, 2021. [En línea]. Available: [https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/PUBLICACION\\_EHPM\\_2021.pdf](https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/PUBLICACION_EHPM_2021.pdf).
- [3] L. A. Villalobos Colato y E. H. Maravilla Carballo, «Identificación y análisis de las principales problemáticas de las MYPES de la Ciudad de San Miguel,» Unidad de Investigación - Facultad de Ciencias Empresariales Universidad Gerardo Barrios, San Miguel, 2019.
- [4] C. N. Ojeda, «Manual de Contabilidad Financiera (1): Conceptos Básicos,» Eduinnova.
- [5] World Economic Forum, «Global Information Technology Report 2016,» 28 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>.
- [6] CONAMYPE, «El Salvador: Estado de Adopción TIC,» Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE, p. 7, 01 Noviembre 2016.
- [7] CONAMYPE, «Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE,» Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE, 01 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.conamype.gob.sv/wp-content/uploads/2016/11/Estrategia-Digital.pdf>.
- [8] Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTIC), «Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2019,» Ministerio de Economía, Ciudad Delgado, 2020.
- [9] FUSADES, «FUSADES inaugura la Semana Global de Emprendimiento 2019,» 13 Julio 2020. [En línea]. Available: <http://fusades.org/contenido/fusades-inaugura-la-semana-global-de-emprendimiento-2019>.
- [10] M. S. Masferrer, «Empleo Informal y Emprendimiento en El Salvador,» San Salvador, 2013.
- [11] Manual del constructor // Manual del Constructor.

## 12. ANEXOS

### 12.1. ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO



“DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CÁLCULOS DE MATERIALES Y PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR.”

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 15/12/2023
--------------	----------------------------------

ELABORADO POR:	
1	ING. ALONSO ULISIS ARIAS GUEVARA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. BENJAMIN ALESSANDRO RAMÍREZ CHEVEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)

APROBADO POR:	
1	LIC. MARIO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)



## INTRODUCCIÓN

Construitca App es una aplicación diseñada especialmente para emprendedores y microempresarios, permitiéndoles realizar un mejor cálculo de materiales en el diseño de proyectos de obras civiles. Esto facilita el cuidado de los recursos y ofrecer una calidad de servicio a la comunidad en general.

La aplicación es una herramienta innovadora que permite realizar los cálculos de manera rápida y sencilla a través de dispositivos móviles Android. Construitca App es una solución que ofrece a los usuarios mecanismos para realizar cálculos de acuerdo con las necesidades que esté presente.

En este sentido, Construitca App es una herramienta ideal para cualquier profesional de la construcción que busque mejorar la eficiencia y productividad en el desarrollo de proyectos.

## PANTALLA PRINCIPAL

### INICIANDO LA APLICACIÓN

1. Descarga la App (Construitca App) en tu móvil. Una vez descargada, te aparecerá en tu pantalla el icono de la aplicación, como se muestra en la siguiente imagen. A la cual solo damos un clic para abrir la aplicación.

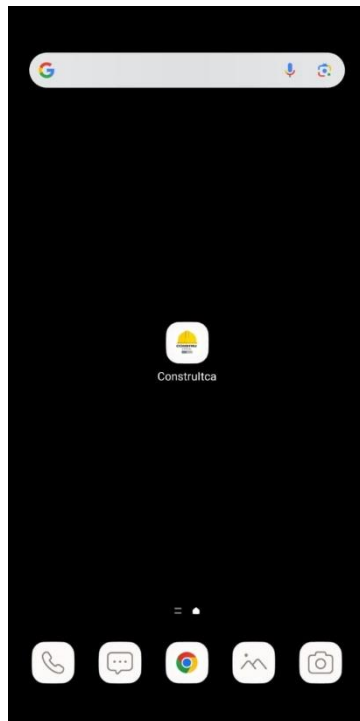


Ilustración 11 - Icono principal de la aplicación Construitca App.

Fuente: Docentes Investigadores.



Ilustración 10 - Pantalla inicial de Construitca App.

Fuente: Docentes Investigadores.

2. Encontramos el **Dashboard**. Es un breve menú con 6 opciones primordiales, entre los cuales se encuentran:

- **Cálculos de paredes:** gestiona el cálculo de materiales en el área de paredes.
- **Cálculos de mampostería:** gestiona los cálculos de mampostería en diversas subcategorías.
- **Cálculos de acabados:** gestiona los cálculos de materiales en acabados.
- **Cálculos de concreto:** gestiona los cálculos de materiales de concreto.
- **Cálculos de pisos:** gestiona los cálculos de materiales en el área de pisos.
- **Cálculo de excavaciones:** gestiona los cálculos de materiales para excavación.



Ilustración 3 - Dashboard de la aplicación. Fuente: Docentes Investigadores

## MENU PRINCIPAL

### INICIANDO LA APLICACIÓN

Al regresar al menú inicial, procederemos a dar un recorrido.

Las opciones principales son:

1. **Acerca de:** contiene información sobre el proyecto y sus investigadores.
2. **Inicio:** contiene los menús principales para la realización de los cálculos según la categoría seleccionada por el usuario.

3. **Materiales:** este apartado permite gestionar la lista de materiales esenciales para realizar los cálculos de material ya la misma vez poder realizar su alteración en precio.
4. **Tablas:** contiene información esencial sobre contenido de interés para el usuario, relacionado a construcción.



Ilustración 4 – Menú principal de la aplicación. Fuente: Docentes Investigadores

## ACERCA DE

Te permite conocer los términos y condiciones de uso de esta aplicación, reconociéndose en ella los derechos de autor, y la responsabilidad plena de los usos que se le den, en combinación de la técnica, el saber y entender con el criterio técnico profesional del usuario.

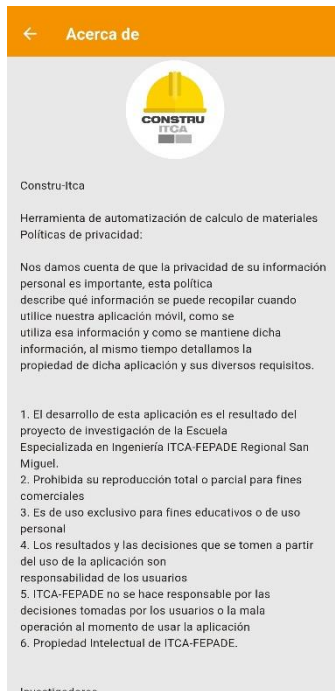


Ilustración 5 – Acerca de. Fuente: Docentes Investigadores

## INICIO

Contiene la información de todas las licencias que reúne la aplicación para su funcionamiento y que nos permitirán realizar los cálculos de materiales según la necesidad del usuario.

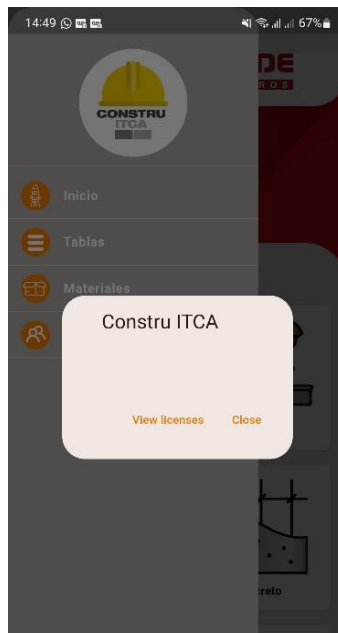


Ilustración 6 – Inicio. Fuente: Docentes Investigadores

## MATERIALES

Permite tener una lista de todos los ítems que se necesitan para poder realizar el cálculo de materiales, basándose en precios establecidos según los estándares locales.

Esta lista se vincula con el cálculo de los materiales según se el proyecto establecido por el usuario. Desde elementos esenciales como el costo del agua y arena, hasta los elementos más complejos a considerar al momento de realizar el cálculo.

Cabe mencionar, que a pesar de que la aplicación trae una lista ya predefinida de materiales y precios, el usuario puede configurar los precios según los datos reales en el momento. Esto permite brindar un toque personalizado a los precios ya establecidos en la aplicación, si al momento de la instalación no se realizan los cambios de estos datos el cálculo podría salir afectado según los precios ya establecidos anteriormente.

Material	Precio	Moneda
Bloques X15 X20 X40	0.69	\$
Dados X15 X20 X40	0.44	\$
Bloques X10 X20 X40	0.53	\$
Dados X10 X20 X40	0.35	\$
Bloques X20 X20 X40	0.65	\$
Dados X20 X20 X40	0.65	\$
Cemento Albanileria Tipo S	8.2	\$
Arena	33.5	\$
Água Barril	1.58	\$
Agua	0.01	\$
Dados	0.44	\$

Guardar Precios

Ilustración 7 – Materiales. Fuente: Docentes Investigadores

**Para modificar un precio** de materiales, solamente debe de dar clic sobre la caja de texto. Posteriormente nos cargará el teclado para ingresar los datos que nos permitirá realizar la modificación de los precios.

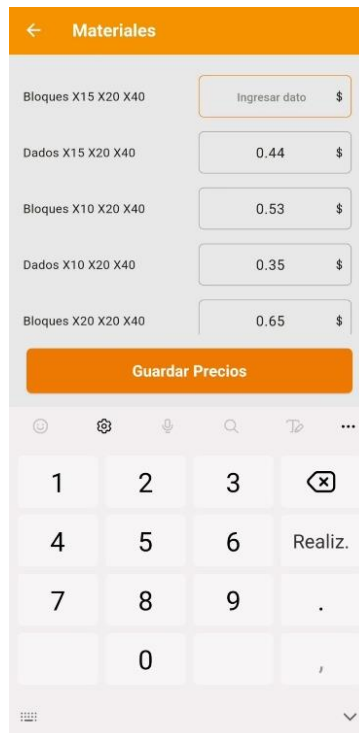


Ilustración 8 – Registro de precio de materiales. Fuente: Docentes Investigadores

Cuando se registra el precio de un material, este volverá a la pantalla principal para poder realizar un nuevo cálculo, ya con los precios modificados previamente.

## CATEGORÍAS

Permite tener una lista de todos los ítems que se necesitan para poder realizar el cálculo de materiales basándose en precios establecidos según los estándares locales.



Ilustración 9 – Categoría paredes y subcategorías. Fuente: Docentes Investigadores.

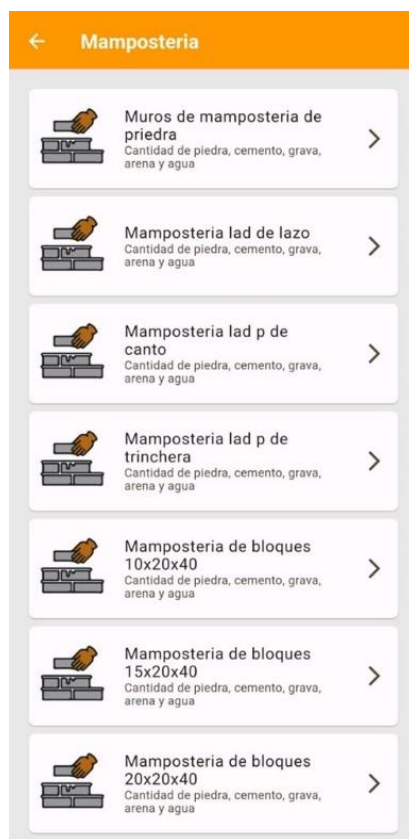


Ilustración 10 – Categoría mampostería y subcategorías. Fuente: Docentes Investigadores.

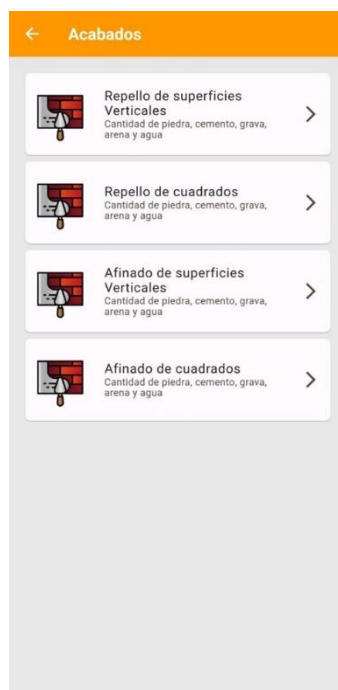


Ilustración 11 – Categoría acabados y subcategorías. Fuente: Docentes Investigadores.



Ilustración 12 – Categoría concreto y subcategorías. Fuente: Docentes Investigadores.

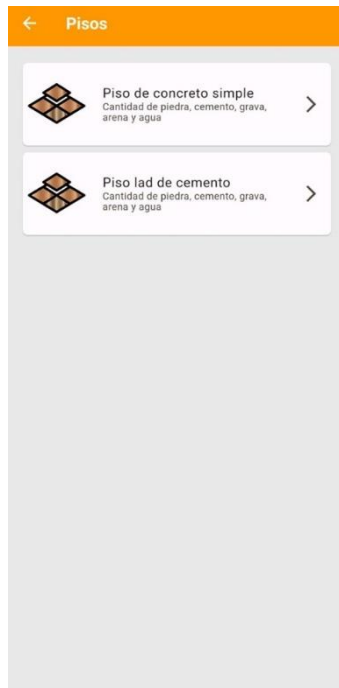


Ilustración 13 – Categoría pisos y subcategorías. Fuente: Docentes Investigadores.

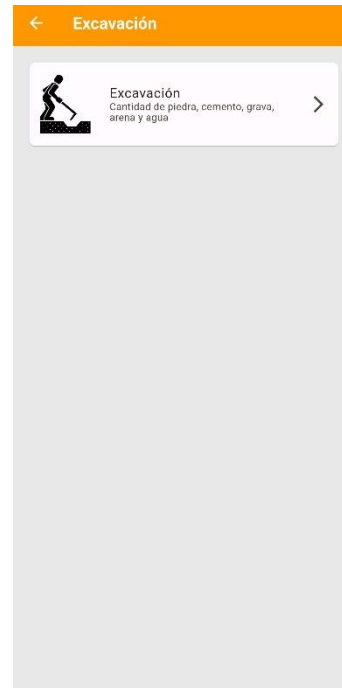


Ilustración 14 – Categoría excavaciones. Fuente: Docentes Investigadores.



## PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR CÁLCULO

Para poder crear un presupuesto, tiene que dar clic al icono en la **categoría** y **subcategoría** a necesitar. Al realizar ese proceso, cargará una pantalla donde aparecen las generalidades para la realización del cálculo y algunos campos que deberán ser rellenados con los datos que se consideren necesarios según el usuario. Algunos de estos campos son: largo, ancho, soleras, puertas, ventanas y desperdicio. Estos campos son variables dependiendo del cálculo a realizar. En todo caso, los datos tendrán que ser establecidos por el usuario. Al realizar el llenado de los campos requeridos, nos dirigimos al botón llamado “Calcular”.

The screenshot shows a mobile application interface for calculating materials for a 'Pared de bloque de 15x20x40'. The interface is divided into sections: 'Parámetros generales', 'Puertas', and 'Ventanas'. Each section contains input fields for various parameters. Annotations with arrows point to specific elements: 'Botón regresar' points to a back arrow in the top bar; 'Botón Eliminar datos' points to a trash icon in the top bar; 'Campos de ingresos de datos' points to the input fields for 'Largo', 'Ancho', 'Soleras', 'Cantidad', 'Ancho', 'Alto', 'Cantidad', and 'Ancho'.

Sección	Parámetro	Valor
Parámetros generales	Largo	Ingresar dato
	Ancho	Ingresar dato
	Soleras	3
Puertas	Cantidad	1
	Ancho	1
	Alto	2.1
Ventanas	Cantidad	1
	Ancho	1.8

Ilustración 15 – Categoría paredes y subcategoría pared de bloque de 15x20x40.  
Fuente: Docentes Investigadores.

The screenshot shows the 'Desperdicio' section of the application. It contains input fields for 'Bloques' (10%), 'Mortero' (3%), and a dropdown for 'Proporción' (1:3). A large orange 'Calcular' button is at the bottom. An annotation 'Botón Calcular' with an arrow points to this button.

Parámetro	Valor
Bloques	10 %
Mortero	3 %
Proporción	1:3

Ilustración 16 – Categoría paredes y subcategoría pared de bloque de 15x20x40.  
Fuente: Docentes Investigadores.

El usuario deberá agregar los datos correspondientes al cálculo deseado y verificar los precios de los materiales según lo establecido. Tras establecer los valores, estos se guardan automáticamente para ser tomados en el cálculo detallado. Al momento de realizar el cálculo, el usuario puede generar dos tipos de vista. La primera es una vista previa de los resultados y la segunda es una vista más detallada con la posibilidad de realizar un acercamiento para ver más a detalle el presupuesto generado.

1. Un listado de los materiales según la categoría asignada.
2. Un informe completo de los resultados del presupuesto.

Ilustración 17 – Categoría pared de bloque de 15x20x40 – Resultado 1. Fuente: Docentes Investigadores.

Ilustración 18 – Categoría pared de bloque de 15x20x40 – Resultado 2. Fuente: Docentes Investigadores.

### Listado del resultado de los materiales a utilizar.

Al momento de generar el cálculo, el usuario podrá elegir entre guardar el resultado obtenido en formato **PDF** para posteriormente poder compartirlo vía medios electrónicos, por ejemplo, WhatsApp, Correo, Drive, OneDrive, Teams, Discord, entre otros medios, o realizar una impresión directamente del dispositivo móvil.

### Generar Solo Cotización de Materiales.

Para generarlo, solo hay que dirigirse al icono de la opción de **PDF** en la parte superior derecha y dar **click en PDF**. Con ello, la aplicación devolverá un informe técnico con todos los datos del cálculo de materiales para construcción, de igual manera esta generará las propiedades con las que se desea guardar el informe generado.

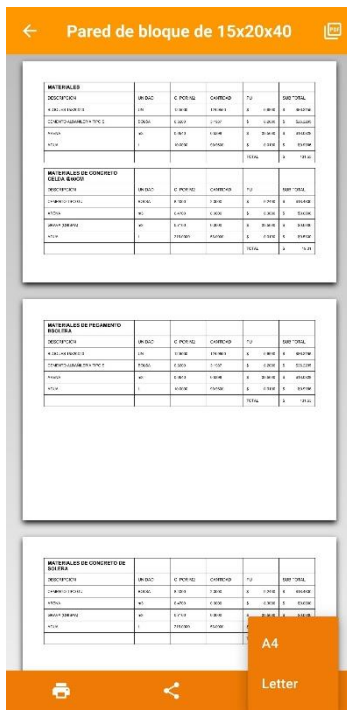


Ilustración 19 – Categoría pared de bloque de 15x20x40 – Resultado PDF. Fuente: Docentes Investigadores.

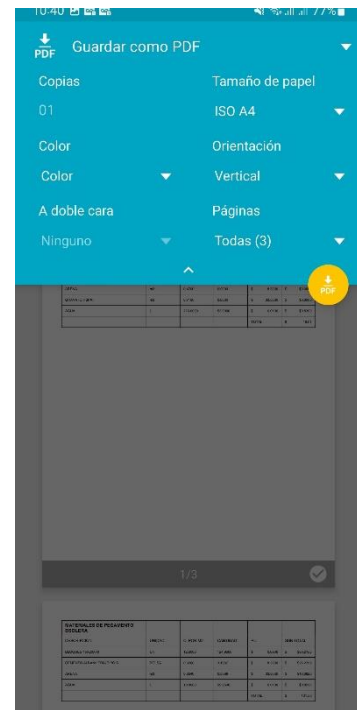


Ilustración 20 – Categoría pared de bloque de 15x20x40 – Resultado PDF. Fuente: Docentes Investigadores.

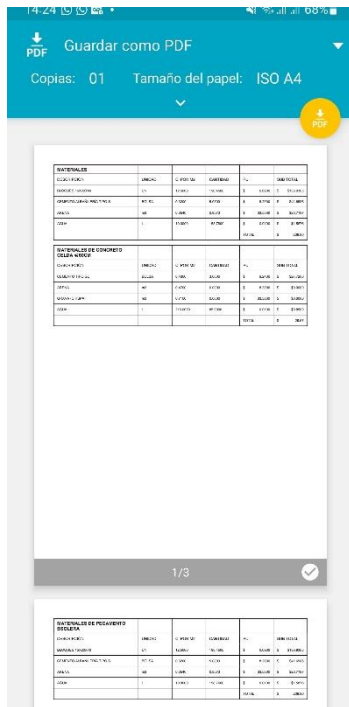


Ilustración 21 – Resultados para impresión o guardar en PDF. Fuente: Docentes Investigadores.

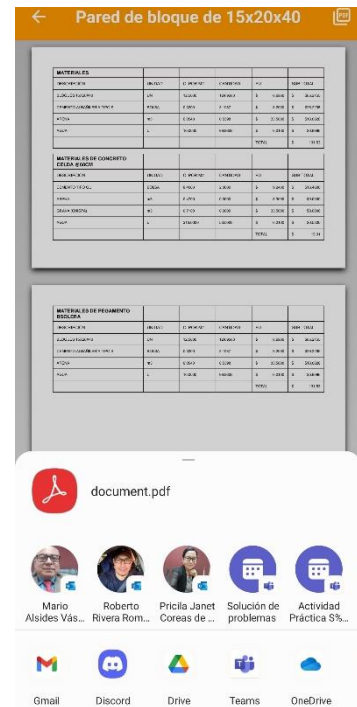


Ilustración 22 – Resultado y envío de resultados. Fuente: Docentes Investigadores.

## TABLAS DE INFORMACIÓN.

Las tablas de información se enfocan en brindar conocimiento al usuario sobre datos de materiales de construcción y otros datos de utilidad.

Mezcla de 2cm de espesor			
Mezcla (0.02m3)	Cemento (Bolsas)	Arena (m3)	Agua (Litros)
1.3	0.248	0.021	52
1.4	0.2	0.022	46
1.5	0.162	0.023	44
1.6	0.14	0.024	42

Concretos						
Tipo	Proporcion Volumetrica	Bolsas de cemento	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (Litros)	Resistencia (kg/cm2)
1	1:5:1.5	12.6	0.53	0.55	226	303
2	1:1.5:2	11.3	0.48	0.64	221	270
3	1:1.5:2.5	10.1	0.43	0.71	216	245
4	1:1.5:3	9.3	0.37	0.79	207	230
5	1:2:3	9.8	0.55	0.55	227	210
6	1:2:5	9.1	0.51	0.64	226	195
7	1:2:3	8.4	0.47	0.71	216	180
8	1:2:3.5	7.8	0.44	0.76	212	170
9	1:2:3.5	7.3	0.41	0.82	211	160
10	1:2.5:2.5	8.3	0.58	0.58	232	156
11	1:2.5:3	7.6	0.54	0.65	222	147
12	1:2.5:3.5	7.2	0.51	0.71	209	132
13	1:2.5:4	6.7	0.48	0.77	218	118
14	1:3:4	6.3	0.53	0.71	224	94
15	1:3:4.5	5.9	0.5	0.75	217	89
16	1:3:5	5.6	0.47	0.79	215	80
17	1:3:6	5.5	0.47	0.84	180	75

Obras civiles para uso de constructores en la zona oriental de El Salvador				
Morteros				
Componentes por metro cubico				
Tipo de Mortero	Usos	Cemento	Arena (m3)	(Litros)
1.1	Afinar/Inx	24.7	0.7	380

Ilustración 23 – Resultados para impresión o guardar en PDF. Fuente: Docentes Investigadores.

## LICENCIAS DE APLICACIÓN.

En este apartado se podrán encontrar las licencias de uso de paquetería que posee la aplicación.

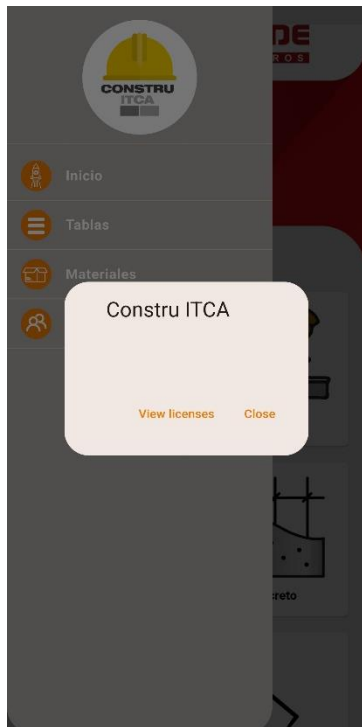


Ilustración 24 – Pantalla inicio licencia de la aplicación. Fuente: Docentes Investigadores.

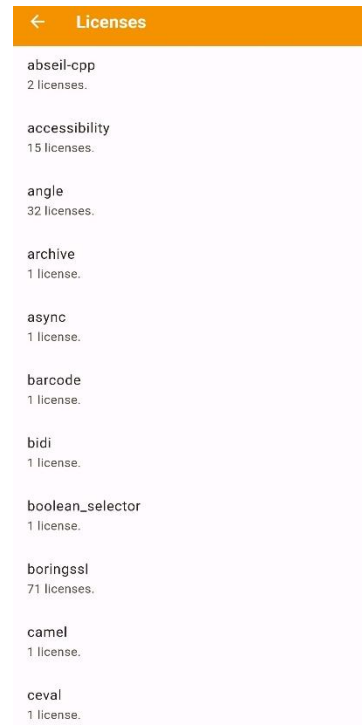


Ilustración 25 – Licencias de la aplicación. Fuente: Docentes Investigadores.

## 12.2. ANEXO 2. MANUAL DEL ANALISTA Y ADMINISTRADOR



“DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE CÁLCULOS DE MATERIALES Y PRESUPUESTOS DE OBRAS CIVILES PARA USO DE CONSTRUCTORES EN LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR.”

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 15/12/2023
--------------	----------------------------------

ELABORADO POR:	
1	ING. ALONSO ULISIS ARIAS GUEVARA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. BENJAMIN ALESSANDRO RAMÍREZ CHEVEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)

APROBADO POR:	
1	LIC. MARIO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

## INTRODUCCIÓN

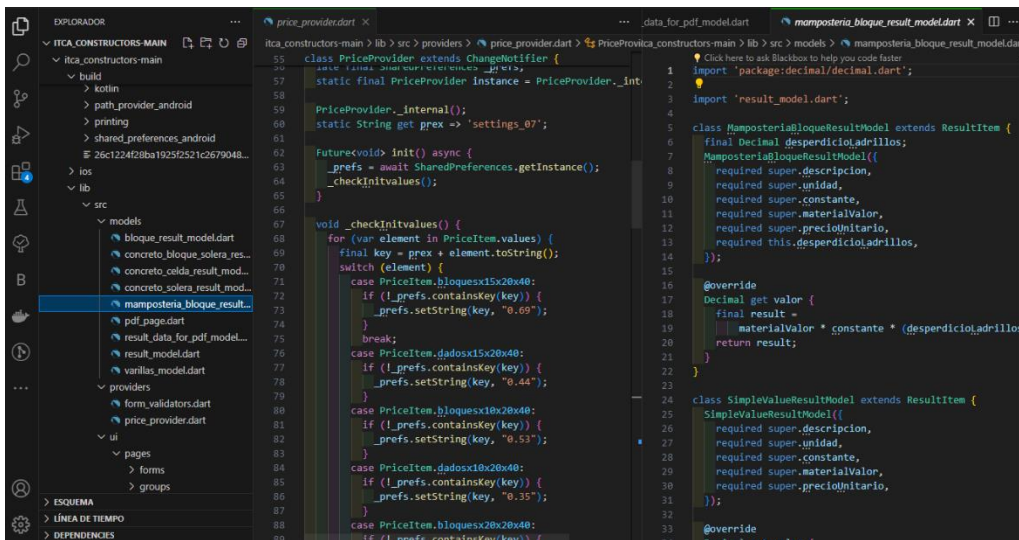
Bienvenido a este documento que contiene todas las especificaciones técnicas del proyecto de investigación sobre cálculo de materiales y presupuesto de obras civiles. En este documento encontrará una descripción detallada de los elementos que componen el proyecto, desde su planificación hasta su implementación.

Uno de los aspectos más importantes que se aborda en este proyecto es la implementación de tecnologías innovadoras, como la implementación de una base de datos clave-valor que permite la normalización cada uno de los procesos realizados en los cálculos de los materiales y que permite garantizar la consistencia y la integridad de la información obtenida, además de simplificar su gestión y análisis.

En este documento encontrará toda la información necesaria para comprender en profundidad el proyecto de investigación sobre cálculo de materiales y presupuesto, lo que permitirá tener una visión clara y detallada de todos los componentes de la aplicación.

## ARQUITECTURA

### INICIANDO LA ARQUITECTURA



```
class PriceProvider extends ChangeNotifier {
  static final PriceProvider Instance = PriceProvider._init();
  PriceProvider._internal();
  static String get prex => 'settings_07';
  Future<void> init() async {
    _prefs = await SharedPreferences.getInstance();
    _checkInitValues();
  }
  void _checkInitValues() {
    for (var element in PriceItem.values) {
      final key = prex + element.toString();
      switch (element) {
        case PriceItem.bloques15x20x40:
          if (!_prefs.containsKey(key)) {
            _prefs.setString(key, "0.69");
          }
          break;
        case PriceItem.dados15x20x40:
          if (!_prefs.containsKey(key)) {
            _prefs.setString(key, "0.44");
          }
          break;
        case PriceItem.bloques10x20x40:
          if (!_prefs.containsKey(key)) {
            _prefs.setString(key, "0.53");
          }
          break;
        case PriceItem.dados10x20x40:
          if (!_prefs.containsKey(key)) {
            _prefs.setString(key, "0.35");
          }
          break;
        case PriceItem.bloques20x20x40:
          if (!_prefs.containsKey(key)) {
            _prefs.setString(key, "0.35");
          }
          break;
      }
    }
  }
}

class MamposteriaBloqueResultModel extends ResultItem {
  final Decimal desperdicioAdrillos;
  MamposteriaBloqueResultModel({
    required super.descripcion,
    required super.unidad,
    required super.constante,
    required super.materialValor,
    required super.precioUnitario,
    required this.desperdicioAdrillos,
  });
  @override
  Decimal get valor {
    final result =
      materialValor * constante * (desperdicioAdrillos);
    return result;
  }
}

class SimpleValueResultModel extends ResultItem {
  SimpleValueResultModel({
    required super.descripcion,
    required super.unidad,
    required super.constante,
    required super.materialValor,
    required super.precioUnitario,
  });
  @override
  Decimal get valor {
    final result =
      materialValor * constante * precioUnitario;
    return result;
  }
}
```

Las aplicaciones Android pueden utilizar base de datos de clave-valor para que el almacenamiento de un sistema y las configuraciones en la aplicación sean sencillos, eficaces y permita gestionar datos de forma segura. Este sistema almacena datos como pares y valores, en donde asociaremos claves únicas para poder identificar un valor en específico. La implementación de la base de datos clave-valor destaca por su alta escalabilidad y la capacidad de integrar diversos factores para su funcionamiento. Este tipo de estructura está especialmente diseñada para el almacenamiento de datos, tanto de manera local como en los servicios en la nube.

## Base de datos Clave-Valor

Al diseñar una aplicación que utiliza una BD Clave-Valor, se debe de tener en cuenta que las estructuras de clave-valor deben de estar bien diseñadas, ya que estas estructuras permiten un código más legible y escalable. Al realizar la forma de capturar los datos correctos, es importante que también existan requisitos que deberán de ser funcionales para poder asegurar un rendimiento adecuado para la aplicación.

## Algunas sentencias

- Redis-Server es el actual almacenamiento en REDIS.
- Redis-cli es el cliente de REDIS (interfaz de línea de comandos).
- Por defecto la puerta a utilizar es la 6379.
- Comando Keys: para obtener todas las claves almacenadas que coincidan con el patrón.
- String: caché con expiración automática de una clave (comandos EXPIRE, TTL).

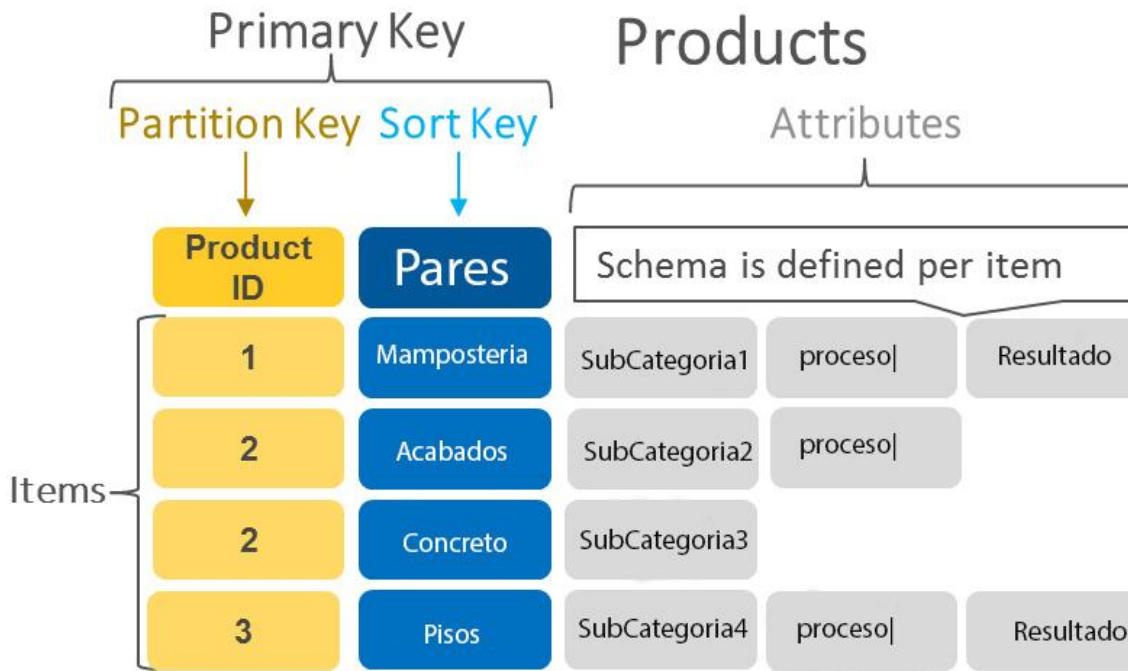
```
32 }
33 String toCamelCase(String str) {
34   return str.toLowerCase().split(' ').map((word) {
35     return word[0].toUpperCase() + word.substring(1);
36   }).join(' ');
37 }
38
39 String getItemName(PriceItem item){
40   var str = item.toString().replaceAll("PriceItem.", "");
41
42   //search for each uppercase and add a space before
43   for (var i = 0; i < str.length; i++) {
44     //AVOID NUMBERS
45     if(int.tryParse(str[i]) != null) continue;
46     if (str[i] == str[i].toUpperCase()) {
47       str = "${str.substring(0, i)} ${str.substring(i)}";
48       i++;
49     }
50   }
}
```

```
price_provider.dart X
itca_constructors-main > lib > src > providers > price_provider.dart > ...
Click here to ask Flutter to help you code faster
1 import 'package:decimal/decimal.dart';
2 import 'package:flutter/material.dart';
3 import 'package:shared_preferences/shared_preferences.dart';
4 import 'package:tuple/tuple.dart';
5
6 enum PriceItem {
7   bloques15x20x40,
8   dados15x20x40,
9   bloques10x20x40,
10  dados10x20x40,
11  bloques20x20x40,
12  dados20x20x40,
13  cemento|banilleria|ipoS,
14  arena,
15  aguaBarril,
16  agua,
17  dados,
18  cemento|ipo1,
19  gravaChispa,
20  grava,
21  bloques,
22  cemento|ipogu,
23  piedra,
24  ladrillo25x25,
25  acero1_4,
26  acero3_8,
27  acero1_2,
28  acero5_8,
29  acero3_4,
30  acero7_8,
31  acero1,
32 }
33 String toCamelCase(String str) {
```

```

price_provider.dart x
itca_constructores-main > lib > src > providers > price_provider.dart > ...
33 String toCamelCase(String str) {
34     return word[0].toUpperCase() + word.substring(1);
35 }.join(' ');
36 }
37 }
38
39 String getItemName(PriceItem item){
40     var str = item.toString().replaceAll("PriceItem.", "");
41
42     //search for each uppercase and add a space before
43     for (var i = 0; i < str.length; i++) {
44         //AVOID NUMBERS
45         if(int.tryParse(str[i]) != null) continue;
46         if (str[i] == str[i].toUpperCase()) {
47             str = "${str.substring(0, i)} ${str.substring(i)}";
48             i++;
49         }
50     }
51     str = str.replaceAll("x", " x");
52     return toCamelCase(str);
53 }
54
55 class PriceProvider extends ChangeNotifier {
56     late final SharedPreferences _prefs;
57     static final PriceProvider instance = PriceProvider._internal();
58
59     PriceProvider._internal();
60     static String get prex => 'settings_07';
61
62     Future<void> init() async {
63         _prefs = await SharedPreferences.getInstance();
64         _checkInitvalues();
65     }
66
67     void _checkInitvalues() {
68         for (var element in PriceItem.values) {

```









## SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

### 1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.  
Tel.: (503) 2132-7400

### 2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procvia.  
Tel.: (503) 2440-4348

### 3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.  
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

### 4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.  
Tel.: (503) 2669-2298

### 5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión  
Tel.: (503) 2668-4700

[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

