

**Sistema de desarrollo de
presupuestos para la Unidad de
Obras Civiles y Servicios
Municipales de la Municipalidad
de Pococí**

Abstract

The objective when carrying out this professional practice is the creation of a budget development system for the Unit of Civil Works and Municipal Services of the Municipality of Pococí, this system must be able to perform the calculation of labor, quantities of materials, tools, equipment, unit prices, all this in a simple, efficient, and fast way.

For this budget development system, Microsoft Excel calculation software is used, in which a database of unit prices corresponding to construction materials and labor is developed.

With the database done, and with a series of measurements, which are obtained from the documents and plans of the project, it is possible to obtain a detailed budget for it.

A tool is generated that provides solutions to situations that arise in the unit's budget estimation process, for example, delays in estimating project costs, which can be reflected in a delay in the design process and budgeting for the construction projects corresponding to the unit. It should be noted that the designed system makes a quick estimate of certain direct costs involved in the construction of the projects, where the cost of materials, labor and machinery are considered.

Keywords: Pococí, Municipality, budget, cost estimate, database.

Resumen

El objetivo al realizar esta práctica profesional es la creación de un sistema de desarrollo de presupuestos para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí, dicho sistema debe ser capaz de realizar el cálculo de mano de obra, cantidades de materiales, herramientas, equipo, precios unitarios, todo esto de una manera sencilla, eficiente y rápida.

Para dicho sistema de desarrollo de presupuestos, se emplea el software de cálculo Microsoft Excel, en el cual se desarrolla una base de datos de precios unitarios correspondientes a los materiales de construcción y mano de obra. Ya con la base de datos, más una serie de mediciones, las cuales se obtienen de los documentos y planos del proyecto, se logra obtener un presupuesto detallado del mismo.

Se genera una herramienta que brinda soluciones a situaciones que se presentan en el proceso de estimación de presupuestos de la Unidad, por ejemplo, demoras en la estimación de costos de los proyectos, lo cual se puede ver reflejado en un atraso en el proceso de diseño y presupuestación de las obras correspondientes a la Unidad. Cabe destacar, que el sistema diseñado realiza una estimación rápida de ciertos costos directos implicados en la construcción de los proyectos, donde se contempla el costo de los materiales, mano de obra y maquinaria.

Palabras Clave: Pococí, Municipalidad, presupuesto, estimación de costos, base de datos.

**Sistema de desarrollo de
presupuestos para la Unidad de
Obras Civiles y Servicios
Municipales de la Municipalidad
de Pococí**

Sistema de desarrollo de presupuestos para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí

SEBASTIÁN ARTURO CÓRDOBA ARTAVIA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2021

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	2
Resumen ejecutivo.....	3
Introducción.....	7
Marco teórico	8
Resultados	14
Análisis de los resultados	100
Conclusiones.....	107
Recomendaciones	108
Apéndices	109
Anexos	116
Referencias	132

Prefacio

Un espacio público adecuado genera una serie de beneficios económicos, sociales y físicos en la sociedad, dicho espacio debe diseñarse tomando en cuenta aspectos como la apropiación, mantenimiento, calidad, accesibilidad, seguridad y el costo del proyecto. Este último, es uno de los parámetros más importantes en la planificación de un proyecto constructivo, el proceso de estimación de costos implica la revisión de planos y otros documentos que estén involucrados directamente con el presupuesto de la obra.

La Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí tiene entre sus funciones mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón mediante la construcción de proyectos de obra pública que brinden seguridad, funcionalidad, accesibilidad y bienestar en forma inclusiva. Al ser fondos públicos el proceso de presupuestación realizado por la Unidad debe ser eficiente y preciso, de forma que se logre llegar a un aproximado del costo del proyecto, con el fin de que el costo real no varíe significativamente con respecto al costo aproximado obtenido por la Unidad.

Debido a lo antes descrito y al no contar con una herramienta de estimación de costos, es que surge el interés de la Unidad en la elaboración de un sistema de desarrollo de presupuestos, que venga a facilitar la estimación de los costos de los materiales y mano de obra implicada en los proyectos.

El proyecto consiste en la elaboración de un programa, el cual brinde soluciones a situaciones que se presentan en el proceso de estimación de presupuestos de la unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, facilitando el proceso de estimación de costos y presupuestación de obras civiles como lo son la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, vías, sistemas pluviales, entre otros proyectos. Esto mediante, un sistema donde mediante algunas consideraciones, según el proyecto a presupuestar, tales como cantidades,

metros lineales, dimensiones, entre otras, con el propósito de que el sistema se encargue de calcular el costo de los materiales y mano de obra de los involucrados en el proyecto, haciendo uso de una base de datos de precios de materiales, la cual se puede modificar de forma sencilla.

Primeramente, debo agradecer a Dios por permitirme llegar hasta acá. Seguidamente, a mi madre Irza Artavia y mi padre Víctor Córdoba por el apoyo incondicional a lo largo de este tiempo de vida. Agradezco a mi hermano Eric Baizán por su apoyo durante el desarrollo de la práctica profesional. De la misma manera, agradezco a mi novia Anyell Badilla por todo su apoyo a lo largo de este tiempo. Asimismo, quiero agradecer al profesor Ing. Milton Sandoval, por su disposición y su guía a lo largo del desarrollo de este proyecto.

Igualmente, agradezco al Ing. Brandon Agüero Maroto por sus consejos y ayuda durante el desarrollo de la práctica. Finalmente, agradezco a la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí por su apoyo y ayuda, por último, agradezco a cada una de las personas que me ayudaron al desarrollo de este proyecto.

Resumen ejecutivo

El objetivo principal de este proyecto fue el diseño e implementación de un sistema de desarrollo de presupuestos que facilite el proceso de estimación de costos de los proyectos a cargo de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.

Dicha Unidad pertenece al Departamento de Desarrollo y Control Urbano, perteneciente al nivel sustantivo de la Municipalidad de Pococí, entre sus funciones se destaca la búsqueda constante por mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón mediante la construcción de proyectos de obra pública que brinden seguridad, funcionalidad, accesibilidad y bienestar en forma inclusiva. Cabe destacar que la Unidad posee un gran flujo de proyectos, donde se destacan la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, calles de concreto armado (losas), puentes, sistemas de drenaje pluvial, espacios deportivos, plazas, parques, entre otras obras. Asimismo, la Unidad debe atender diferentes tipos de emergencias, donde debe actuar de forma inmediata y plantear soluciones a diferentes problemáticas, por ejemplo, desarrollar diferentes obras para evitar inundaciones y realizar remodelaciones o intervenciones de infraestructura pública en el cantón.

Durante las primeras semanas de la práctica profesional se determinó la falta de un sistema de estimación de costos, dicha labor es realizada en gran parte por el asistente y el Coordinador de la Unidad. En la mayoría de los casos, las estimaciones son realizadas con hojas de cálculo donde solo se contemplan los materiales, las mismas no se encuentran completamente desarrolladas y son un poco escuetas. Incluso en algunas ocasiones, el Consejo Municipal gira un presupuesto para un proyecto, sin ningún criterio profesional y estudio de pre-inversión, debido a esto, la Unidad se ve forzada a realizar el proyecto apegándose a las

condiciones brindadas sin estudios previos y sin haber realizado un presupuesto de los insumos necesarios para llevar cabo la obra.

Debido a la problemática expuesta, se desarrolló un sistema de estimación de costos para diferentes tipos obras civiles, con el objetivo de brindarle a la Unidad una herramienta que ayude a mejorar el proceso de estimación de costos. Para ello, se elaboró un programa mediante Microsoft Excel, que calcula de forma automática los costos directos de materiales, mano de obra y maquinaria implicados en un proyecto, donde el usuario solo debe ingresar de forma manual datos y dimensiones generales de la obra a presupuestar.

Respecto al desarrollo del Sistema de estimación de costos, se inició definiendo las características y el tipo de proyecto que se va a presupuestar con el sistema, lo cual se realizó junto al Coordinador de la Unidad el Ingeniero Brandon Agüero, donde se seleccionaron:

- Aceras
- Cunetas y cordones de caño
- Sistema de drenaje pluvial (colocación de alcantarillas, cajas de registro, pozos pluviales)
- Losas de concreto armado (calle)
- Asfaltado de caminos
- Pavimentos de adoquines

Se procedió definiendo un listado de las actividades constructivas involucradas en cada uno de los proyectos antes mencionados, aunado a esto se realizaron diagramas de flujo con el proceso constructivo. Cabe destacar que la herramienta contempla cada una de estas actividades en el cálculo del costo de la mano de obra y el costo de la maquinaria. Asimismo, el cálculo de dichos costos se realiza mediante el uso de rendimientos, para lo cual se realizó una base

de datos para los rendimientos de mano de obra y maquinaria.

Asimismo, se realizó una base de datos con los precios unitarios según el tipo de material y una base de datos con los precios unitarios según actividades involucradas en el proceso constructivo. Cabe destacar que cada base de datos cuenta con un filtro avanzado para buscar los datos requeridos, incluso cuentan con un botón asociado a un formulario para agregar nuevos registros. A continuación, se muestra un ejemplo de una de las bases de datos elaboradas.

Cabe destacar que las hojas de cálculo de Excel para cada uno de los proyectos son lo más importante del sistema, debido a que en ellas se visualiza cada uno de los costos implicados en la estimación.

Con el objetivo de estandarizar los procesos constructivos se realizó una Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí, donde se mencionan aspectos técnicos y se detalla las actividades constructivas para tres tipos de obras civiles, las cuales son: aceras, cordones de caño y pavimentos de adoquines.

Otro aspecto importante para tomar en cuenta respecto al sistema desarrollado es su validación y la comprobación de su correcto funcionamiento. Para ello, se realizó una comparación del costo de un proyecto real con el costo estimado con el sistema, lo cual evidenció que el sistema cumple con las expectativas, siendo capaz de estimar costos de manera rápida y con buena exactitud.

Proyecto: Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari				
Descripción (Costos totales)	Costos del proyecto construido por la Unidad	Costos estimados con el Sistema	Diferencia de costos	Variación (%)
Materiales	₡ 24.470.256,47	₡ 22.839.842,18	₡ 1.630.414,29	6,66%
Mano de obra	₡ 10.500.000,00	₡ 5.340.465,53	₡ 5.159.534,47	49,14%
Maquinaria	-	₡ 4.980.813,14	-	-
Imprevistos	-	₡ 1.658.056,04	-	-
Costo total del proyecto	₡ 34.970.256,47	₡ 34.819.176,89	₡ 151.079,58	0,43%

Figura 1. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Comparación entre el costo real y el costo estimado con el Sistema
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

De la figura anterior, se evidencia una variación de 6,66%, en los costos de los materiales, donde se obtiene un costo más bajo con la herramienta. Una posible fuente de error es la diferencia de precios, esto por la fecha de ejecución del proyecto, el cual fue concluido en noviembre del año 2020.

En cuanto al costo de la mano de obra, se tiene una variación del 49,14%, obteniendo una diferencia con un margen bastante considerable, sin embargo, la fuente de error se debe a varias variables. Primeramente, el sistema funciona con rendimientos obtenidos de diferentes fuentes y no son rendimientos propios de la cuadrilla que construyó dicho proyecto, igualmente los

rendimientos pueden variar y dependen de múltiples factores como lo son la cantidad de trabajadores, las condiciones climáticas, experiencia y equipo. La Unidad reportó ₡10 500 000 correspondientes a la mano de obra, mientras que el sistema estimó un poco más de 5 millones de colones, aunque el sistema contempla el salario del operador de la maquinaria directamente en el monto correspondiente al costo de la maquinaria, por lo contrario, la Unidad contempla dicho monto dentro de la mano de obra.

Respecto al costo de la maquinaria, la Unidad no contempla dicho monto, esto debido a que fue un proyecto construido con maquinaria

propia (retroexcavadora). La Unidad no cuenta con una herramienta para estimar el costo por hora de la propia maquinaria.

Por último, se obtuvo una variación 0,43% entre el costo total estimado con el sistema y el costo total del proyecto ya construido, lo cual nos indica que el costo real del proyecto es mayor por solo ¢151 000, por ende, el sistema estimó un costo muy similar. Con la comparación realizada se puede asegurar el funcionamiento de la aplicación y se corrobora que los presupuestos generados se adaptan a las exigencias y parámetros de la Unidad. Por último, se realizó un

manual de uso y descripción del sistema de desarrollo de presupuestos, donde se explica paso a paso el procedimiento para realizar un presupuesto general que abarque varios tipos de obras civiles, incluso se detalla cada una de las pestañas y la función que cumplen dentro del sistema.

A continuación, se muestra un ejemplo de la pestaña del sistema correspondiente al resumen de proyecto general, donde se puede visualizar realizar una estimación de un proyecto que abarque diferentes obras civiles.

Resumen: Proyecto General							Referencia
Contiene	Código	Tipo de proyecto	Costo Material	Costo Mano de Obras	Costo Maquinaria	Costo Total	
si	AC-01	Aceras	¢3.429.897,34	¢507.092,14	¢294.774,03	¢4.443.351,68	lr
si	CU-01	Cunetas y cordón de caño	¢4.636.915,32	¢1.042.165,02	¢769.194,85	¢6.770.688,95	lr
si	SDP-01	Sistema de Drenaje Pluvial	¢10.350.409,63	¢1.847.903,06	¢1.588.194,53	¢14.475.832,58	lr
si	LC-01	Losas de concreto armado (calle)	¢20.936.408,75	¢3.016.821,29	¢3.807.365,81	¢29.148.625,64	lr
si	AS-01	Asfaltado	-	-	-	¢132.776.870,67	lr
si	PA-01	Pavimento de adoquines	¢6.228.303,50	¢437.897,69	¢562.292,83	¢7.589.918,73	lr
TOTAL			¢45.581.934,54	¢6.851.879,20	¢7.021.822,05	¢195.205.288,25	

Figura 2. Pestaña llamada Resumen: Proyecto General
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

A continuación, se muestran las conclusiones del proyecto realizado:

1. La Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales no cuenta con un sistema de estimación de costos definido, lo cual convierte dicha labor en un proceso de mayor duración que depende del criterio y experiencia del encargado.
2. Se desarrollo un sistema de estimación de costos, mediante el programa Microsoft Excel, el cual estima diferentes tipos de obras civiles, ajustándose a las necesidades de la Unidad.

3. La herramienta creada es muy práctica y fácil de utilizar para sus usuarios, esto se logró con la implementación de líneas de código de Visual Basic (VBA) que ayudaron a mejorar la manejabilidad de la aplicación.
4. Se crearon tres bases de datos que forman parte del sistema de estimación de costos, las mismas complementan la herramienta y ayudan a mejorar el proceso de estimación de costos; se elaboró una base de datos para precios unitarios de los materiales y otra para las

actividades, finalmente se creó una base de datos para los rendimientos de la mano de obra y la maquinaria.

5. Se realizó una Guía para la construcción de obras civiles menores para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, donde se mencionan especificaciones técnicas y se detalla el proceso constructivo para tres tipos de proyectos: aceras, cunetas y cordón de caño y pavimento de adoquines; lo que se busca es estandarizar los procesos constructivos, lo cual mejora el control y calidad de los proyectos.
6. Como parte de la comprobación del sistema, se realizó una comparación del costo de un proyecto real con la estimación de ese mismo proyecto realizada con la herramienta, lo cual arrojó

costos muy similares, por lo tanto, se concluye que el sistema creado brinda estimaciones precisas, que cumplen con las necesidades de la Unidad.

7. Con la finalidad de brindarle al usuario una herramienta que sirva de guía, se realizó un Manual de Uso del Sistema de desarrollo de presupuestos, donde se detalla paso a paso el procedimiento para realizar un presupuesto y para modificar cualquier pestaña del sistema como las bases de datos y hojas de cálculo de los proyectos.

Introducción

Costa Rica cuenta con una división por provincias, las cuales poseen cantones y estos a su vez se dividen en distritos. Las municipalidades se conocen como gobiernos locales de un cantón, donde por medio de la recolección de impuestos de los contribuyentes, se obtienen los ingresos económicos necesarios para el desarrollo de los proyectos de dicha zona. La Municipalidad de Pococí, fue fundada el 19 de setiembre de 1911, su misión es la de impulsar el desarrollo integral comunal de la mano con la ciudadanía. En cuanto a su estructura organizativa se tiene un primer nivel político conformado por el Concejo Municipal y la Alcaldía, nivel de fiscalización, nivel de asesoría y servicios y nivel sustantivo.

Este trabajo de graduación se realiza en la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, la cual pertenece al Departamento de Desarrollo y Control Urbano, perteneciente al nivel sustantivo. Dicha Unidad de Obras Civiles tiene entre sus funciones se destacada la de habilitar y recuperar espacios recreativos y deportivos para el disfrute y aprovechamiento de la población. Asimismo, busca mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón mediante la construcción de proyectos de obra pública que brinden seguridad, funcionabilidad, accesibilidad y bienestar en forma inclusiva.

El objetivo fundamental de este proyecto es el diseño e implementación de un sistema de desarrollo de presupuestos para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí, el cual sea capaz de realizar el cálculo de mano de obra, cantidades de materiales, equipo y precios unitarios implicados en los diferentes proyectos.

El proyecto consiste en la elaboración de un programa, para la estimación de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, facilitando el proceso de estimación

de costos y presupuestación de obras civiles como lo son la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, vías, sistemas pluviales, entre otros proyectos.

Con el manual de uso y funcionamiento del sistema propuesto se espera brindar una herramienta con un lenguaje simple y sencillo, que facilite la implementación de dicho sistema de desarrollo de presupuestos.

El objetivo general planteado para este proyecto es el diseño e implementación de un sistema de desarrollo de presupuestos, que facilite el proceso de estimación de costos de los proyectos a cargo de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.

Con el fin de alcanzar dicho objetivo, se contemplan los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar el sistema de presupuestos y estimación de costos que utiliza la Unidad de Obras Civiles, para la determinación de la situación actual.
- Desarrollar un sistema de estimación de costos, que facilite el proceso de presupuestación de los proyectos a cargo de la unidad de Obras Civiles.
- Desarrollar una guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.
- Implementar el sistema propuesto en un proyecto piloto, donde se desarrolle el presupuesto mediante su aplicación para la comprobar del sistema.
- Diseñar un manual de uso y funcionamiento del sistema propuesto, que facilite su aplicación y mantenimiento.

Marco teórico

Con el fin de facilitar la comprensión del lector, se definen conceptos importantes empleados en este escrito, con la finalidad de generar un mejor entendimiento de los parámetros que sustentan este proyecto. A continuación, se muestra un marco de referencias:

Estimación de costos

El PMI (2017) define como estimación de costos una evaluación cuantitativa de los costos probables de los recursos necesarios para completar la actividad. Es una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado.” Asimismo, la estimación de costos busca asignar los costos requeridos para cada uno de los recursos necesarios durante la duración del proyecto, como, por ejemplo, el personal implicado, los materiales, el equipamiento, las herramientas, instalaciones, servicios, entre otros. Cabe destacar que dicha estimación puede realizarse de manera detallada para cada actividad o de forma resumida, esto según las necesidades. El principal beneficio de dicho proceso es la determinación de los recursos monetarios requeridos para el proyecto.

De la misma forma, PMI (2017), menciona que para la para estimación de costos, como todo proceso, como todo proceso se deben considerar elementos de entrada y de salida, así como técnicas y herramientas empleadas con el fin de obtener resultados (elementos de salida).

Datos de entrada:

- Plan para la dirección del proyecto.
- Documentos del proyecto (cronograma del proyecto, requisitos de recursos, entre otros).
- Factores ambientales de la empresa.
- Activos de los procesos de organización

Entre las herramientas y técnicas más relevantes se tienen las siguientes:

- **Juicio de expertos:** se toma en cuenta la pericia y conocimiento especializados. (Métodos de estimación de costos)
 - **Estimación análoga:** utiliza atributos o datos de proyectos similares (alcance, costo, presupuesto, duración, entre otros.) como base para la estimación de costos del proyecto.
 - **Estimación paramétrica:** emplea relaciones con estadísticas de datos históricos de la empresa con el fin de estimar el costo, se pueden lograr datos con altos niveles de exactitud.
 - **Estimación ascendente:** con esta técnica se busca el mayor nivel de detalle posible para cada actividad, de esta forma se irá acumulando para cada nivel hasta obtener el costo total del proyecto. Depende directamente del nivel de detalle para cada actividad, dicho detalle influye en la estimación del costo total del proyecto.
- Existen otras técnicas para obtener presupuestos como lo son: estimación por tres valores, análisis de datos, sistema de información para la dirección de proyectos, toma de decisiones. Mediante la implementación de dichas técnicas, se obtienen los siguientes resultados, en forma de datos de salida:
- Estimaciones de costos
 - Base de las estimaciones
 - Actualización de registros de lecciones aprendidas y registro de riesgos.

Presupuesto y su determinación

Según PMI (2017), la determinación del presupuesto “es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada”. Con esto se puede determinar una especie de línea base de costos con respecto a la cual se puede controlar y observar el desempeño del proyecto.

En algunos proyectos con alcances más reducidos, la estimación de costos y la preparación del presupuesto en términos de costos se encuentran estrechamente ligadas, incluso pueden considerarse un solo proceso, el cual puede realizarlo una sola persona en un periodo de tiempo relativamente corto.

Actualmente, la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales no cuenta con una herramienta establecida para dicho proceso, debido a esto se pretende elaborar un sistema de desarrollo de presupuesto, el cual venga a agilizar la estimación de costos, mediante la técnica de estimación ascendente. Para ello, es importante definir algunos conceptos:

- **Presupuesto:** es la estimación del costo de un proyecto previo a la construcción de este. Se trata, por lo tanto, de una aproximación al valor real.
- **Costos directos:** vienen a ser son los costos atribuidos directamente a cada proyecto.
- **Costos indirectos:** se refiere a todos los gastos administrativos de operación.
- **Imprevistos:** representa un porcentaje del costo total del presupuesto, el cual puede usarse si el proyecto lo requiere, ya sea por condiciones climáticas, alguna situación imprevista e inherente a la naturaleza del proyecto que impacte en el costo total del proyecto.
- **Alcance:** El PMI (2017) indica que el alcance del proyecto viene ser el trabajo

realizado para entregar un producto o resultado con las funciones y características especificadas, el cual se realiza progresivamente durante el ciclo de vida del proyecto.

- **Estructura de Desglose del Trabajo (EDT):** Según PMI (2017), viene a ser una técnica empleada para la delimitación del alcance de un proyecto, la cual consiste en subdividir los entregables del proyecto, así como subdividir el trabajo implicado en el desarrollo de dicho proyecto en elementos pequeños, y de esta forma facilitar su visualización y su manejo.

Diagrama de Flujo

Un diagrama de flujo de tareas representa el orden en que las tareas se llevan a cabo en la organización, también denota la relación lógica entre todas las tareas que componen el diagrama (Fernández y Quintanar, 2015). Según el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan), los diagramas de flujo son representaciones gráficas las cuales mediante símbolos y flechas representan los pasos a seguir o etapas, todo esto con una secuencia lógica.

Las ventajas de utilizar diagramas de flujo son que, favorecen la comprensión del proceso al mostrarlo como un dibujo, permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora de un proceso y son una buena herramienta para capacitar tanto a nuevos empleados como a los que realizan las tareas (Mideplan, 2009)

Cabe destacar que este tipo herramienta es muy útil en la construcción, con el diagrama de flujo de un proceso se pueden observar las actividades o tareas involucradas, su orden secuencial (inicio y final) y el alcance del proceso estudiado. En el desarrollo de este proyecto, se recurre al uso de la simbología ANSI, referida a Mideplan, 2009. Seguidamente, se muestra una figura con dicha simbología.






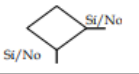



Símbolo	Significado
	Inicio / Fin
	Operación / Actividad
	Documento
	Datos
	Almacenamiento / Archivo
	Decisión
	Líneas de flujo
	Conector
	Conector de página

Figura 3. Simbología ANSI. Construcción de diagramas de flujo.

Fuente: Mideplan, 2009.

Estandarización de los procesos constructivos

Primeramente, estandarizar los procesos constructivos, hace referencia a la unificación de los diferentes procedimientos implicados en cada una de las obras, con el objetivo de reducir tiempos, costos, mano de obra, facilitar la inspección y eficiencia en los proyectos.

Un modelo de estandarización viene a ser un tipo de guía que orienta los pasos a seguir en cada proceso, en este caso, la guía para la construcción realizada para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales tiene como objetivo estandarizar el proceso constructivo de diferentes obras civiles menores, específicamente para los proyectos como aceras, cordones y pavimentos de adoquines.

Guía para la construcción de obras civiles menores

Se realizó una guía que describe aspectos técnicos y requerimientos necesarios a nivel

nacional en cuanto a la construcción de este tipo de obras civiles, buscando una adecuada y correcta construcción de estas.

Seguridad en la construcción

En la industria de la construcción, las regulaciones de seguridad son claves para minimizar los riesgos en las construcciones, su objetivo es propiciar un ambiente de trabajo más controlado y seguro, el cual genere las condiciones laborales y el ambiente necesario para el bienestar del trabajador, priorizando en todo momento la salud de este. Nuestro país cuenta con el Reglamento General de Seguridad en Construcciones del MTSS, en donde se dictan una serie de regulaciones en aspectos de seguridad, el mismo rige para todo el país y es de aplicación obligatoria en todos los centros y lugares de trabajo en donde se desarrolle cualquier actividad de construcción.

Metodología

La Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí se dedica a la construcción de diferentes proyectos como lo son la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, vías, sistemas pluviales, entre otros proyectos. Dicha Unidad está constituido por el coordinador, asistente, administrador, inspectores y peones ocasionales.

El proyecto consiste en la elaboración de un programa, el cual brinde soluciones a situaciones que se presentan en el proceso de estimación de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, facilitando el proceso de estimación de costos y presupuestación de obras civiles como lo son la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, vías, sistemas pluviales, entre otros proyectos.

El objetivo general planteado para este proyecto es el diseño e implementación de un sistema de desarrollo de presupuestos, que facilite el proceso de estimación de costos de los proyectos a cargo de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí. Con el propósito de alcanzar dicho objetivo, se plantearon algunos objetivos específicos como la determinación de la situación actual de la Unidad, esto respecto a sus herramientas para la estimación de costo.

Asimismo, se desarrolló un sistema de estimación de costos, el cual fue validado con la comparación del costo de un proyecto real con el costo estimado el sistema, y de esta manera determinar su eficiencia. Además, se realizó una Guía para la construcción de diferentes obras con el objetivo de brindarle a la Unidad una herramienta que ayude a la estandarización del proceso constructivo. Por último, se diseñó un manual acerca del uso y funcionamiento del sistema propuesto.

Con el propósito de alcanzar los objetivos mencionados se definió una metodología para cada uno de ellos, donde se detalla el proceso

empleado para el cumplimiento de los objetivos, así como, el desarrollo de este proyecto.

Situación actual de la Unidad

Primeramente, con el fin de comprender la situación actual de la Unidad, se realizaron diferentes reuniones con el Coordinador, el Ing. Brandon Agüero Maroto, en las que en las que se abarcaron aspectos acerca de cómo es la estructura organizacional, tipos de proyectos, tipos de contratos, formato de informes, encargado de la estimación de costos, hojas de cálculo empleadas, entre otros aspectos. Asimismo, se aplicó un cuestionario (Apéndice N°1) a ciertos funcionarios con el fin de recopilar la mayor información posible acerca del funcionamiento de la unidad y el método utilizado para la estimación de costos y realización de presupuestos.

Asimismo, se realizaron consultas al Ing. Freddy Rivera Varela, Coordinador de la Unidad Técnica de Gestión Vial Municipal, esto para temas de caminos y pavimentos. También, se facilitaron algunos planos de diferentes obras menores (Anexo N°1), los cuales contribuyeron en la estimación de los costos de los proyectos.

Posteriormente, se facilitaron los informes de los Proyectos 2020 a cargo de la Unidad, debido a esto se logró visualizar diferentes temas, como el procedimiento que se debe llevar a cabo a la hora de realizar un proyecto en la Municipalidad, formato y algunos precios unitarios de materiales y maquinaria. Por otro lado, en una reunión con el Coordinador de la Unidad se definieron las características y el tipo de proyecto que se van a presupuestar con el sistema, esto con la finalidad de limitar el alcance del sistema.

Además, se realizaron algunos presupuestos de forma manual y con apoyo de las hojas de cálculo facilitadas, esto con el objetivo de familiarizarse con el tipo de proyecto que maneja la Unidad de Obras Civiles. Cabe destacar que muy pocos proyectos, cuentan con planos constructivos, incluso deben ajustarse a un presupuesto girado sin criterio técnico. Esto ayudó a tener una noción del costo estimado de este tipo de proyectos.

Asimismo, se visitó diferentes proyectos en diferentes etapas de construcción a lo largo del cantón de Pococí, empleando la observación como un instrumento importante en la determinación de la forma de trabajar y los procesos constructivos empleados por la Unidad.

Desarrollo del sistema de estimación de costos

Respecto al desarrollo del sistema de estimación de costos, se inició definiendo las características y el tipo de proyecto que se va a presupuestar con el sistema, lo cual se realizó junto al Coordinador de la Unidad el Ingeniero Brandon Agüero, donde se seleccionaron:

- Aceras
- Cunetas y cordones de caño
- Sistema de drenaje pluvial (colocación de alcantarillas, cajas de registro, pozos pluviales)
- Caminos y calles pavimentadas

Asimismo, se procedió definiendo un listado de las actividades constructivas involucradas en cada uno de los proyectos antes mencionados, tales como movimientos de tierras, conformación y colocación de encofrados, colado de diferentes estructuras, entre otras labores implicadas. También, se tomó como referencia los presupuestos elaborados durante la práctica profesional y las sugerencias dadas por los Inspectores, Asistente de Ingeniería y el Coordinador de la Unidad. El objetivo de dichas listas es definir las actividades implicadas en cada uno de los proyectos seleccionados, y de esta forma, elaborar una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) donde se visualice cada una de las

actividades y los recursos necesarios para construir cada obra.

Adicionalmente, se elaboraron diagramas de flujo donde se observan las prácticas constructivas empleadas por la Unidad, en cada uno de los proyectos, lo cual refuerza el proceso de estimación de costos. Cabe destacar que el sistema está diseñado para todos los colaboradores de la Unidad, incluyendo personal con poca experiencia en campo, por ende, los diagramas vienen a facilitar la comprensión y la interpretación del proceso constructivo de cada proyecto.

Seguidamente, se realizaron las estructuras de desglose del trabajo (EDT), mencionadas anteriormente, asimismo, se procede a definir la estructura de costos, donde se estiman algunos costos directos como lo son: cantidad de materiales, mano de obra y maquinaria, incluyendo un porcentaje de imprevistos, con la finalidad de estimar un costo aproximado del proyecto. Para ello, se seleccionó el software Excel como herramienta para realizar el programa, esto al ser un software sencillo, de bajo costo, y de uso común dentro del ámbito de la Unidad. Por lo tanto, las EDT creadas consisten en hojas de cálculo en donde en cada una de ellas se estima la totalidad o un elemento constructivo del proyecto (como en el caso del Sistema de Drenaje Pluvial).

Como son hojas de cálculo, el usuario solo debe indicar algunos valores y datos de carácter general, tales como cantidades, dimensiones, resistencia del concreto, en algunos casos seleccionar el tipo de material para la base, entre otros datos. Ya con ello, el sistema estima la cantidad de materiales, mano de obra, la maquinaria, y con ello obtener un costo general del proyecto. Asimismo, se realizó una revisión de manuales, guías y videos acerca del uso del software Microsoft Excel y del editor de Visual Basic, con la finalidad de crear una interfaz y lograr un mejor funcionamiento y diseño del programa.

De manera simultánea, se creó una base de datos de precios unitarios de los recursos e insumos necesarios para el proceso de estimación de costos de los proyectos, la cual se complementa con el sistema creado y genere una mejor estimación de los costos. Cabe destacar que el costo de los recursos se asigna de forma manual, esto con el objetivo de que los colaboradores de la Unidad puedan modificar los precios, ajustándolos al mercado de Costa Rica.

Guía para la construcción de obras civiles

Complementario al Sistema de estimación de costos, se desarrolló una Guía para la construcción de obras civiles menores contempladas en el sistema de estimación de costos, y de esta forma generar una herramienta para la Unidad y sus colaboradores, donde se pueda visualizar formalidades técnicas que se deben cumplir para construir de buena manera, así mismo, se describen ciertas consideraciones en aspectos de seguridad, con el objetivo de minimizar los riesgos en las obras.

La guía es una herramienta que describe y ayuda a mejorar los procesos constructivos, asegurando una construcción más segura, cumpliendo con las especificaciones y normas necesarias para cada tipo de proyecto entre los cuales se tiene: aceras, cunetas y cordones y pavimento de adoquines.

Para ello, se realizó un estudio de la normativa vigente en Costa Rica, tomando como referencia el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010, Código Sísmico de Costa Rica (CSCR 2010), Guía para el Diseño y la Construcción del Espacio Público en Costa Rica 2020, Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias, Reglamentos municipales, así como otros documentos afines al tema.

Asimismo, del objetivo anterior, se tomó en cuenta el listado de actividades implicadas en el proceso constructivo en cada uno de los proyectos. Del mismo modo, se tomó en cuenta los diagramas de flujo donde se observan las prácticas constructivas empleadas por la Unidad, en cada uno de los proyectos, complementando dicha herramienta con la normativa mencionada anteriormente.

Con la guía se logró estandarizar los procesos constructivos de los proyectos contemplados, lo cual contribuye al control y a la estimación de los costos de los mismo. Con la estandarización se puede optimizar el flujo de trabajo, esto al conocer de antemano las actividades implicadas en el proceso constructivo, incluso se logró definir las actividades predecesoras y sucesoras.

Comprobación del sistema de estimación de costos

El sistema de estimación de costos realizado fue particularmente elaborado sin bases previas o puntos de partida, dado que la Unidad no contaba con ningún tipo de herramienta destinada al desarrollo de presupuestos de obras civiles.

Asimismo, buscando darle validez al programa creado, se realizó una comparación del costo real de un proyecto ya construido con el costo generado por el sistema. Al realizar la comparación descrita se obtuvo un parámetro comparativo, el cual permitió verificar el funcionamiento y la eficiencia de herramienta elaborada.

Desarrollo del manual de uso

Se desarrolló un manual de uso del sistema elaborado, donde se muestra el procedimiento para elaborar un presupuesto, sirviendo de guía para los colaboradores de la Unidad. El propósito es crear una herramienta que sea complementaria al sistema, facilitando su uso y comprensión, la cual le permita a cualquier usuario con conocimiento del proceso constructivo, realizar una estimación de los costos implicados en el proyecto. Cabe destacar que utilizar el sistema es muy sencillo, incluso se solicita la menor cantidad de información para cada una de las obras civiles.

El manual describe paso a paso, como realizar un presupuesto según el proyecto seleccionado, actualizar precios, cambiar o agregar algún dato a la base de datos, modificar las listas de materiales, modificar costos asociados a las hojas de cálculo, entre otras acciones. Asimismo, se describe cada una de las pestañas que componen el sistema, incluso se detalla las líneas de código programadas para mejorar el diseño y funcionamiento de la herramienta.

Resultados

Situación actual de la Unidad

La Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales pertenece al Departamento de Desarrollo y control Urbano, perteneciente al nivel sustantivo de la Municipalidad de Pococí. Su estructura organizativa está conformada en el primer nivel por un coordinador, en el segundo nivel un asistente de ingeniería y una administradora, en el tercer nivel se tienen los inspectores de campo, y por último los operarios, peones de planta y peones ocasionales. Estos últimos, son contratados por 3 meses o 6 meses, incluso un año, esto dependiendo del tipo de proyecto. Asimismo, algunos de los colaboradores vuelven a contratarse una vez concluya su contrato, por lo que se cuenta con peones y operarios con cierta experiencia en diferentes proyectos.

Dicha Unidad posee muchos años de experiencia y diversos proyectos a lo largo del cantón de Pococí, no obstante, es una Unidad que necesita actualización y nuevas prácticas en diferentes áreas, entre las cuales se encuentra la estimación de costos. El coordinador posee más de 8 años en el cargo, donde poco a poco ha ido implementando nuevas prácticas en el ámbito de la administración de obra y el manejo del personal.

En la reunión realizada a finales del año 2020, el Coordinador de la Unidad el Ing. Brandon Agüero, mencionó la falta de un proceso o un sistema de estimación de costos debidamente establecido, lo cual fue comprobado en el transcurso de la práctica profesional, donde se pudo constatar la falta de este tipo de herramientas. Cada vez que se realizan los cálculos de la cantidad de materiales se requiere hacer uso de una nueva hoja de cálculo o incluso realizar los cálculos a mano. Cabe destacar que los encargados de realizar los presupuestos de las

obras civiles son el mismo Ing. Agüero y el Asistente de ingeniería el señor Frank Benavides Jiménez.

Asimismo, no se cuenta con rendimientos de mano de obra, ni con una base de datos de precios unitarios de los materiales e insumos. Lo antes descrito, evidencia que la estimación de costos depende de múltiples factores como lo son la experiencia del presupuestista, dejando a su criterio la asignación de precios y costos de ciertas actividades. Algunas obras se llevan a cabo sin ningún estudio preliminar y sin planos constructivos, lo cual complica la estimación de los costos. Incluso en algunas ocasiones el presupuesto es girado por el Consejo de Municipalidad, esto sin ningún estudio o criterio técnico, lo cual repercute en el alcance y en el desarrollo del proyecto como tal.

De igual manera, no se cuenta con una estructura de costos (costos directos, costos indirectos, imprevistos, transportes, entre otros), básicamente se estima la cantidad de materiales necesarios para cada obra, el tipo de maquinaria y su posible duración.

Respecto al tipo de proyectos realizados, se tienen los siguientes: la construcción de aceras, cunetas y cordones de caño, puentes peatonales, puentes, sistemas drenaje pluviales, canchas de fútbol, centros de recreación, muros de retención, caminos y trochas transitables, atención de emergencias, entre otros. La Unidad maneja tres tipos de contratos para los diferentes proyectos, los cuales son: administración propia, por contrato y por convenio.

A continuación, se muestran los pasos a seguir de un proyecto constructivo en la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales:

1. Contenido presupuestario (partida)
2. Preparar el Cartel de Licitación.
3. Enviarlo al Departamento de Proveduría y Financiero (proceso de licitación) terminar el cartel con todo lo referente al ámbito legal, se invita a los proveedores inscritos en la Municipalidad.

4. Los proveedores presentan la oferta y se las envían a la Unidad, posteriormente el Departamento de Contaduría realiza la recomendación con base en las ofertas.
5. Seguidamente se procede a realizar la orden de compra, la cual inicia con una Solicitud de Compra de Bienes y Servicios al departamento de Proveeduría
6. Se gira la orden de inicio del proyecto, ya sea por contrato de administración propia, por convenio o por contrato.
7. Se procede a dar inicio al proyecto en campo.
8. Proceso constructivo del proyecto
9. Finalmente se realiza un informe de cierre acerca de lo realizado en el proyecto.

Por otro lado, se facilitaron diferentes documentos, entre los cuales se tiene, el Diccionario de Imputaciones Presupuestarias del Sector Público, el cual sirve de guía en la clasificación de los bienes y servicios que adquiere cada institución pública con cargo a las diferentes subpartidas. Asimismo, el coordinador facilitó hojas de cálculo de su propia autoría, donde se puede calcular de modo general la cantidad de material necesario para diferentes obras civiles menores como lo son las aceras, cordones de caño y cajas de registro. De igual manera, se puso a disposición una serie de planos (Anexo N°1), correspondientes a obras civiles menores como lo son cajas de registro y aceras. Del mismo modo, se puso a disposición los Informes de los Proyectos del 2020 a cargo de la Unidad, con información acerca de cada proceso de licitación y el formato del cartel de licitación con sus especificaciones establecidas, según el proyecto. Cabe destacar que el cartel de licitación detalla las formas de pago, plazo y monto, entrega, cantidades de referencia y presentación de la oferta, especificaciones de la contratación, criterios de valorización para adjudicación.

Además, en los diferentes informes de los proyectos se detalla información como el perfil de contratación para el proyecto (objeto y modalidad de la contratación), solicitud de compra de bienes y servicios, oferta económica, orden de compra por bienes y servicios, pagos realizados (facturas), informes de material recibido, informes diarios de horas laboradas de maquinaria.

A continuación, se muestra un cuadro con el nombre y el costo de cada uno de los proyectos

implicados en los informes mencionados anteriormente:

Cuadro 1. Informes de los Proyectos 2020	
Proyecto	Costo
Mejoras Sistema de Drenaje y Alcantarillado Campo de Aterrizaje, Cariari	₡ 23.000.000
Mejoras Barrio Los Amigos Campo Cinco 7-02-231, Cariari. Ley 8114	₡ 26.000.000
Construcción Puentes en Calle 6 Jiménez Ley 8114	₡ 55.000.000
Mejoras camino Palmitas Centro, La Rita	₡ 28.000.000
Mejoras caminos Los Bovinos 7.02,272 Guápiles Ley 8114	₡ 30.000.000
Mejoras camino Barrio La Cruz, Cariari	₡ 30.245.693
Sistema de Drenaje y Cementado Calle Las Brisas Caribe de Cariari Ley 8114	₡ 26.000.000
Rehabilitación Caminos en el Cantón	₡ 36.499.452
Construcción Parque Roxana y Sistema de Drenaje	₡ 50.000.000
Mejoras camino Frutapan, Guápiles	₡ 10.000.000

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Por otro lado, se realizaron visitas a distintas obras civiles en su etapa de ejecución a lo largo del cantón de Pococí, donde se observaron algunos procesos constructivos empleados por la Unidad. Durante los primeros meses de la práctica profesional se visitaron varios proyectos entre los cuales se tiene los siguientes: aceras, cunetas y cordones de caño, sistemas pluviales (cajas de registro, pozos pluviales, alcantarillado), drenajes, pavimento de adoquines, caminos (losas de concreto), entre otros.

Cabe destacar que el cuestionario (Apéndice N°1) aplicado al personal de la oficina de la Unidad, colaboró con la recolección de dicha información, y nos da una idea más clara de cómo funcionan los diferentes procesos mencionados anteriormente.

Seguidamente, se muestran fotografías de algunas obras civiles tomadas con el teléfono celular, donde se observan diferentes procesos constructivos implicados en la estimación de costos de la Unidad. En la Figura 4, se puede observar la colocación de alcantarillas (36 pulgadas) en la construcción de un drenaje en el distrito de Roxana. En la Figura 5 y Figura 6 respectivamente, se ilustra la construcción de un pavimento de adoquines de alto tránsito y la construcción de una acera, ambas en el distrito de Cariari.



Figura 4. Colocación de alcantarillado.
Fuente: Propia autoría.



Figura 5. Pavimento de adoquines.
Fuente: Propia autoría.

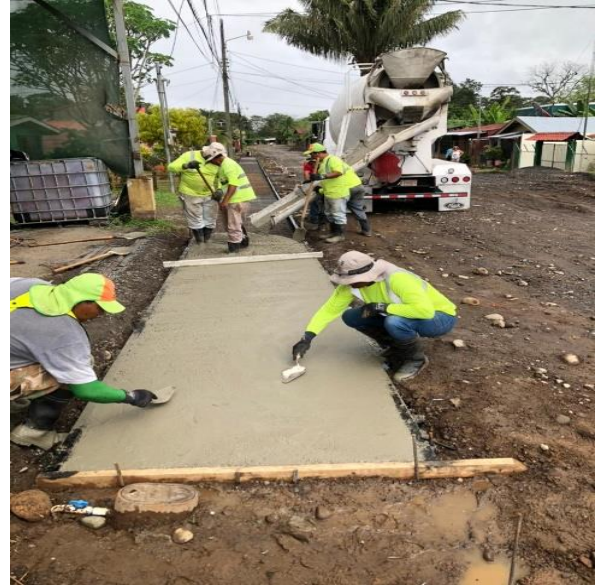


Figura 6. Construcción de acera.
Fuente: Propia autoría.

Por último, se realizaron los siguientes presupuestos, Urbanización Las Orquídeas y Campo de Aterrizaje, ambos ubicados en Cariari, lo cual contribuye a la familiarización del tipo de proyectos que maneja la Unidad. La Urbanización Las Orquídeas, es un proyecto que se estaba planteando al Consejo Municipal, el mismo abarca en su primera fase la construcción del sistema pluvial, en su segunda fase, la construcción de aceras y cunetas, finalmente el asfaltado de la calle en su tercera fase. Respecto al proyecto de Campo de Aterrizaje, en la primera fase se estiman los costos de la construcción de aceras, cunetas y camino (colocación y compactación de material de base), en la segunda fase, se estimaron los costos de la colocación de la mezcla asfáltica.

Continuando con los presupuestos estimados, se presenta un cuadro donde se puede visualizar el costo y el tiempo requerido para cada estimación. Cabe destacar que los costos implican material, maquinaria y mano de obra.

Cuadro 2. Presupuestos estimados		
Proyecto	Costo	Duración (días)
Urbanización Las Orquídeas (Primera Fase)	₡ 43.529.622	2
Urbanización Las Orquídeas (Segunda Fase)	₡ 83.655.340	2
Urbanización Las Orquídeas (Tercera Fase)	₡ 138.360.488	1
Campo de Aterrizaje (Primera Fase)	₡ 36.463.118	2
Campo de Aterrizaje (Segunda Fase)	₡ 22.807.200	1

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

En la siguiente sección se abarca todo lo referente al desarrollo de la herramienta de estimación de costos y se menciona todos los componentes de dicho Sistema.

Desarrollo del sistema de estimación de costos

Respecto al desarrollo del sistema de estimación de costos, se inició definiendo las características y el tipo de proyecto que se va a presupuestar con el Sistema, donde en una reunión con el Ing. Agüero, se priorizaron las obras civiles que se realizan con mayor frecuencia en la Unidad, las cuales son las siguientes:

- Aceras
- Cunetas y cordones de caño
- Sistema de drenaje pluvial (colocación de alcantarillas, cajas de registro, pozos pluviales, tragantes)
- Losas de concreto (calle)
- Asfaltado
- Pavimento de adoquines

En las visitas de campo realizadas a cada uno de los proyectos a lo largo del cantón de Pococí, se observaron los procesos constructivos, así como, las prácticas empleadas por la Unidad, lo cual ayudó al conocimiento de ciertas

actividades constructivas y todo lo referente a este tipo de obras. Además, se tomó como base los presupuestos mostrados en el Cuadro 2, así como, las sugerencias recibidas por los inspectores, el Coordinador de la Unidad y su asistente.

Con la información anterior, se elaboró un listado de las actividades constructivas involucradas en cada uno de los proyectos antes mencionados, tales como movimientos de tierras, conformación y colocación de encofrados, colado de concreto para diferentes estructuras, entre otras actividades. A continuación, se muestran una lista de actividades y tareas implicadas en cada una de las obras civiles incluidas en el sistema:

Cuadro 3. Lista de actividades y tareas	
Proyecto: Acera	
Actividades	Tareas
Remoción de estructura existente	Gestión de residuos
Limpieza del terreno	
Colocación de guías	
Nivelación y longitud	
Formaleta	Confección y colocación
Material de relleno	Colocación de material de relleno
	Compactación de material de relleno
Colocación de losetas táctiles	Trazado
	Colocación de escalerilla
	Colocar capa de mortero
	Colocar losetas
Colado de concreto	Premezclado
Acabados del concreto	Acabado con codal, llaneta y cuchara
	Acabado con escoba
Desencofrado	
Curado del concreto	
Limpieza final	

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Cuadro 3. Continuación de lista de actividades y tareas	
Proyecto: Cuneta y cordón de caño	
Actividades	Tareas
Colado de concreto	Premezclado
Acabados del concreto	Acabado con codal, llaneta y cuchara
	Acabado con escoba
Desencofrado	
Curado del concreto	
Limpieza final del terreno	
Proyecto: Sistema de Drenaje Pluvial	
Actividades	Tareas
Excavación	Excavaciones requeridas para todas las actividades
Colocación de alcantarillas	Localización y replanteo
	Colocación de tubería
	Sellado (solaqueado)
	Colocación y compactación de material de relleno
	Limpieza final
Cabezal	Limpieza del terreno
	Colocación y compactación de material de relleno
	Confección y colocación de formaleta
	Colado del concreto
	Acabados
	Desencofrado
	Curado
	Limpieza final

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Cuadro 3. Continuación de lista de actividades y tareas	
Proyecto: Sistema de Drenaje Pluvial	
Actividades	Tareas
Pozos pluviales	Limpieza del terreno
	Colocación y compactación de material de relleno
	Refuerzo de paredes (acero)
	Confección y colocación de formaleta
	Colado del concreto
	Desencofrado
	Curado
	Losa de concreto armado superficial
	Colocación de tapa
	Limpieza final
Actividades	Tareas
Cajas de registro	Limpieza del terreno
	Colocación y compactación de material de relleno
	Armadura de acero
	Confección y colocación de formaleta
	Colado del concreto
	Desencofrado
	Acabados
	Curado
Limpieza final	

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Cuadro 3. Continuación de lista de actividades y tareas	
Proyecto: Sistema de Drenaje Pluvial	
Actividades	Tareas
Cajas de registro (tragantes)	Limpieza del terreno
	Colocación y compactación de material de relleno
	Armadura de acero
	Confección y colocación de formaleta
	Colado del concreto
	Desencofrado
	Curado
	Parilla de acero
	Colocación de tapa
	Limpieza final
Proyecto: Losas de concreto (calle)	
Actividades	Tareas
Desmonte	Tala, roza y desraíce
Limpieza del terreno	Gestión de los residuos
Excavación	Cortes de terreno
Obras de drenaje	Depende del proyecto
Nivelación y compactación	
Colocación de base y subbase	
Nivelación y longitud	
Formaleta	Confección y colocación de formaleta
Acero de refuerzo	Colocación de acero de refuerzo
Colado del concreto	Premezclado
Acabados del concreto	Acabados con codal, llaneta y cuchara
	Acabado con escoba
Desencofrado	
Curado del concreto	
Limpieza final	

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Cuadro 3. Continuación de lista de actividades y tareas	
Proyecto: Asfaltado	
Actividades	Tareas
Desmonte	Tala, roza y desraíce
Limpieza del terreno	Gestión de los residuos
Excavación	Cortes de terreno
Obras de drenaje	Depende del proyecto
Nivelación y compactación	
Colocación de base y subbase	Compactación del material
Nivelación y longitud	
Colocación de mezcla asfáltica	Preparación de la superficie, riego de liga, colocación de mezcla, compactación
Limpieza final	
Proyecto: Pavimento de adoquines	
Actividades	Tareas
Desmonte	Tala, roza y desraíce
Limpieza del terreno	Gestión de los residuos
Excavación	Cortes de terreno
Obras de drenaje	Depende del proyecto
Nivelación y compactación	
Confinamiento	Construcción de murete
Cama de asiento	Confección y colocación base de arena
Adoquines	Descarga, colocación y compactación
Relleno de juntas	Colocación y compactación de arena
Barrido	
Acabados	
Limpieza final	

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Ahora bien, las actividades y tareas mencionadas anteriormente serán tomadas en cuenta en la estimación de la mano de obra y maquinaria necesaria para la realización de cada obra civil. Para ello, se debe conocer el proceso constructivo de cada uno de los proyectos, por ende, durante la práctica se visitaron diferentes

obras civiles en su etapa de ejecución, donde se observaron diferentes actividades implicadas en el proceso constructivo

Conjuntamente, se consultaron manuales, códigos, planos facilitados por la Unidad (Apéndice N°1), entre los documentos consultados

se tiene la Guía para el Diseño y la Construcción del Espacio Público en Costa Rica 2020.

Lo antes descrito, dio como resultado la elaboración de los siguientes diagramas de flujo de cada uno de los proyectos.

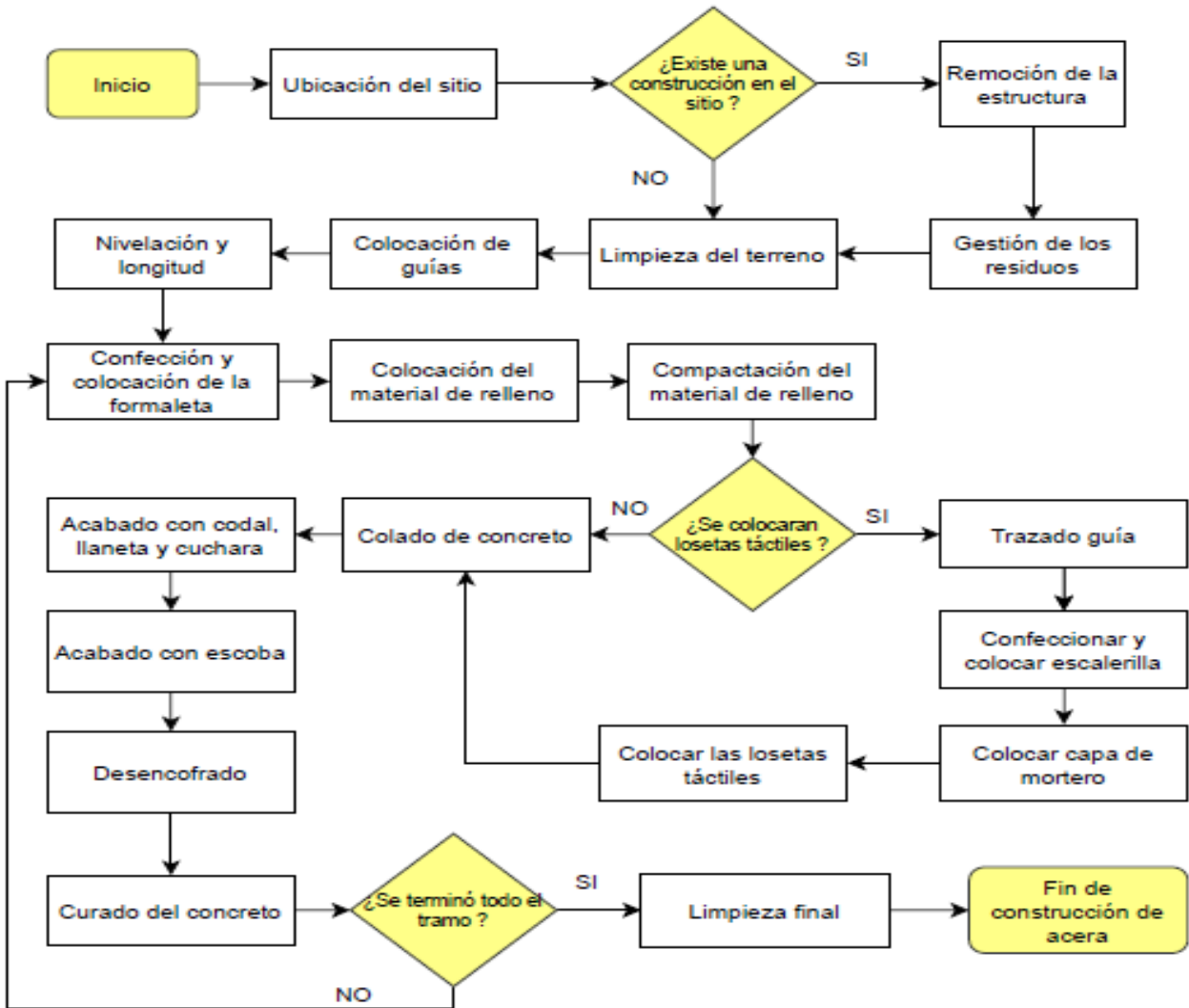


Figura 7. Diagrama de flujo: Aceras
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

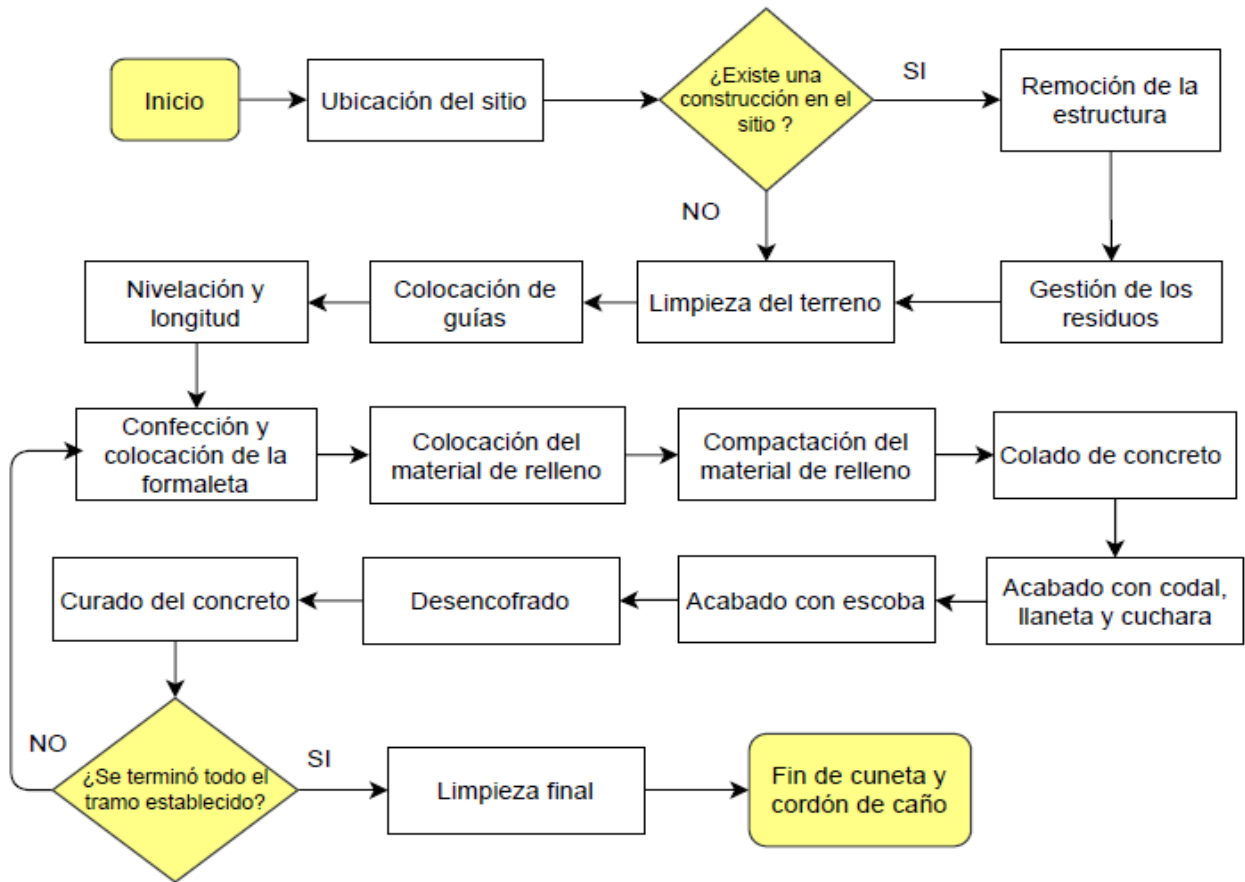


Figura 8. Diagrama de flujo: Cunetas y cordón de caño
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

Un sistema de drenaje pluvial está constituido por una red de tuberías, estructuras de captación e instalaciones complementarias. Su finalidad es el control, manejo y conducción de la escorrentía de las aguas de lluvia evitando su acumulación y drenando la zona, en este caso, se requiere un

sistema de drenaje pluvial para vías cantonales y calles de bajo tránsito. Seguidamente, se muestran los diagramas de flujo de cada una de las estructuras que componen el sistema de drenaje pluvial.

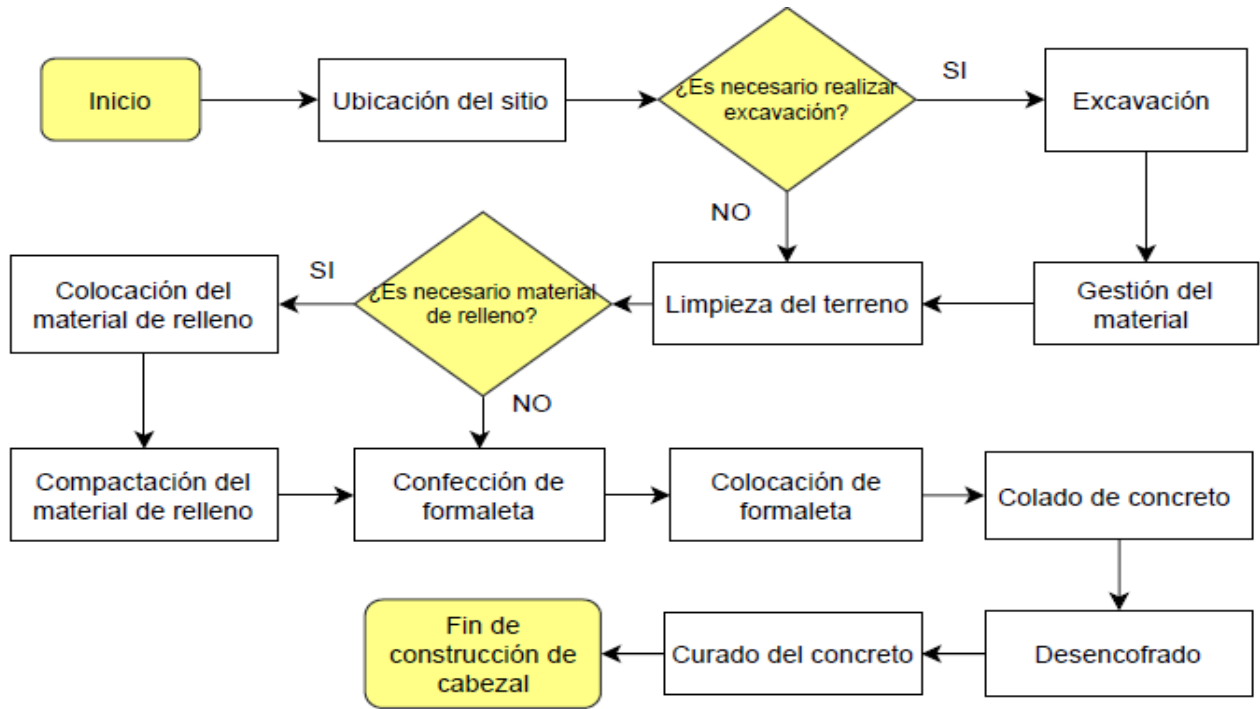


Figura 9. Diagrama de flujo: Cabezal
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

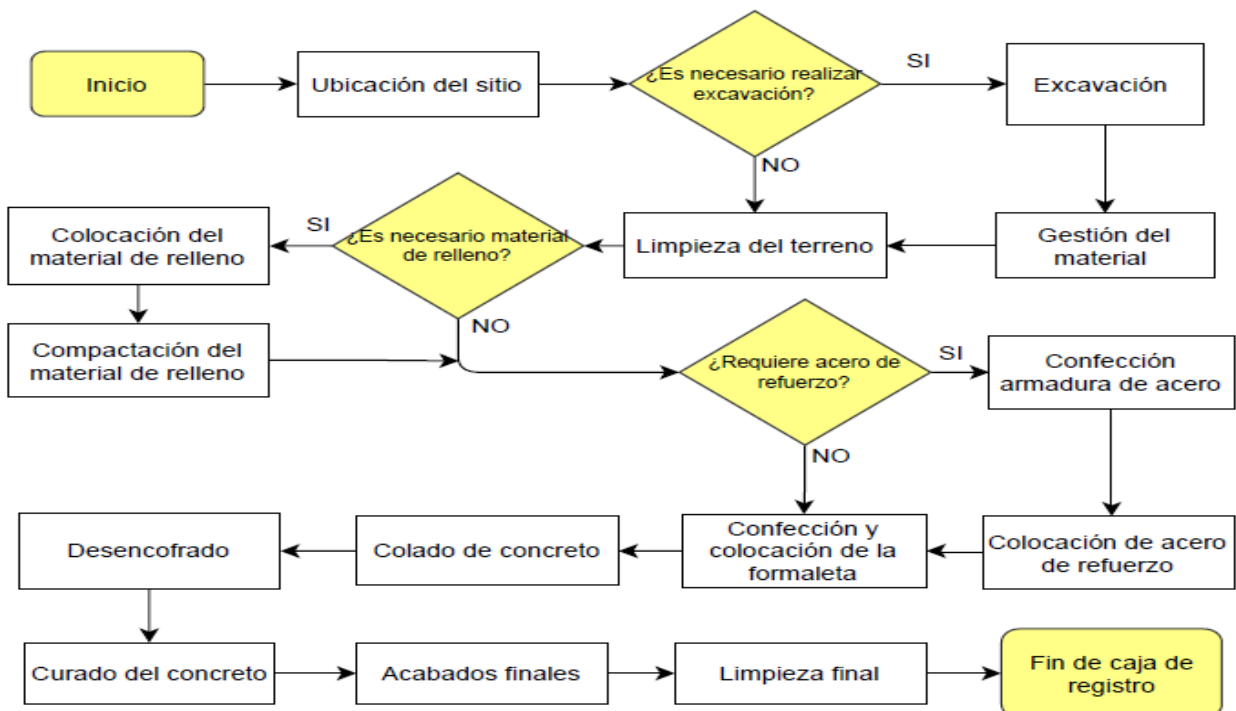


Figura 10. Diagrama de flujo: Caja de registro
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

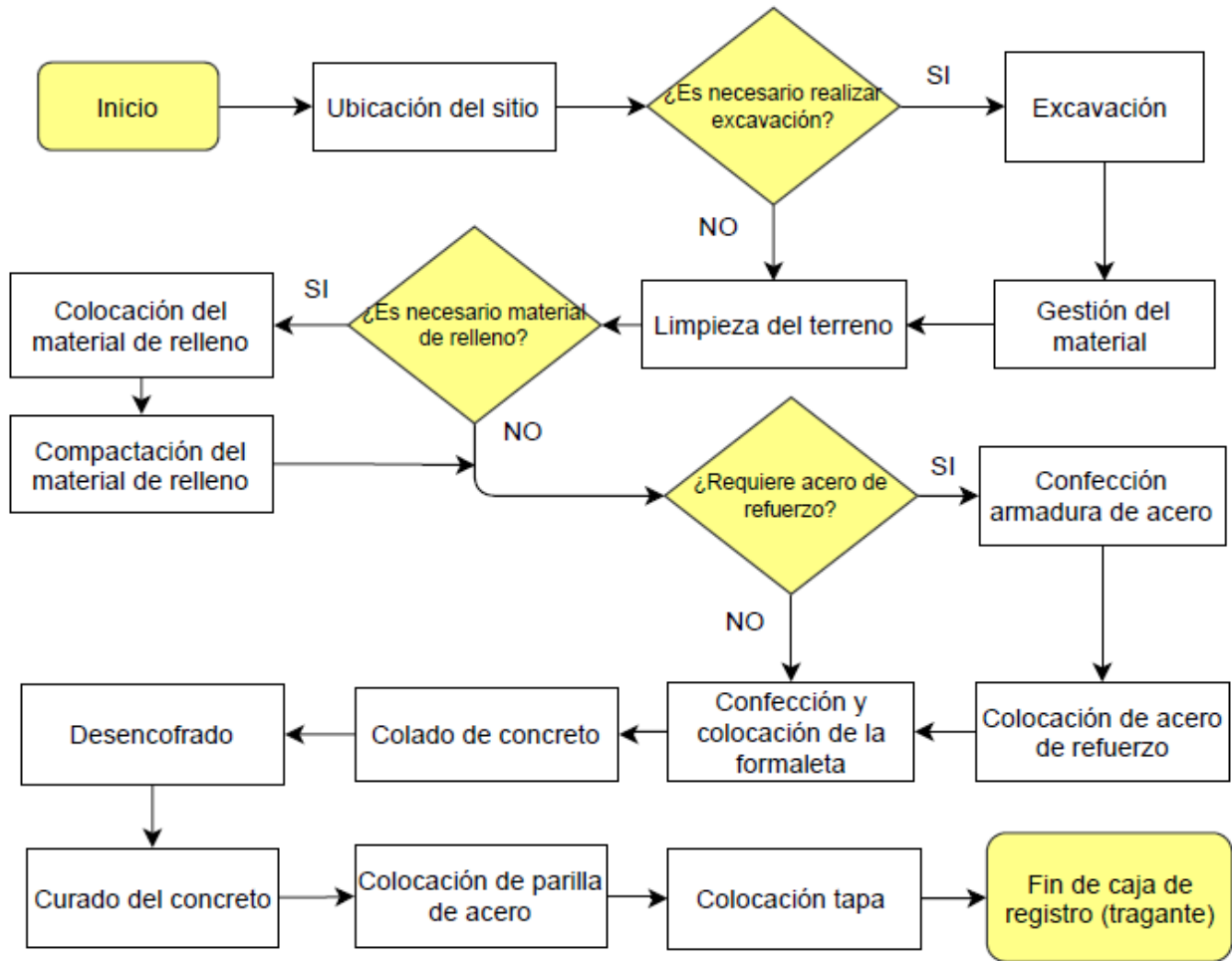


Figura 11. Diagrama de flujo: Caja de registro (tragante)
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

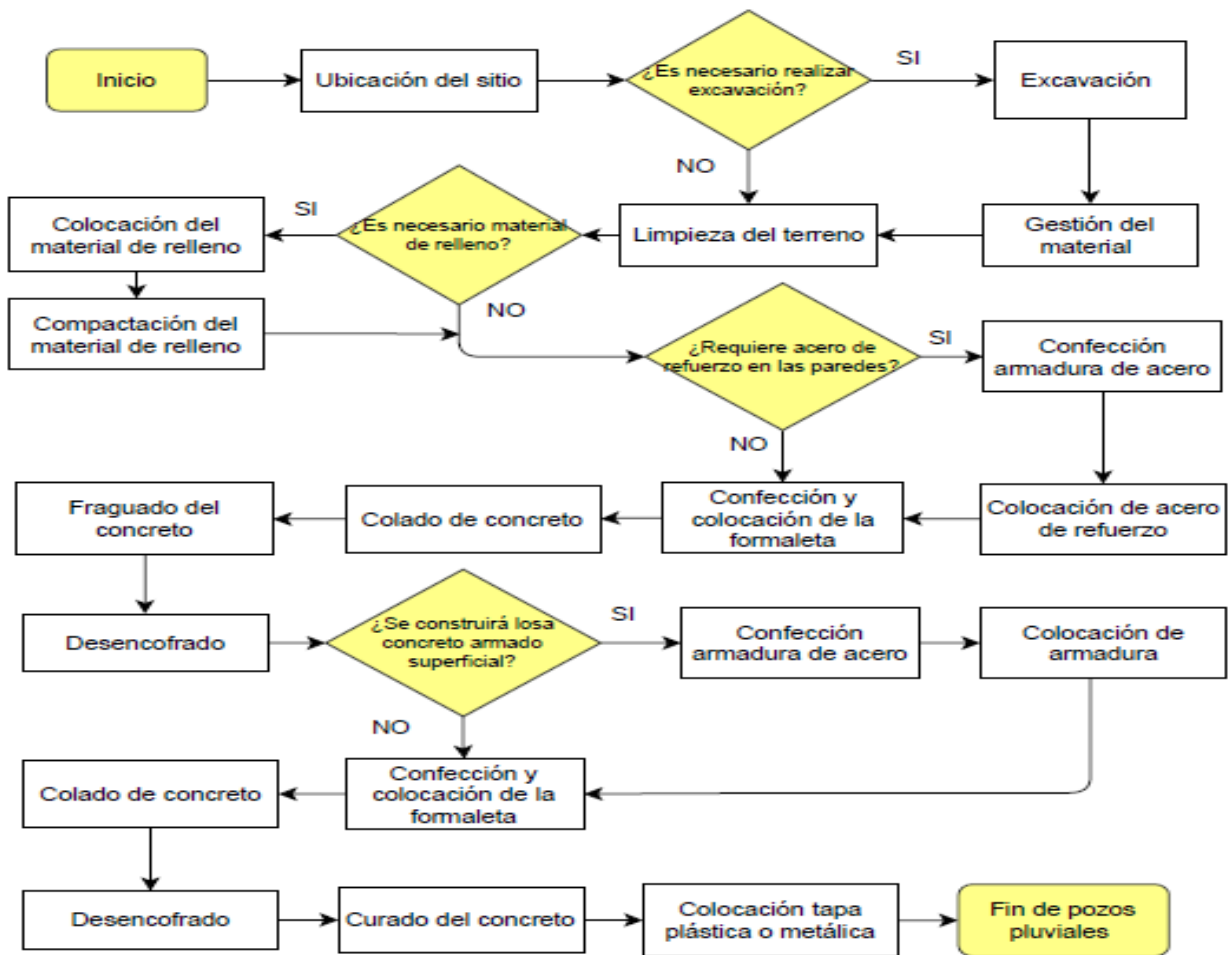


Figura 12. Diagrama de flujo: Pozos pluviales
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

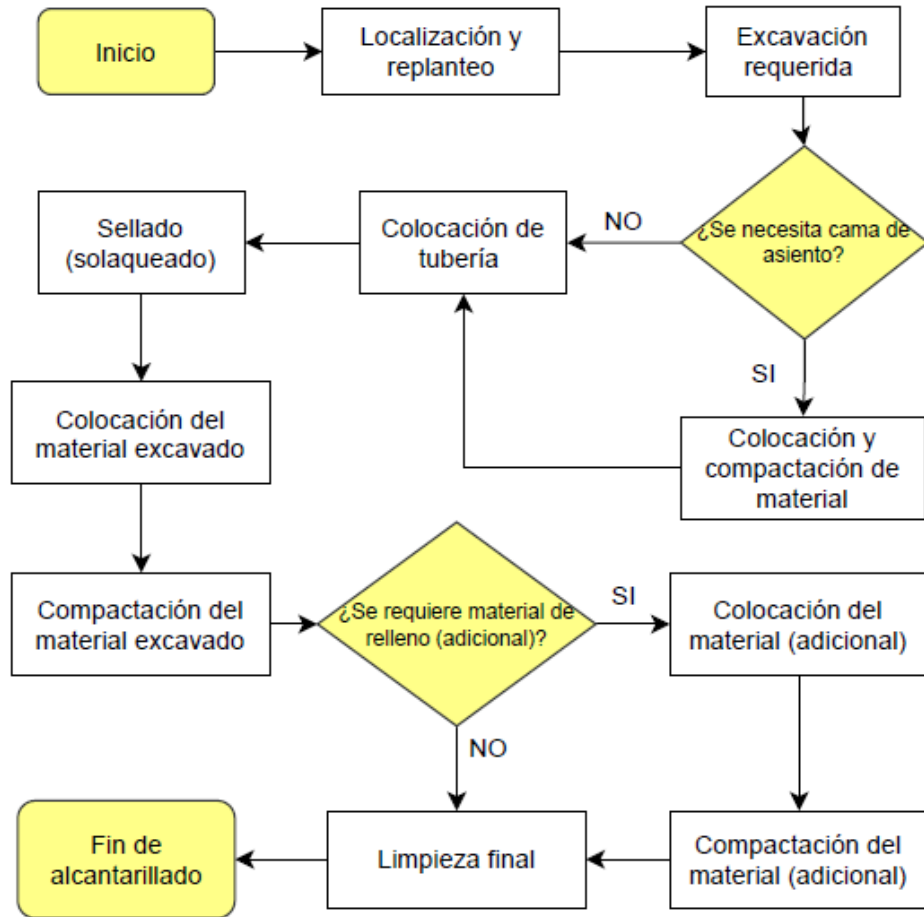


Figura 13. Diagrama de flujo: Colocación de alcantarillas
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

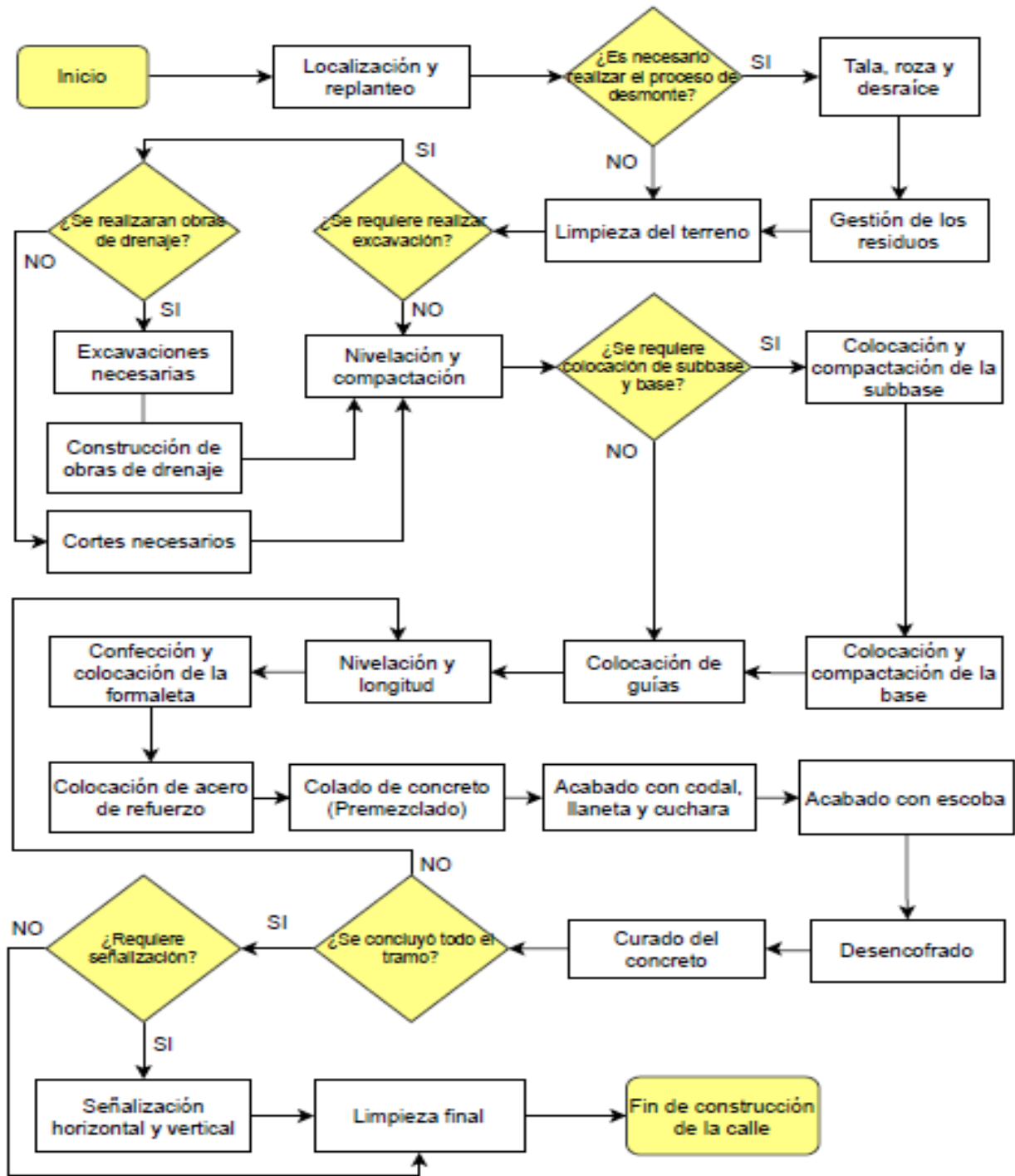


Figura 14. Diagrama de flujo: Losas de concreto (calle)
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

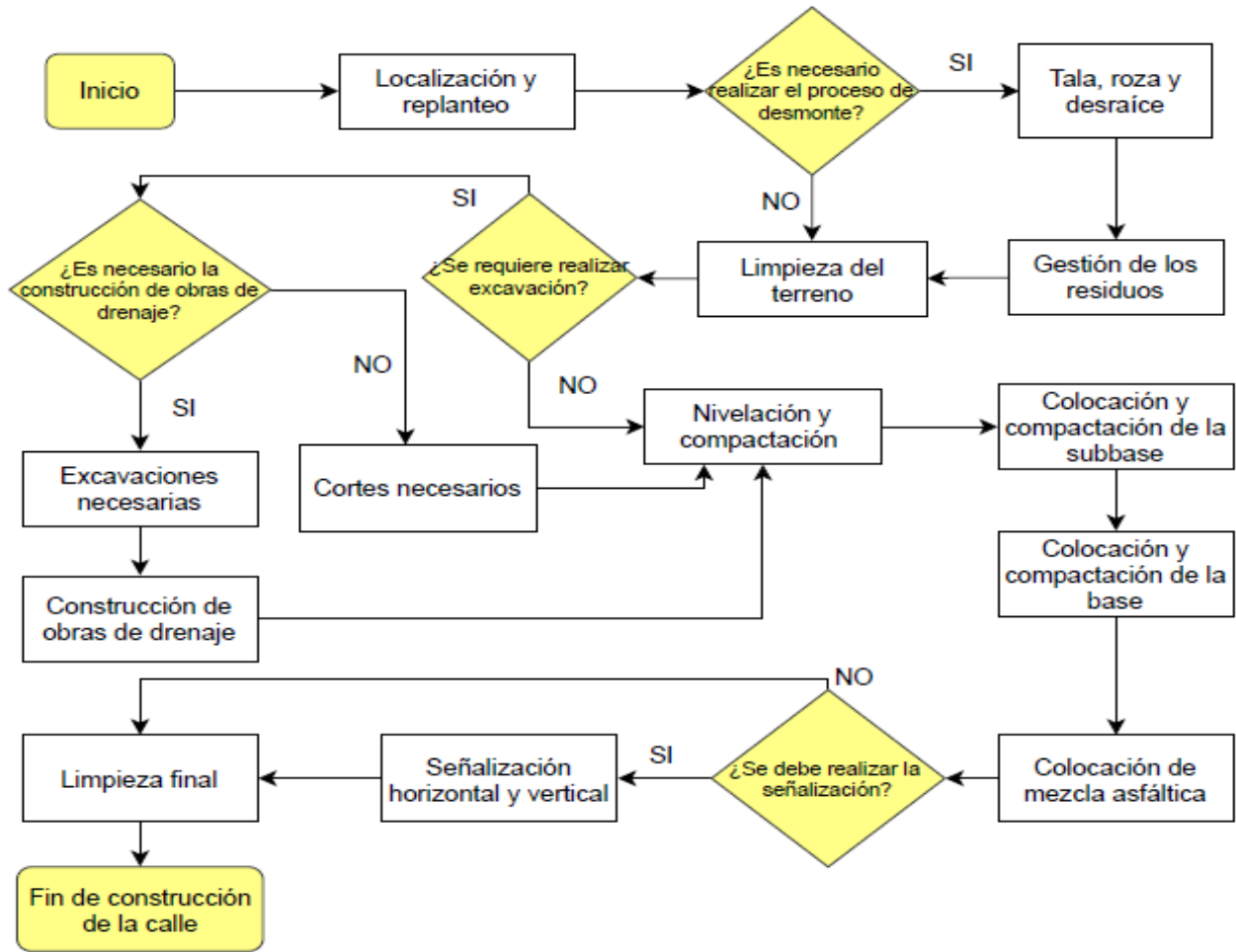


Figura 15. Diagrama de flujo: Asfaltado (calle)
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

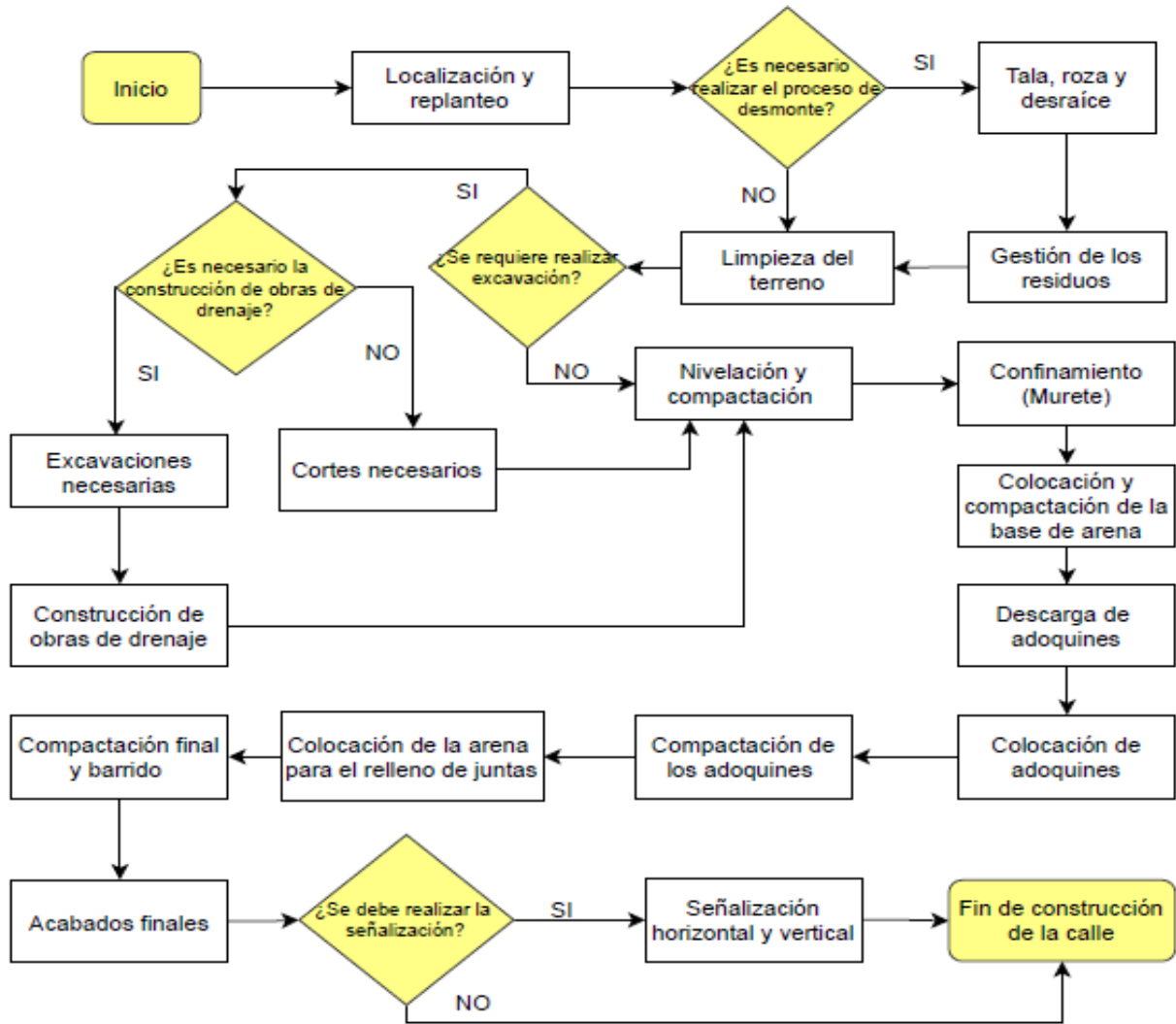


Figura 16. Diagrama de flujo: Pavimento de adoquines
Fuente: Elaboración propia mediante la aplicación Diagrams

Una vez obtenidos los diagramas de flujo, se logra elaborar una EDT para cada uno de los proyectos implicados, donde se puede visualizar cada una de las actividades, tareas y recursos necesarios para estimar los costos de cada uno de los proyectos mencionados.

Descripción general del Sistema de desarrollo de presupuestos

Primeramente, el Sistema se desarrolló mediante el software Microsoft Excel, esto debido

a su poca complejidad y a su bajo costo, así como, la afinidad de los colaboradores de la Unidad con el programa. Microsoft Excel es considerado el programa líder en hojas de cálculo y uno de los más utilizados a nivel mundial en el análisis y visualización de datos.

El Sistema cuenta con hojas de cálculo programadas, donde el usuario solo debe indicar algunos valores y datos de carácter general relacionados a cada tipo de proyecto, tales como cantidades, dimensiones, seleccionar la resistencia del concreto, seleccionar el tipo de material para la base, entre otros datos. En dichas hojas se estima el costo de los materiales, el costo

de la mano de obra y el costo de la maquinaria propia o alquilada, incluso el usuario cuenta con la opción de escoger el tipo de maquinaria requerida.

En cuanto al cálculo de los materiales, se consultaron algunos rendimientos de diferentes materiales, tomando como base documentos como "Rendimiento de Materiales de Construcción" de la Escuela de Ingeniería de Construcción del Tecnológico de Costa Rica, donde se pueden visualizar rendimientos de los materiales implicados en varias actividades constructivas.

Respecto al cálculo de la mano de obra y al costo de la maquinaria, se tomaron en cuenta rendimientos de diferentes fuentes bibliográficas, entre las más relevantes, se tiene el Manual de Rendimientos de Mano de Obra facilitado en el curso de Costos de Construcción de la Escuela de Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Igualmente, para la maquinaria propia, se creó una hoja de cálculo, donde se estima el costo por hora según el tipo de maquinaria, contemplando aspectos como la potencia, el costo del diésel, el costo de las llantas, la depreciación del equipo, entre otros aspectos.

Asimismo, con la finalidad de mejorar el funcionamiento y el diseño del Sistema, se emplean funciones de Excel. Además, se utilizó el editor de Visual Basic (VBA), donde se crearon elementos de la interfaz, formularios, filtros avanzados, entre otros. Para ello, se emplearon macros asignadas a botones y formularios con la finalidad de crear una herramienta más dinámica y de fácil aplicación para los usuarios.

Se creó una base de datos de precios unitarios de los recursos e insumos necesarios para el proceso de estimación de costos de los proyectos, la cual se complementa con el sistema creado y genera una mejor estimación de los costos. La Unidad no contaba con esa base. Otro aspecto relevante de base de datos creada es que el costo de los recursos se asigna de forma manual, esto con el objetivo de que los colaboradores de la Unidad puedan modificar los precios, ajustándolos a las demandas del mercado en Costa Rica.

También se creó una base de datos de algunos rendimientos de la mano de obra y maquinaria implicada en las diferentes obras. De la misma manera, se elaboró una base de datos del costo unitario de ciertas actividades constructivas.

Respecto a la estructura de costos del sistema creado, como se mencionó anteriormente, se

estiman tres tipos de costos directos implicados en los proyectos a cargo de la Unidad, los cuales son: el costo de los materiales, el costo de la mano de obra y el costo de la maquinaria. Las diferentes hojas de cálculo suman el total de los costos directos mencionados más un porcentaje destinado a posibles imprevistos del proyecto, donde se estima un 5% del costo total del proyecto para dicho rubro.

Componentes del Sistema

Al abrirse el Sistema siempre inicia en el menú principal, el cual viene a ser un tipo de interfase, donde se puede tener acceso a todos los componentes y pestañas que conforman la herramienta. El usuario desde el menú principal puede desplazarse a cualquier pestaña del programa, donde se puede estimar el costo según el tipo de proyecto o estimar un proyecto general que implique la realización de diferentes obras civiles menores. También se pueden modificar las bases de datos relacionadas al cálculo de los costos, así como modificar cualquier componente del Sistema.

Seguidamente, se muestra el nombre de las pestañas que conforman el Sistema:

- Realizar presupuesto (Resumen proyecto general)
- Hojas de cálculo según el tipo de proyecto: Aceras, Cunetas y cordón de caño, Sistema de drenaje pluvial (cabezales, cajas de registro, pozos pluviales, tragantes, colocación de alcantarillas), Losas de concreto reforzado (calles), Asfaltado, Pavimento de adoquines.
- Bases de datos del Sistema: Base de datos de precios unitarios según material, Base de datos de precios unitarios según actividad, Base de datos de los rendimientos de mano de obra y maquinaria.
- Costos implicados: Costos varios asociados, Costos por hora de maquinaria (propia y alquilada), Cálculo de costos por hora maquinaria propia.
- Complementos: Diccionario de imputaciones presupuestarias, Costos de

árboles según el tipo de proyecto, Tablas asociadas a las listas desplegables.

- Documentos de apoyo: Manual de Uso del Sistema de desarrollo de presupuestos, Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad.

Descripción de cada componente del Sistema

En este apartado se detalla cada una de las pestañas que componen el Sistema, así como su función dentro del mismo. Asimismo, se muestra el código creado en el editor de Visual Basic (VBA), donde se programaron líneas de código con el objetivo de mejorar el diseño y funcionamiento de la herramienta.

Código de Microsoft Visual Basic (VBA)

Cada una de las pestañas del Sistema poseen un código (Figura 19), donde al activarse, siempre inician en modo de pantalla completa, ocultando la cinta de opciones y permitiendo visualizar únicamente el contenido de la hoja y la barra de fórmulas.

Asimismo, cada una de las pestañas contienen un “botón” para cambiar de vista, donde al presionarlo se sale automáticamente del modo de pantalla completa y se activa la barra de opciones. De la misma manera, todas las hojas contienen un “botón”, que al darle clic la herramienta se regresa a la hoja anterior.

A continuación, se muestran las líneas de código asignado para cada uno de los botones mencionados anteriormente, también se muestra el código para la generar la pantalla completa.

```
Option Explicit

Public LastSheet As String
Sub Select_Last()
    Sheets (LastSheet) .Select
End Sub
```

Figura 17. Código del “botón” para regresar a la hoja anterior.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

```
Sub EditView()
    With Application
        .DisplayFullScreen = False
        .DisplayFormulaBar = True
    End With
    With Application.ActiveWindow
        .DisplayHeadings = True
        .DisplayWorkbookTabs = True
        .DisplayHorizontalScrollBar = True
        .DisplayVerticalScrollBar = True
        .DisplayGridlines = True
    End With
End Sub
```

Figura 18. Código para salir del modo pantalla completa.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Option Explicit

```
Private Sub Worksheet_Activate()
    Application.DisplayFullScreen = True

    With Application.ActiveWindow
        .DisplayHeadings = False
        .DisplayWorkbookTabs = False
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
        .DisplayGridlines = False
    End With
End Sub
```

Figura 19. Código para generar la pantalla completa
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

```
Private Sub Workbook_Open()
    MenuPrincipal.Select
    Application.DisplayFullScreen = True

    With Application.ActiveWindow
        .DisplayHeadings = False
        .DisplayWorkbookTabs = False
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
        .DisplayGridlines = False
    End With

    MenuPrincipal.ScrollArea = "A1:L30"
End Sub
```

Figura 20. Código para iniciar siempre en el Menú principal.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

En la Figura 20, se puede observar las líneas de código, su función es que, al abrir la aplicación, está siempre inicie en el Menú principal

y en el modo de pantalla completa. Incluso se programa un bloqueo de las celdas (rango de celdas) y de esta forma impedir que se pueda modificar otras celdas de la interfaz en su vista de pantalla completa.

Cabe destacar que todo lo relacionado con las líneas de código implementadas para el desarrollo del Sistema, se encuentran detalladas en el Manual de Uso del Sistema. (Apéndice N°3)

Menú principal (interfaz)

Al abrir el Sistema, siempre se va a iniciar en el menú principal, el cual es un tipo de interfaz con botones asignados macros y formularios que le permiten al usuario acceder a cualquier pestaña del programa. Al presionar el botón "Realizar Presupuesto (Proyecto General), se puede estimar un proyecto general que abarque diferentes tipos de obras civiles.

Por otro lado, se implementaron líneas de código para programar el cuadro combinado (Control ActiveX), donde se despliega una lista con la opción de seleccionar y desplazarse automáticamente a cualquier hoja del Excel.

En la Figura 19, se detalla el código para reiniciar el cuadro combinado, y que no se repita alguna pestaña ya establecida. Para ello, se debe programar seleccionando el objeto Worksheet y el evento Activate, el cual se encuentra en la lista de procedimiento, de esta manera se ejecuta el código cada vez que se active la hoja de Excel.

```
Private Sub Worksheet_Activate()
    Dim Sh
    'Para llenar y resetear el Combo Box para n
    Me.cbSheetNav.Clear 'Para resetear

    For Each Sh In ThisWorkbook.Worksheets
        Me.cbSheetNav.AddItem Sh.Name
    Next Sh
    'Para poner modo Full View de nuevo
    With Application
        .DisplayFullScreen = True
        .DisplayFormulaBar = True
    End With
    With Application.ActiveWindow
        .DisplayHeadings = False
        .DisplayWorkbookTabs = False
        .DisplayHorizontalScrollBar = False
        .DisplayVerticalScrollBar = False
        .DisplayGridlines = False
    End With
End Sub
```

Figura 21. Código para reiniciar el cuadro combinado.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

A continuación, se muestra un cuadro con los elementos que conforman el menú principal, así como una breve descripción.

Elemento	Descripción
Botón (Control de formulario)	Corresponde a los botones de la interfaz que en este caso se les asigna una macro para desplazarse a la pestaña deseada o para desplegar un formulario donde se puede seleccionar una opción como en el caso de las bases de datos.
Cuadro combinado (Control ActiveX)	Es un control que permite agregar funcionalidad a formularios y de mayor eficiencia que los botones del control de formulario. En este caso se emplea para generar un cuadro combinado, similar a una lista desplegable, donde el usuario selecciona una opción.
Hipervínculo	En este caso, se crea un acceso directo que abre un documento externo del sistema creado.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

En la siguiente figura, se puede muestra el Menú principal, donde se puede observar los diferentes botones con acceso directo a las pestañas del Sistema.



Figura 22. Menú principal
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Bases de datos creadas

Durante el diagnóstico de la situación actual de la Unidad de Obras Civiles, se determinó la falta de bases de datos necesarias para la estimación de costos, por ende, se crearon tres bases de datos:

- Base de datos de precios unitarios según el material.
- Base de datos de precios unitarios según actividad.
- Base de datos de rendimientos de mano de obra y maquinaria.

En el menú principal, al presionar el botón llamado Bases de Datos del Sistema, se despliega un formulario (Figura 23), donde se puede seleccionar la base de datos requerida, esto mediante un clic en la opción deseada. Para realizar un formulario, se debe insertar un UserForm y editarlo mediante el uso del cuadro de herramientas. Adicionalmente, al botón requerido se le debe asignar el código, que tiene como función mostrar el formulario, esto una vez se haya presionado dicho botón.

Cabe destacar que cada base de datos posee un filtro avanzado, el cual ayuda a la búsqueda de algún valor o dato requerido, con

solo digitar en cualquiera de las celdas establecidas. A continuación, se muestra el código

empleado para la creación de los filtros de cada una de las bases de datos.

Figura 23. Formulario Editar bases de datos del sistema.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



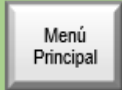
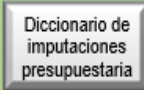


```
Sub Filtro_BD_PrecUnit()
' Filtro_BD_PrecUnit Macro
Application.CutCopyMode = False
Application.CutCopyMode = False
Range("B9:I442").AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, CriteriaRange:= _
Range("B5:I6"), Unique:=False
End Sub
Sub Filtro_BD_PrecUnit_Act()
' Filtro_BD_PrecUnit_Act Macro
Application.CutCopyMode = False
Application.CutCopyMode = False
Range("B9:F542").AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, CriteriaRange:= _
Range("B5:F6"), Unique:=False
End Sub
Sub Filtro_BD_Rend()
' Filtro_BD_Rend Macro
Application.CutCopyMode = False
Application.CutCopyMode = False
Range("B9:G716").AdvancedFilter Action:=xlFilterInPlace, CriteriaRange:= _
Range("B5:G6"), Unique:=False
End Sub
```

Figura 24. Código empleado para los filtros avanzados de las bases de datos.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Conjuntamente, se creó un botón para cada una de las bases de datos, dándole al usuario la opción de agregar nuevos datos, dichos botones tienen asignado un formulario, donde se puede digitar de forma ordenada y por ítems los nuevos registros.

Las bases de datos se encuentran directamente relacionadas con las hojas de cálculo para la estimación de costos de los proyectos.



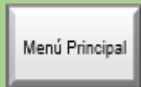
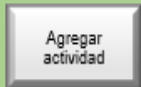

Seguidamente, se muestran las pestañas creadas para cada una de las bases de datos, además, se muestran sus respectivos formularios elaborados para agregar nuevos registros.

Base de Datos de Precios Unitarios (Materiales)							
Busqueda en la Base de Datos de Precios Unitarios (Materiales)							
Código	Subpartida presupuestaria	Descripción	Unidad	Costo Unitario	Precio (Fuente y fecha)	o subcon	Costo Total
2.03.01	Materiales y productos metálicos	Parilla prefabricada estándar para tragantes	uds	₡ 16.000,00			₡ 16.000,00
2.03.01	Materiales y productos metálicos	Angular en Hierro Negro 25,4mmx25,4mm (1"x1")x1/4"x 6l	uds	₡ 11.534,00	Colono Construcción (2021)		₡ 11.534,00
2.03.01	Materiales y productos metálicos	Varilla deformada #5 15,9mm (5/8 ")x 6m Grado 60	uds	₡ 6.875,00	Colono Construcción (2021)		₡ 6.875,00
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Pintura Anticorrosivo Industrial (Gris)	gal	₡ 13.000,00	Construplaza (2021)		₡ 13.000,00
2.03.01	Materiales y productos metálicos	Platina hierro 50 x 6 mm (2" x 1/4") 6 m	uds	₡ 12.500,00	Construplaza (2021)		₡ 12.500,00
2.03.01	Materiales y productos metálicos	Varilla Deformada #3 9,52 mm (3/8 ")x 6m Grado 60	uds	₡ 1.800,00	yectos 2020 (Colono Construcci		₡ 1.800,00
2.03.02	Materiales y productos minerales y asfált	Concreto Premezclado f' c 245 kg /cm2	m3	₡ 79.258,65	yectos 2020 (Colono Construcci		₡ 79.258,65
2.03.02	Materiales y productos minerales y asfált	Bordillo gris liso para adoquin 12 x 30 x 40 cm	uds	₡ 1.400,00	Construplaza (2021)		₡ 1.400,00
2.03.02	Materiales y productos minerales y asfált	Material de préstamo selecto para acabado- Caso 2 (CR 2	m3	₡ 16.000,00	Municipalidad de Matina (2020)		₡ 16.000,00
2.03.02	Materiales y productos minerales y asfált	Capa de concreto asfáltico preparado en planta en calient	m3	₡ 126.000,00	Municipalidad de Matina (2020)		₡ 126.000,00
2.01.99	Otros productos químicos y conexos	Desmoldante (aceite quemado)	l	₡ 400,00			₡ 400,00
2.01.01	Combustibles y lubricantes	Diesel	gal	₡ 2.173,60	Recope (12/04/2021)		₡ 2.173,60
2.01.01	Combustibles y lubricantes	Aceite hidráulico	gal	₡ 7.500,00	Capris		₡ 7.500,00
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Diluyente Thinner Fino	gal	₡ 3.254,50	yectos 2020 (Colono Construcción)		₡ 3.254,50
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Pintura Anticorrosiva Minio Rojo	gal	₡ 13.350,00	yectos 2020 (Colono Construcción)		₡ 13.350,00
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Pintura Fast Dry Amarilla Caterpillar Protecto	gal	₡ 11.784,05	yectos 2020 (Colono Construcción)		₡ 11.784,05
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Pintura Fast Dry Verde J, Deer Protecto	gal	₡ 11.784,05	yectos 2020 (Colono Construcción)		₡ 11.784,05
2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes	Seal Block de Sur color Pastel	cubeta	₡ 58.849,56	yectos 2020 (Colono Construcción)		₡ 58.849,56

Figura 25. Base de datos de precios unitarios según el material.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

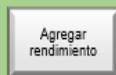
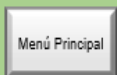
Base de datos de precios unitarios de actividades

Busqueda en la base de datos de precios unitarios de actividades

Rengón de pago	Actividad	Unidad	Costo Unitario	Fuente
SC 13.5	Montos provisionales	glb	€1.000.000,00	MECO (2020)
CR 204.05	Material de préstamo selecto para acabado- Caso 2	m3	€16.000,00	Municipalidad de Matina (2020)
PRVC-1402	Capa de concreto asfáltico preparado en planta en caliente , diseñado	m3	€143.042,74	MECO (2020)
CR 608.01	Canal revestido tipo IV	m2	€25.959,26	MECO (2020)
	Adquirir y colocar tubería corrugada para drenaje (con perforaciones)	uds	€100.000,00	Grupo Diamantes
	Adquirir y colocar geotextil no tejido tipo NT600 x4	m2	€2.000,00	Grupo Diamantes
	Adquirir y acarrear material de préstamo de 0 a 5"	m3	€9.000,00	Grupo Diamantes
	Adquirir y acarrear material de río tipo limo arenoso 20 cm de espesor	m3	€9.040,00	Grupo Diamantes
	Adquirir, acarrear y colocar piedra quintilla	m3	€11.500,00	Grupo Diamantes
CR 209.04 A	Repleno para estructuras, alcantarillas y obras de arte	m3	€19.300,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 634.08 (c)	Señalización horizontal rotulo kph	uds	€40.500,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 634.07	Demarcación horizontal de letrero de ALTO, tamaño tipo A	uds	€40.000,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 634.04 (f)	Señalización línea continua blanca	m	€750,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 634.01 (b)	Señalización línea continua amarilla tipo A	m	€750,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 633.01	Instalación de señales verticales tipo IV	uds	€88.797,50	Municipalidad de Matina (2020)
CR 634.05	Demarcación de flechas direccionales, tamaño según normas de la SI	uds	€33.000,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 718.18 (b)	Captales dos caras blancas	uds	€3.400,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 718.18 (a)	Captales dos caras amarillas	uds	€3.400,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 633.01	Fin de colocación de Chevron (P-1-9), tipo IV	uds	€45.000,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 633.01	Delineadores (P-121), tipo IV	uds	€45.000,00	Municipalidad de Matina (2020)
CR 552.01 (a)	Concreto estructural clase A (25 MPa)	m3	€183.000,00	Municipalidad de Matina (2020)

Figura 26. Base de datos de precios unitarios según actividad.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Base de Datos de Rendimientos de Mano de Obra y Maquinaria

Búsqueda en la Base de Datos de Rendimientos de Mano de Obras y Maquinaria

Tipo de rendimiento	Actividad	Maquinaria	Unidad	Rendimiento en horas	Fuente
					Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción

Tipo de rendimiento	Actividad	Maquinaria	Unidad	Rendimiento en horas	Fuente
Mano de obra (Peón)	Sellado (solaqueado)	-	m3	0,6770	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Formaleta (acera)	-	ml	0,3000	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Formaleta (cuneta y cordón)	-	ml	0,3500	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Aguas negras en PVC	-	ml	1,3000	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Armadura	-	kg	0,2200	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Limpieza y nivelación (1 peón)	-	ml	0,0900	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Limpieza (1 peón)	-	m2	0,0019	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Cajas de registro (sanitaria)	-	uds	6,0000	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Cerchas de madera	-	m2	2,2800	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Chorrea con chompipa (cordón y caño)	-	m3	0,1885	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Chorrea de la pared (tragantes dobles pluvial)	-	m.p.	3,5404	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Chorrea fondo (pozo pluvial)	-	m3	3,8032	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Chorrea fondo (tragantes dobles pluvial)	-	m3	3,5404	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Chorrea parte superior y viga (tragantes dobles pluvial)	-	uds	0,8730	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Codales	-	m2	0,6000	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocación de zacate (enzacatado)	-	m2	1,6750	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocación de niveletas (tubería aguas pluviales)	-	m	1,0237	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocación formaleta madera (cordón y caño)	-	m	0,3350	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocar rejilla (tragantes dobles pluvial)	-	uds	0,7216	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocar tubo 107 cm de diametro (tubería aguas pluviales)	-	m	0,8226	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocar tubo 152 cm de diametro (tubería aguas pluviales)	-	m	1,0273	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocar tubo 30cm de diametro (tubería aguas pluviales)	-	m	0,1482	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción
Mano de obra (Peón)	Colocar tubo 40 cm de diametro (tubería aguas pluviales)	-	m	0,1892	Manual de rendimientos. Escuela Ingeniería en Construcción

Figura 27. Base de datos de rendimientos de mano de obra y maquinaria.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Agregar tipo de material

Código

Subpartida presupuestaria

Descripción

Unidad

Costo Unitario

Precio (Fuente y fecha)

Costo subcontrato

Costo Total

Limpiar

Agregar

Figura 28. Formulario para agregar materiales a la base de datos de precios unitarios según material.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Agregar la actividad

Renglón de pago

Descripción

Unidad

Costo Unitario

Fuente

Agregar

Limpiar

Figura 29. Formulario para agregar actividades a la base de datos de precios unitarios según actividad.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Figura 30. Formulario para agregar rendimientos en la base de datos de rendimientos de mano de obra y maquinaria.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Costos implicados

La herramienta cuenta con una serie de pestañas asociadas con diferentes costos relacionados con las hojas de cálculo para la estimación del presupuesto de las obras civiles. Dichas pestañas cuentan con datos como el costo por hora de la maquinaria alquilada, el costo por hora de mano de obra de los peones, el costo por litro del diésel, entre otros.

Asimismo, se cuenta con una pestaña que estima el costo por hora de la maquinaria propia, donde se deben introducir diferentes datos como la potencia (CV), jornada laboral, costo de la maquinaria, costo de las llantas, así como, otros datos relacionados con el tipo y modelo de la maquinaria. La estimación del costo por hora de la maquinaria contempla costos directos como lo son: el combustible, aceite, llantas, reparaciones, depreciación y el salario del operador. Además, para los costos indirectos, se contempla un porcentaje del 10% de los costos directos.

En dicha hoja de cálculo contempla la siguiente maquinaria:

- Tractor D8R CAT
- Pavimentadora CAT AP555F
- Cisterna Mack CH613
- Compactadora 814F2
- Motoniveladora CAT 140-G
- Vagoneta CAT 725C





- Cargador CAT 926 M
- Excavadora CAT 325B L
- John Deere 310 J

Cabe destacar que los modelos mencionados anteriormente, no corresponden a la maquinaria con la que cuenta Unidad. Asimismo, el sistema permite agregar o modificar cualquiera de los modelos mostrados. Seguidamente muestran las pestañas mencionadas y un ejemplo del cálculo de un tipo de maquinaria, en este caso se observa el cálculo del costo por hora de un modelo de excavadora:



Costos implicados en los diferentes tipos de proyectos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí		
Nombre	Descripción	Costo
Salario mensual peón	Salario mensual de un peón de construcción (Incluye cargas sociales)	₡750.000,00
Costo por hora peón	Costo por hora de los peones ocasionales y de planta (Dicho costo ya implica las cargas sociales)	₡3.906,25
Salario mensual operario	Salario mensual de un operario (Incluye cargas sociales)	₡750.000,00
Tipo de cambio del dólar	Tipo de cambio del dólar compra, según el Banco Central de Costa Rica (BCCR). Fecha: 06/09/2021	₡619,60
Costo del litro de diésel	Costo del litro de diésel en Costa Rica. Fecha: 06/09/2021	₡598,00

Figura 31. Pestaña de Costos varios asociados a las hojas de cálculo.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Costos por hora de maquinaria propia y alquilada			
Maquinaria General			
Costo por hora de Maquinaria Propia		Costo por hora de Maquinaria Alquilada	
Maquinaria	Costo/h	Maquinaria	Costo/h
Cargador	₡21.883,98	Cargador	₡30.000,00
Tractor	₡32.242,29	Tractor	₡35.000,00
Vagoneta	₡35.195,92	Vagoneta	₡40.000,00
Pavimentadora	₡26.399,62	Pavimentadora	
Cisterna	₡43.625,95	Cisterna	
Compactadora	₡24.646,80	Compactadora	
Motoniveladora	₡20.665,17	Motoniveladora	
Excavadora	₡25.115,41	Excavadora	₡45.000,00
Retroexcavadora	₡15.394,53	Retroexcavadora	₡25.000,00
Pata de cabro	₡500,00	Pata de cabro	₡1.000,00

Figura 30. Primera parte de la pestaña de Costos por hora de maquinaria propia y alquilada.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Excavadora (remoción estruct)	₡25.115,41	Excavadora (remoción estruct)	₡45.000,00
Retroexcavadora (remoción estruct)	₡15.394,53	Retroexcavadora (remoción estruct)	₡25.000,00
Cargador (limpieza)	₡21.883,98	Cargador (limpieza)	₡30.000,00
Excavadora (limpieza)	₡25.115,41	Excavadora (limpieza)	₡45.000,00
Retroexcavadora (limpieza)	₡15.394,53	Retroexcavadora (limpieza)	₡25.000,00
Excavadora (excavación)	₡25.115,41	Excavadora (excavación)	₡45.000,00
Retroexcavadora (excavación)	₡15.394,53	Retroexcavadora (excavación)	₡25.000,00
Excavadora (coloc y compact)	₡25.115,41	Excavadora (coloc y compact)	₡45.000,00
Retroexcavadora (coloc y compact)	₡15.394,53	Retroexcavadora (coloc y compact)	₡25.000,00
Excavadora (colocación alcantarillas)	₡25.115,41	Excavadora (colocación alcantarillas)	₡45.000,00
Retroexcavadora (colocación alcantarillas)	₡15.394,53	Retroexcavadora (colocación alcantarillas)	₡25.000,00
Vagoneta (limpieza)	₡35.195,92	Vagoneta (limpieza)	₡40.000,00
Retroexcavadora (descarga tubería)	₡15.394,53	Retroexcavadora (descarga tubería)	₡15.394,53
Excavadora (descarga tubería)	₡25.115,41	Excavadora (descarga tubería)	₡25.115,41

Figura 33. Segunda parte de la pestaña de Costos por hora de maquinaria propia y alquilada.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Tipo de maquinaria de referencia para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococi											
Costo por hora (Excavadora)											
Datos			Unidades			Excavadora CAT 325B L		Factores de tiempo por año			
Factor de potencia	0,85	Porcentaje				Meses	12				
CV	169	HP				Semanas	4,33				
Factor de operación	50	min				Días	5,5				
Motor de diesel	0,15	l/hp/h				Horas	10				
Costo del litro	598	₡									
Costo llantas		₡									
Horas diarias	10	h									
Imprevisto	5%	Porcentaje									
Utilidad	0%	Porcentaje									
Salario del operador	750.000,00	₡									
Tipo de cambio (\$)	619,6	₡									
Costo de equipo	195.000,00	\$									
	120.822.000,00	₡									
Estructura de Costos por hora											
Costo directo											
Costos Fijos											
		Factor tiempo(%)	Factor combinado	Consumo (l/h)				Total			
A.	Combustible	83,33333333	0,708333333	17,95625			₡ 10.737,84	₡ 10.737,84			

Figura 34. Primera parte de la pestaña de Costos por hora de excavadora propia.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

B.	Aceite	0,05					€ 536,89	€ 536,89
		Costo de llantas						
C.	Llantas	€ 0,00					€ 0,00	€ 0,00
		Factor (del combustible)						
D.	Reparaciones	0,1					€1.073,78	€ 1.073,78
E. Salarios	Salario mensual (Incluye cargas sociales)							
	Salarios de operadores	€ 750.000,00					€ 3.149,28	€ 3.149,28
	Cargas sociales	€ 275.025,00					€ 1.154,84	
	Aguinaldo	€ 262,44					€ 262,44	
	Vacaciones	€ 165,40					€ 165,40	
	Liquidación	€ 17,63					€ 17,63	
								€ 3.149,28
F. Depreciación								
	Costo inicial	€ 120.822.000,00						
	Vida útil (años)	5						
	Vida útil (horas)	14289						
	Valor de retorno (25%)	€ 30.205.500,00						
	Total por hora					$DEPRECIACION = \frac{VA - VR}{VEU}$		€ 6.341,70
	Costo Fijo Total							€ 21.839,49
	Costo Indirecto							
	Porcentaje del CD							
	10%							€ 2.183,95
	Subtotal							
	Costo Directo + Costo Indirecto							€ 24.023,43
	Subtotal							€ 24.023,43
	Imprevistos							€ 1.091,97
	Utilidad							€ 0,00
	Costo total por hora							€ 25.115,41

Figura 35. Segunda parte de la pestaña de Costos por hora de excavadora propia.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Complementos del Sistema

Se cuenta con tres pestañas consideradas como complementos del Sistema, por ejemplo, se tiene una pestaña con el Diccionario de imputaciones presupuestarias y otra con el costo de árboles según el tipo de proyecto, ambas no tienen relación directa con las hojas de cálculo. Por último, se tiene la pestaña de conocida como “Tablas relacionadas a las listas desplegables”, donde se introducen los datos que van a mostrarse en las diferentes listas desplegables que conforman las hojas de cálculo de los proyectos. Las tablas se encuentran debidamente tituladas y cuentan con celdas disponibles, donde lo que se agregue en

cada celda aparecerá en la lista desplegable asociada. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de dicha pestaña, específicamente con el proyecto de cunetas y cordón de caño, donde se cuenta con 4 listas desplegables asociadas, por ende, lo que se ingrese en dichas celdas se mostrara en las listas desplegables.

Hojas de cálculo según el tipo de proyecto

El principal objetivo del Sistema es estimar los costos directos de materiales, mano de obra y maquinaria implicados en las diferentes obras civiles menores ejecutadas por la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, es por esto, que las hojas de cálculo son lo más importante y el fin de la aplicación creada. En las hojas, se detalla las cantidades y el tipo de material, así como su debida clasificación según el Diccionario de imputaciones presupuestarias de Costa Rica.

Respecto, a los datos que el usuario debe introducir, se tienen valores y datos de carácter general relacionados a cada tipo de proyecto, tales como dimensiones, espesores de material, la resistencia del concreto, el tipo de material para relleno, entre otros datos. Con el fin de facilitar la comprensión de los datos a introducir y seleccionar, se emplea la siguiente simbología de colores, indicando cuales celdas son editables.

Introducir datos
No editar
Seleccionar datos de lista desplegable

Figura 37. Simbología de colores del Sistema de desarrollo de presupuestos.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Respecto, al costo de la mano de obra, se puede observar un listado de actividades basadas en el proceso constructivo mostrado en los diagramas de flujo. En este apartado, se estima las cantidades según su unidad de medida y se relaciona con la base de datos de rendimientos para cada actividad, y de esta forma obtener el costo estimado. De esta misma manera, se realiza la estimación del costo de la maquinaria implicada, agregando la opción de que el usuario pueda seleccionar el tipo de maquinaria a utilizar, incluso puede indicar si la maquinaria a utilizar es alquilada o propia.

Asimismo, dependiendo del tipo de obra civil, el usuario puede seleccionar en una lista desplegable el tipo de material para la base, la resistencia deseada para el concreto, el tipo de formaleta, entre otras indicaciones. Además, el usuario debe indicar espesores y dimensiones, incluso puede definir si es necesario o no la remoción de alguna estructura existente. De igual

manera, se debe indicar si es necesario realizar algún tipo de excavación para el desarrollo de la obra.

Respecto al cálculo de las cantidades, se pueden observar notas aclaratorias en algunos de los cálculos empleados. Igualmente, se hace uso de funciones más elaboradas, con el objetivo de realizar una aplicación con un funcionamiento adecuado y más eficiente, entre las funciones empleadas se tienen: Índice, Columna, Buscar V, entre otras. La función Índice se utiliza para las columnas de precio unitario y rendimientos, y lo que se hace es buscar el nombre de la actividad o tarea constructiva dentro de las bases de datos, para traer el valor requerido en la celda correspondiente.

En el siguiente cuadro se observan las hojas de cálculo creadas con sus respectivos códigos asociados.

Cuadro 5. Códigos de los proyectos	
Proyectos	Código
Aceras	AC-01
Cuneta y cordón de caño	CU-01
Sistema de Drenaje Pluvial	SDP-01
Cabezal (Tipo 1)	CA-01
Cabezal (Tipo 2)	CA-02
Colocación de alcantarillas	AP-01
Caja de Registro	CR-01
Caja de Registro (con tragantes)	CR-02
Tragante	TR-01
Pozo Pluvial	PP-01
Losas de concreto armado (calle)	LC-01
Asfaltado	AS-01
Pavimento de adoquines	PA-01

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Seguidamente, se presenta el formulario que se despliega al presionar el botón conocido como "Hojas de cálculo según el tipo de proyecto", donde al seleccionar el tipo de proyecto, el mismo sistema se desplaza directamente a la pestaña correspondiente. Cabe destacar que el formulario se inserta con un UserForm en el programador de VBA, el mismo se edita con el uso del cuadro de herramientas.

Editar hojas de cálculo

Aceras

Losas de concreto armado (calle)

Cunetas y cordón de caño

Asfaltado

Sistema de Drenaje Pluvial

Pavimento de adoquines

Editar

Figura 38. Formulario para editar las hojas de cálculo según el tipo de proyecto.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Seguidamente, se muestran las pestañas creadas para cada uno de los proyectos ilustrados en el Cuadro 5.

AC-01		Aceras			
INTRODUCIR DATOS					
Longitud del tramo de acera(m)	100		Tipo de base compactada	Agregado Lastre Zaranda	
Ancho de la acera (m)	1,6		Espesor base compactada (m)	0,2	
Espesor de la acera(m)	0,1		Compactación (%)	30	
Pendiente transversal (%)	Max. 3% Min. 2%		Tipo de formaleta	Tubo rectangular galvanizado 1"x2"x1,5mmx6m	
Factor de desperdicio del concreto (%)	10		Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	
Cantidad de malla electrosoldada (#2)	8		Remoción de estructura existente	si	
Contiene losetas táctiles	si		Maquinaria propia	si	
<p>Nota: contemplar desmoldante para la formaleta</p> <p>Nota: escalerilla para losetas táctiles(formaleta), la unidad ya cuenta con dichas escalerillas</p> <p>Nota: la unidad cuenta con las "láminas" para realizar las juntas</p>					
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	m3	17,60	€ 75.900,00	€ 1.335.840,00	
Agregado Lastre Zaranda	m3	41,60	€ 10.555,00	€ 439.088,00	
Agregado Arena Fina de Estructura	m3	2,08	€ 13.577,40	€ 28.240,99	
Cemento Gris UG saco de 50 kg	sacos	15,00	€ 5.600,00	€ 84.000,00	
Agregado Arena Fina lavada con acarreo	m3	1,78	€ 11.330,00	€ 20.124,29	
Loseta táctil tipo guía (30x30)cm	uds	334,00	€ 1.905,18	€ 636.330,12	
Loseta táctil tipo prevención(30X30)cm	uds	112,00	€ 1.905,18	€ 213.380,16	
Subtotal				€ 2.757.003,56	

Figura 39. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Aceras.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	2,00		₡ 532,15	₡ 1.064,30
Varilla Deformada #4 12mm (1/2 ")x 6m Grado 40	uds	11,00		₡ 2.600,00	₡ 28.600,00
Tubo rectangular galvanizado 1"x2"x1,5mmx6m	uds	34,00		₡ 6.420,00	₡ 218.280,00
Malla electrosoldada #2 5,25mmX2,50mX6m	uds	8,00		₡ 19.300,00	₡ 154.400,00
Subtotal					₡ 402.344,30
Materiales y productos de plástico					
Tubo plástico PVC de 50 mm (2") cédula 26 x 6m	uds	9,00		₡ 8.885,70	₡ 79.971,30
Subtotal					₡ 79.971,30
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	2		₡ 400,00	₡ 800,00
Subtotal					₡ 800,00
TOTAL					₡ 3.240.119,16
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas (HH/Unidad)	Costo Unitario	Costo Total
Remoción estructura existente	m3	16,00	0,490	₡ 3.906,25	₡ 30.625,00
Gestión de residuos	m3	16,00	0,250	₡ 3.906,25	₡ 15.625,00
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	160,00	0,250	₡ 3.906,25	₡ 156.250,00
Confección formaleta metálica	ml	200,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 48.828,13
Colocación formaleta metálica	ml	200,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 48.828,13
Colocación y compactación de base	m3	41,60	0,200	₡ 3.906,25	₡ 32.500,00
Colocación losetas táctiles	m2	48,57	0,063	₡ 3.906,25	₡ 11.857,76
Colado del concreto (premezclado)	m3	17,60	0,100	₡ 3.906,25	₡ 6.875,00
Acabado codal, llaneta y cuchara	m2	160,00	0,071	₡ 3.906,25	₡ 44.625,00
Acabado con escoba	m2	160,00	0,037	₡ 3.906,25	₡ 23.187,50
Desencofrado formaleta metálica	ml	200,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 48.828,13
Limpieza final	m2	160,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 39.062,50
TOTAL					₡ 507.092,14

Figura 40. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Aceras.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas (HH/Unidad)	Costo Unitario	Costo Total
Remoción de la estructura					
Retroexcavadora (remoción estruct)	m3	16,00	0,200	€ 15.394,53	€ 49.262,51
Gestión de residuos					
Vagoneta (limpieza)	m3	16,00	0,246	€ 35.195,92	€ 138.531,13
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	160,00	0,033	€ 15.394,53	€ 82.104,18
Colocación y compactación del material de relleno					
Excavadora (coloc y compact)	m3	41,60	0,024	€ 25.115,41	€ 24.876,21
TOTAL					€ 294.774,03
Subtotal de costos directos					€4.041.985,33
Imprevistos		5%			€202.099,27
COSTO TOTAL					€4.244.084,59



Figura 41. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Aceras.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CU-01		CUNETA Y CORDÓN DE CAÑO			
INTRODUCIR DATOS					
Longitud del tramo total de cuneta (m)	350	Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 3/4"		
Ancho de cuneta (m)	0,65	Espesor de la base compactada (m)	0,2		
Ancho promedio de formaleta (m)	0,2	Compactación (%)	30		
Tipo de cordón (área en m2)	0,12	Tipo de formaleta	Madera		
Factor de desperdicio del concreto (%)	10	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2		
		Remoción de estructura existente	Si		
		Maquinaria propia			
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2	m3	47,10	€ 82.617,30	€ 3.891.312,61	
Agregado base triturada de 0 a 3/4"	m3	59,15	€ 5.050,00	€ 298.707,50	
Agregado Arena Fina de Estriba	m3	2,96	€ 13.577,40	€ 40.155,16	
Subtotal				€ 4.230.175,27	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	168,00	€ 966,00	€ 162.288,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	84,00	€ 534,75	€ 44.919,00	
Subtotal				€ 207.207,00	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	9,00	€ 532,15	€ 4.789,35	
Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m	uds	20,00	€ 8.520,77	€ 170.415,40	
Varilla Deformada #4 12mm (1/2 ")x 6m Grado 40	uds	7,00	€ 2.600,00	€ 18.200,00	
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	3,00	€ 662,50	€ 1.987,50	
Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	120,00	€ 17,84	€ 2.140,80	
Subtotal				€ 197.533,05	

Figura 42. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cunetas y cordón de caño.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	5		€ 400,00	€ 2.000,00
Subtotal					€ 2.000,00
TOTAL					€ 4.636.915,32
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción estructura existente	m3	42,82	0,490	€ 3.906,25	€ 81.957,47
Gestión de residuos	m3	42,82	0,250	€ 3.906,25	€ 41.815,04
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	227,5	0,250	€ 3.906,25	€ 222.167,97
Formaleta (cuneta y cordón)	ml	350	0,350	€ 3.906,25	€ 478.515,63
Colocación y compactación de base	m3	59,15	0,200	€ 3.906,25	€ 46.210,94
Colado del concreto (premezclado)	m3	47,10	0,100	€ 3.906,25	€ 18.398,62
Acabado codal, llaneta y cuchara	m2	227,5	0,071	€ 3.906,25	€ 63.451,17
Acabado con escoba	m2	227,5	0,037	€ 3.906,25	€ 32.969,73
Desencofrado (cuneta y cordón)	ml	350	0,031	€ 3.906,25	€ 42.792,97
Limpieza final	m2	56,875	0,063	€ 3.906,25	€ 13.885,50
TOTAL					€ 1.042.165,02
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción de la estructura					
Excavadora (remoción estruct)	m3	42,82	0,18	€ 45.000,00	€ 346.830,64
Gestión de los residuos					
Vagoneta	m3	42,82	0,246	€ 40.000,00	€ 421.335,00
Compactación del material de relleno					
Pata de cabro	m3	59,15	0,0174	€ 1.000,00	€ 1.029,21
TOTAL					€ 769.194,85
Subtotal de costos directos					€6.448.275,19
Imprevistos		5%			€322.413,76
COSTO TOTAL					€6.770.688,95

Figura 43. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cunetas y cordón de caño.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Menú Principal

Presupuesto General del Proyecto






Cambiar vista

SDP-01		Sistema de Drenaje Pluvial								
Contiene	Código	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Materiales (Total)	Costo Mano de Obra (Total)	Costo Maquinaria (Total)	Costo Unitario	Costo Total	Referencia
si	CA-01	Cabezal (Tipo 1)	uds	2	₡ 784.246,98	₡ 62.773,78	₡ 24.788,17	₡ 457.699,69	₡ 915.399,38	lr
si	CA-02	Cabezal (Tipo 2)	uds	2	₡ 1.901.247,63	₡ 118.809,97	₡ 513.519,98	₡ 1.330.128,23	₡ 2.660.256,46	lr
si	AP-01	Colocación de alcantarillas	glb	1	₡ 4.939.637,24	₡ 550.926,73	₡ 1.022.178,57	₡ 6.838.379,67	₡ 6.838.379,67	lr
si	CR-01	Caja de Registro	uds	2	₡ 685.716,57	₡ 284.032,45	₡ 6.552,37	₡ 512.558,23	₡ 1.025.116,46	lr
si	CR-02	Caja de Registro (con Tragantes)	uds	2	₡ 513.121,60	₡ 226.516,85	₡ 3.304,53	₡ 390.045,06	₡ 780.090,13	lr
si	TR-01	Tragante	uds	2	₡ 935.638,23	₡ 399.797,38	₡ 13.421,17	₡ 708.149,81	₡ 1.416.299,62	lr
si	PP-01	Pozo Pluvial	uds	2	₡ 590.801,39	₡ 205.045,90	₡ 4.429,73	₡ 420.145,43	₡ 840.290,86	lr
TOTAL					₡ 10.350.409,63	₡ 1.847.903,06	₡ 1.588.194,53		₡ 14.475.832,58	


Figura 44. Ejemplo de la hoja de cálculo del Sistema de drenaje pluvial.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

Menú Principal

Sistema de Drenaje Pluvial

 Cambiar vista

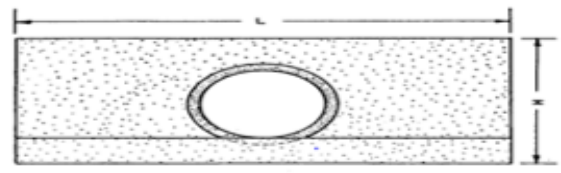
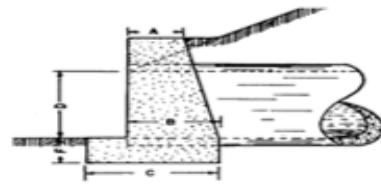
CA-01	CABEZAL (TIPO 1)		
 <p style="text-align: center;">ELEVACION DEL FRENTE</p>	 <p style="text-align: center;">ELEVACION DEL EXTREMO</p>		
INTRODUCIR DATOS			
Cantidad de cabezales	2	Material de relleno	si
Dimensiones		Material de relleno (base)	Agregado base triturada de 0 a 3/4"
A (m)	0,3	Espesor de la base compactada (m)	0,2
B (m)	0,65	Compactación (%)	30
C (m)	0,85	Tipo de formaleta	Madera
D (m) (Diámetro del tubo)	1,07	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2
F (m)	0,25	Factor de desperdicio del concreto (%)	10
H (m)	1,6	Excavación	si
L (m)	4,25	Maquinaria propia	si

Figura 45. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 1).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2	m3	7,10	€ 82.617,30	€ 586.582,83	
Agregado base triturada de 0 a 3/4"	m3	6,105	€ 5.050,00	€ 30.830,88	
Subtotal				€ 617.413,71	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	vara	126	€ 966,00	€ 121.716,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepill	vara	63	€ 534,75	€ 33.689,25	
Subtotal				€ 155.405,25	
Materiales y productos metálicos					
Clavo corriente de 62 mm (2 1/2")	kg	4	€ 650,43	€ 2.601,72	
Clavo corriente de 100 mm(4")	kg	4	€ 1.890,00	€ 7.560,00	
Subtotal				€ 10.161,72	
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	3,17	€ 400,00	€ 1.266,30	
Subtotal				€ 1.266,30	
TOTAL				€ 784.246,98	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	1,81	2,000	€ 3.906,25	€14.111,3281
Gestión de residuos	m3	1,81	0,250	€ 3.906,25	€1.763,9160
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	7,23	0,250	€ 3.906,25	€7.055,6641
Colocación y compactación de base	m3	6,11	0,200	€ 3.906,25	€4.769,6289
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	31,50	0,200	€ 3.906,25	€24.609,3750
Colado del concreto (premezclado)	m3	7,10	0,100	€ 3.906,25	€2.773,4375
Desencofrado formaleta madera	m2	31,50	0,063	€ 3.906,25	€7.690,4297
TOTAL					€62.773,78

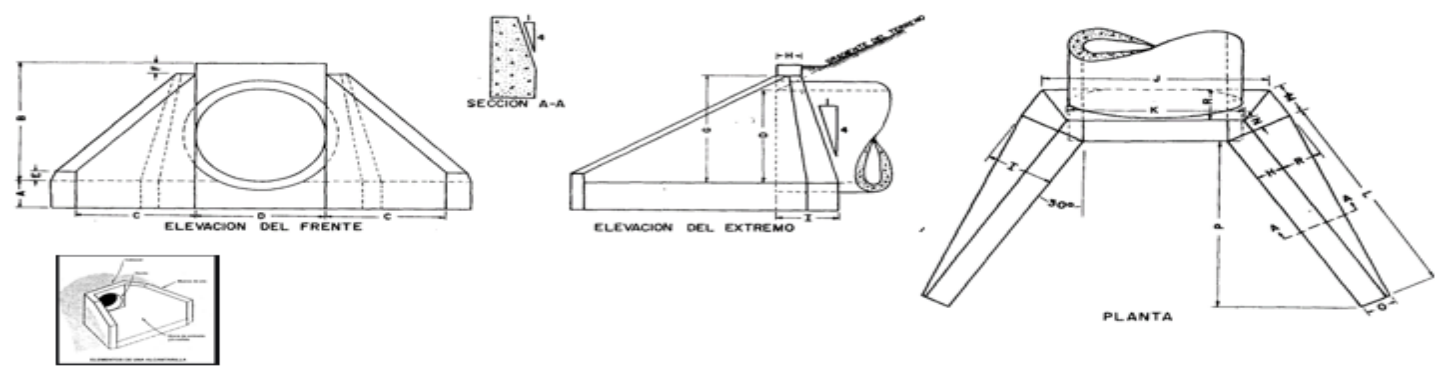
Figura 46. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 1).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

MAQUINARIA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total	
Excavación						
Retroexcavadora (excavación)	m3	1,81	0,0625	€ 15.394,53	€1.737,90	
Gestión del material						
Vagoneta	m3	1,81	0,246	€ 35.195,92	€15.638,87	
Limpieza del terreno						
Retroexcavadora (limpieza)	m2	7,23	0,033	€ 15.394,53	€3.707,52	
Colocación del relleno						
Excavadora (coloc y compact)	m3	6,11	0,023809524	€ 25.115,41	€3.650,78	
Compactación del material de relleno						
Pata de cabro	m3	6,11	0,0174	€ 500,00	€53,11	
TOTAL					€24.788,17	
Subtotal de costos directos						
					€871.808,93	
Imprevistos		5%				€43.590,45
COSTO TOTAL					€915.399,38	

Figura 47. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 1).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CA-2 Cabezal (Aletones)



INTRODUCIR DATOS

Cantidad de cabezales	2
Dimensiones	
A (m)	0,48
B (m)	2,4
C (m)	1,8
D (m) (Diámetro del tubo)	1,98
E (m)	0,15
F (m)	0,2
G (m)	2,2
H (m)	0,35
I (m)	0,9

Material de relleno	si
Material de relleno (base)	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo
Espesor de la base compactada (m)	0,2
Compactación (%)	30
Tipo de formaleta	Madera
Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2
Factor de desperdicio del concreto (%)	10
Excavación	si
Maquinaria propia	si
Ancho del delantal	0,2

Figura 48. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 2).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

J (m)	3,05			
K (m)	2,4			
L (m)	3,6			
M (m)	0,54			
N (m)	0,22			
O (m)	0,4			
P (m)	3,12			
R (m)	0,55			
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS				
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Materiales y productos minerales y asfálticos				
Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2	m3	19,38	€ 82.617,30	€ 1.600.993,20
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	4,74	€ 13.400,00	€ 63.464,54
Subtotal				€ 1.664.457,75
Madera y sus derivados				
Madera formaleta de (1"x12")	varas	181,00	€ 966,00	€ 174.846,00
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	91,00	€ 534,75	€ 48.662,25
Subtotal				€ 223.508,25
Materiales y productos metálicos				
Clavo corriente de 62 mm (2 1/2")	kg	6,00	€ 650,43	€ 3.902,58
Clavo corriente de 100 mm(4")	kg	4,00	€ 1.890,00	€ 7.560,00
Subtotal				€ 11.462,58
Otros productos químicos y conexos				
Desmoldante (aceite quemado)	l	4,55	€ 400,00	€ 1.819,05
Subtotal				€ 1.819,05
TOTAL				€ 1.901.247,63

Figura 47. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 2).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación (maquinaria)	m3	129,21	0,083	€ 3.906,25	€42.059,25
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	44,86	0,090	€ 3.906,25	€15.772,22
Colocación y compactación de base	m3	8,97	0,200	€ 3.906,25	€7.009,88
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	45,25	0,200	€ 3.906,25	€35.351,56
Colado del concreto (premezclado)	m3	19,38	0,100	€ 3.906,25	€7.569,70
Desencofrado formaleta madera	m2	45,25	0,063	€ 3.906,25	€11.047,36
TOTAL					€118.809,97
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	52,46	0,063	€ 15.394,53	€50.476,83
Gestión del material					
Vagoneta	m3	52,46	0,246	€ 35.195,92	€454.226,95
Limpieza del terreno					
Excavadora (limpieza)	m2	18,22	0,014	€ 25.115,41	€6.496,53
Colocación del relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	4,74	0,031	€ 15.394,53	€2.278,47
Compactación del material de relleno					
Pata de cabro	m3	4,74	0,017	€ 500,00	€41,20
TOTAL					€513.519,98
Subtotal de costos directos					€2.533.577,58
Imprevistos		5%			€126.678,88
COSTO TOTAL					€2.660.256,46

Figura 50. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Cabezal (Tipo 2).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

AP-01		Colocación del Alcantarillado Pluvial	
INTRODUCIR DATOS			
		Alcantarillas (Centro de calle o tramo principal)	
Longitud total del tramo (m)	100	Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 42 " diámetro interno
Ancho del tramo (m)	2	Cantidad de alcantarillas	95
Mayor espesor excavación requerida (m)	0,6	Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 36 " diámetro interno
Colocación de material (cama de asiento)	si	Cantidad de alcantarillas	5
Material (cama de asiento)	Agregado Arena Fina de Estriba	Pendiente (%)	1
Espesor cama de asiento (m)	0,1	Alcantarillas correspondienta a los tragantes	
Colocación y compactación material adicional	si	Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 18 " diámetro interno
Material de relleno adicional	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	Cantidad de alcantarillas	2
Espesor material de relleno adicional (m)	0,04	Maquinaria propia	si
Compactación (%)	30	Excavación	si

Figura 51. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Colocación de alcantarillas.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Alcantarilla de concreto 36 " diámetro interno	uds	5,00	€ 24.200,00	€ 121.000,00	
Alcantarilla de concreto 42 " diámetro interno	uds	95,00	€ 45.100,00	€ 4.284.500,00	
Alcantarilla de concreto 18 " diámetro interno	uds	2,00	€ 7.900,00	€ 15.800,00	
Cemento Gris UG saco de 50 kg	sacos	4,00	€ 5.600,00	€ 22.400,00	
Agregado Arena Fina lavada con acarreo	m3	0,31	€ 11.330,00	€ 3.564,84	
Agregado Arena Fina de Estriba	m3	26,00	€ 13.577,40	€ 353.012,40	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	10,40	€ 13.400,00	€ 139.360,00	
Subtotal				€ 4.939.637,24	
TOTAL				€ 4.939.637,24	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación (maquinaria)	m3	120,00	0,083	€ 3.906,25	€ 39.062,50
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	200,00	0,090	€ 3.906,25	€ 70.312,50
Colocación y compactación de base	m3	20,00	0,200	€ 3.906,25	€ 15.625,00
Descarga de tubería (2 peones)	m	102,00	0,100	€ 3.906,25	€ 39.843,75
Colocación de tubería (2 peones)	uds	102,00	0,500	€ 3.906,25	€ 199.218,75
Sellado (solaqueado)	m2	13,67	0,677	€ 3.906,25	€ 36.161,11
Colocación y compactación de material	m3	120,00	0,200	€ 3.906,25	€ 93.750,00
Colocación y compactación de material	m3	10,40	0,200	€ 3.906,25	€ 8.125,00
Limpieza final	m2	200,00	0,063	€ 3.906,25	€ 48.828,13
TOTAL					€ 550.926,73

Figura 52. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Colocación de alcantarillas.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

MAQUINARIA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total	
Excavación						
Retroexcavadora (excavación)	m3	120,00	0,063	₡ 15.394,53	₡ 115.459,00	
Colocación y compactación material (cama)						
Pata de cabro	m3	20,00	0,017	₡ 500,00	₡ 174,00	
Descarga de tubos						
Retroexcavadora (descarga tubería)	uds	102,00	0,031	₡ 15.394,53	₡ 49.070,07	
Colocación de tubería						
Retroexcavadora (colocación alcantarillas)	uds	102,00	0,500	₡ 15.394,53	₡ 785.121,19	
Colocación y compactación del material requerido						
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	150,40	0,031	₡ 15.394,53	₡ 72.354,31	
TOTAL					₡ 1.022.178,57	
Subtotal de costos directos						
					₡ 6.512.742,54	
Imprevistos		5%			₡ 325.637,13	
COSTO TOTAL					₡ 6.838.379,67	

Figura 53. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Colocación de alcantarillas.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CR-01		Caja de registro			
INTRODUCIR DATOS					
Cantidad de cajas de registro	2	Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo		
Altura variable (m)	1,27	Espesor de la base compactada (m)	0,1		
Ancho (m)	1,35	Compactación (%)	30		
Largo (m)	1,35	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2		
Espesor de las paredes y losa de concreto (m)	0,15	Factor de desperdicio del concreto (%)	10		
Alcantarilla de concreto	30 pulgadas diámetro interno	Malla y aros @ (cm)	15		
Maquinaria propia	si				
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2	m3	3,17	€ 79.258,65	€ 250.854,08	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	0,47	€ 13.400,00	€ 6.349,59	
Subtotal				€ 257.203,67	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	112,00	€ 966,00	€ 108.192,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepill	varas	84,00	€ 534,75	€ 44.919,00	
Subtotal				€ 153.111,00	

Figura 54. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Materiales y productos de plástico					
Tapa pozo pluvial circular 0,60m Ø.Espesor 3 a 5cl	uds	2,00		€ 106.950,00	€ 213.900,00
Subtotal					€ 213.900,00
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	3		€ 400,00	€ 1.200,00
Subtotal					€ 1.200,00
TOTAL					€ 685.716,57
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	4,63	2,000	€ 3.906,25	€ 36.165,23
Gestión de residuos	m3	4,63	0,25000	€ 3.906,25	€ 4.520,65
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	3,65	0,25000	€ 3.906,25	€ 3.559,57
Colocación y compactación de base	m3	0,47	0,20000	€ 3.906,25	€ 370,20
Confección de armadura (Sist.drenaje pluvial)	kg	100,80	0,32300	€ 3.906,25	€ 127.181,25
Colocación de acero (Sist.drenaje pluvial)	kg	100,80	0,15400	€ 3.906,25	€ 60.637,50
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	49,00	0,20000	€ 3.906,25	€ 38.281,25
Colado del concreto (premezclado)	m3	3,47	0,10000	€ 3.906,25	€ 1.353,90
Desenfofrado formaleta madera	m2	49,000	0,06250	€ 3.906,25	€ 11.962,89
TOTAL					€ 284.032,45
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	4,629	0,063	€ 15.394,53	€ 4.453,98
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	3,645	0,033	€ 15.394,53	€ 1.870,44
Colocación y compactación material de relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	0,474	0,031	€ 15.394,53	€ 227,96
TOTAL					€ 6.552,37

Figura 55. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Subtotal de costos directos		₡976.301,39
Imprevistos	5%	₡48.815,07
COSTO TOTAL		₡1.025.116,46

CÁLCULOS DE CONCRETO Y ACERO (PARA UN POZO)		
Descripción	Cantidad	Comentarios
Volumen de concreto		
Volumen (m3) de concreto base y losa (tapa)	0,55	No se resta el hueco del diámetro de la tapa
Volumen de concreto paredes (m3)	0,89189	
Volumen de pozo (m3)	1,58	Se contempla un 10% de desperdicio
Varilla #3		
Varilla #3 @ cm (base)	2,03	Solo se calcula el acero en una dirección, lo demás se contempla
Varilla #3 @ cm (paredes)	3,81	
Varilla #3 (viga corona)	2,70	
Aros #3 @ cm	5,84	
Total de varillas#3 (uds)	16,00	Se contempla un 5 % de desperdicio

Figura 56. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Menú Principal

Sistema de Drenaje Pluvial



CR-02		CAJA DE REGISTRO (CON TRAGANTES)			
INTRODUCIR DATOS					
Cantidad de cajas de registro (con tragantes)	2	Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo		
Altura variable (m)	1,2	Espesor de la base compactada (m)	0,2		
Ancho (m)	0,96	Compactación (%)	30		
Largo (m)	0,96	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2		
Espesor de las paredes y losa de concreto (m)	0,15	Factor de desperdicio del concreto (%)	10		
Alcantarilla de concreto	18 pulgadas diámetro interno	Malla y aros @ (cm)	15		
Maquinaria propia	si				
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	m3	3,89	€ 75.900,00	€ 295.140,40	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	0,48	€ 13.400,00	€ 6.421,71	
Subtotal				€ 301.562,11	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	76,00	€ 966,00	€ 73.416,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	57,00	€ 534,75	€ 30.480,75	
Subtotal				€ 103.896,75	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	4,00	€ 532,15	€ 2.128,60	
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	1,00	€ 662,50	€ 662,50	
Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	50,00	€ 17,84	€ 892,00	
Varilla Deformada #3 9,52 mm (3/8 ")x 6m Grado 60	uds	20,00	€ 1.800,00	€ 36.000,00	
Varilla deformada #5 15,9mm (5/8 ")x 6m Grado 60	uds	2,00	€ 6.875,00	€ 13.750,00	
Angular en Hierro Negro 50 mmx50mm(2"x2")x1/4"x 6m	uds	1,00	€ 12.059,17	€ 12.059,17	

Figura 57. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro (con tragantes). Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Platina hierro 50 x 6 mm (2" x 1/4") 6 m	uds	2,00	€ 12.500,00	€ 25.000,00	
Soldadura 6013 X 1/8" Hilco	kg	1,00	€ 3.370,47	€ 3.370,47	
Subtotal				€ 93.862,74	
Tintas, pinturas y diluyentes					
Pintura Anticorrosivo Industrial (Gris)	gal	1,00	€ 13.000,00	€ 13.000,00	
Subtotal				€ 13.000,00	
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	2	€ 400,00	€ 800,00	
Subtotal				€ 800,00	
TOTAL				€ 513.121,60	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	2,21	2,000	€ 3.906,25	€ 17.280,00
Gestión de residuos	m3	2,21	0,250	€ 3.906,25	€ 2.160,00
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	1,84	0,250	€ 3.906,25	€ 1.800,00
Colocación y compactación de base	m3	0,48	0,200	€ 3.906,25	€ 374,40
Confección de armadura (Sist.drenaje pluvial)	kg	85,82	0,323	€ 3.906,25	€ 108.285,75
Colocación de acero (Sist.drenaje pluvial)	kg	85,82	0,154	€ 3.906,25	€ 51.628,50
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	33,25	0,200	€ 3.906,25	€ 25.976,56
Colado del concreto (premezclado)	m3	3,89	0,100	€ 3.906,25	€ 1.518,96
Desencofrado formaleta madera	m2	33,25	0,063	€ 3.906,25	€ 8.117,68
Confección y colocación de parilla	uds	6,00	0,400	€ 3.906,25	€ 9.375,00
TOTAL					€ 226.516,85
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	2,21184	0,063	€ 15.394,53	€ 2.128,14
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	1,8432	0,033	€ 15.394,53	€ 945,84
Colocación y compactación material de relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	0,479232	0,031	€ 15.394,53	€ 230,55
TOTAL					€ 3.304,53
Subtotal de costos directos					€ 742.942,98
Imprevistos		5%			€ 37.147,15
COSTO TOTAL					€ 780.090,13

Figura 58. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro (con tragantes).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CÁLCULOS DE CONCRETO Y ACERO (PARA UN POZO)		
Descripción	Cantidad	Comentarios
Volumen de concreto		
Volumen (m3) de concreto base y losa (tapa)	0,28	No se resta el hueco del diámetro de la tapa
Volumen de concreto paredes (m3)	0,537	Se resta el hueco del diámetro del tubo del tragante, también se resta el volumen co
Volumen de caja de registro con tragante (m3)	0,89	Se contempla un 10% de desperdicio
Varilla #3		
Varilla #3 @ cm (base)	2,05	
Varilla #3 @ cm (paredes)	2,56	6,33
Varilla #3 (viga corona)	1,28	
Aros #3 @ cm	3,58	
Varilla #3 @ cm (tapa)	1,02	
Total de varillas#3 (uds)	12,00	Se contempla un 5 % de desperdicio



CAJA DE REGISTRO TRAGANTE
ISOMÉTRICO

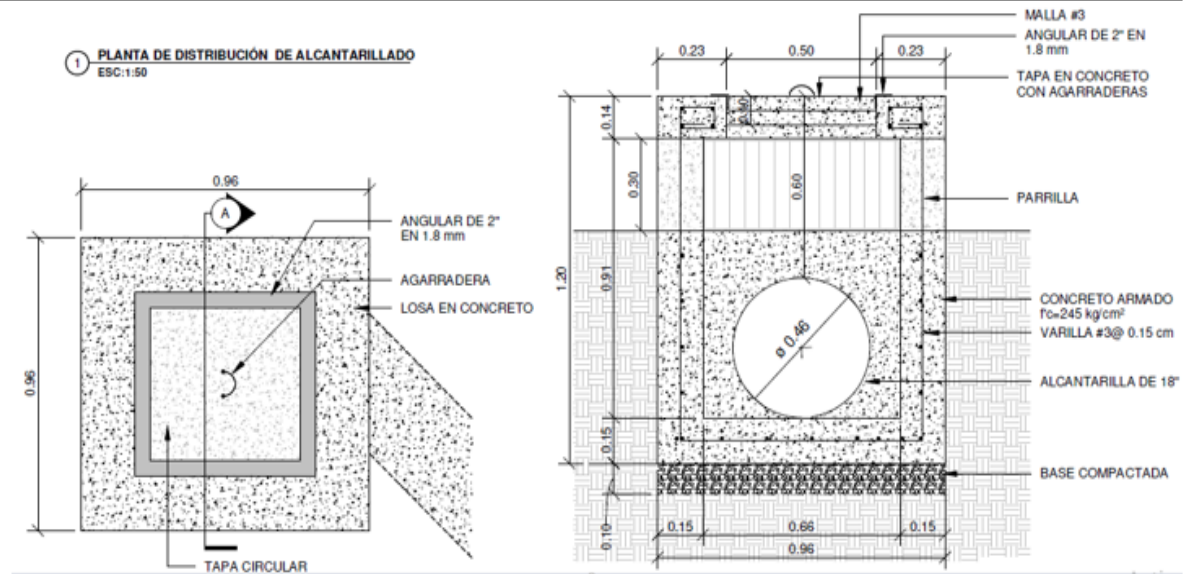


Figura 59. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Caja de registro (con tragantes).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

TR-01		TRAGANTE		
INTRODUCIR DATOS				
Cantidad de tragantes	2	Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	
Altura entre el nivel de cuneta y la losa (m)	1,46	Espesor de la base compactada (m)	0,2	
Lado corto del tragante (m)	1,16	Compactación (%)	30	
Lado largo tragante (m)	1,86	Malla #3 (losa) @ (cm)	20	
Espesor de: vigas, losa y "paredes" (m)	0,20	Varilla #4 A.D. (cm)	20	
Alcantarilla de concreto	18 pulgadas diámetro interno	Aro #3 (Viga V-A) @ (cm)	20	
Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	Aro #3 (Viga V-B) @ (cm)	15	
Factor de desperdicio del concreto (%)	10	Aros#3 ("Paredes") @ (cm)	20	
Maquinaria propia	si	Aros#3. Estruct. por encima del nivel de la cuneta @ (cm)	15	
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS				
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Materiales y productos minerales y asfálticos				
Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	m3	6,38	€ 75.900,00	€ 483.922,93
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	1,12	€ 13.400,00	€ 15.034,16
Subtotal				€ 498.957,08
Madera y sus derivados				
Madera formaleta de (1"x12")	varas	182,00	€ 966,00	€ 175.812,00
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	136,50	€ 534,75	€ 72.993,38
Regla de 25mmx50mm (1"x2") semiduro sin cepillo	varas	45,50	€ 172,50	€ 7.848,75
Subtotal				€ 256.654,13

Figura 60. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Tragantes.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	7,00	€ 532,15		€ 3.725,05
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	3,00	€ 662,50		€ 1.987,50
Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	150,00	€ 17,84		€ 2.676,00
Varilla Deformada #3 9,52 mm (3/8 ")x 6m Grado 60	uds	32,00	€ 1.800,00		€ 57.600,00
Varilla Deformada #4 12mm (1/2 ")x 6m Grado 60	uds	8,00	€ 2.750,00		€ 22.000,00
Angular en Hierro Negro 25,4mmx25,4mm (1"x1")x1/4"x 6m	uds	2,00	€ 11.534,00		€ 23.068,00
Soldadura 6013 X 1/8" Hilco	kg	1,00	€ 3.370,47		€ 3.370,47
Parilla prefabricada estándar para tragantes	uds	4,00	€ 16.000,00		€ 64.000,00
Subtotal					€ 178.427,02
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	4,00	€ 400,00		€ 1.600,00
Subtotal					€ 1.600,00
TOTAL					€ 935.638,23
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	6,29	2,000	€ 3.906,25	€ 49.125,86
Gestión de residuos	m3	6,29	0,250	€ 3.906,25	€ 6.140,73
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	4,32	0,250	€ 3.906,25	€ 4.214,06
Colocación y compactación de base	m3	1,12	0,200	€ 3.906,25	€ 876,53
Confección de armadura (Sist.drenaje pluvial)	kg	155,23	0,323	€ 3.906,25	€ 195.859,13
Colocación de acero (Sist.drenaje pluvial)	kg	155,23	0,154	€ 3.906,25	€ 93.381,75
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	45,50	0,200	€ 3.906,25	€ 35.546,88
Colado del concreto (premezclado)	m3	6,38	0,100	€ 3.906,25	€ 2.490,55
Desencofrado formaleta madera	m2	45,50	0,063	€ 3.906,25	€ 11.108,40
Limpieza final	m2	4,32	0,063	€ 3.906,25	€ 1.053,52
TOTAL					€ 399.797,38
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	6,28810944	0,063	€ 25.000,00	€ 9.825,17
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	4,3152	0,033	€ 25.000,00	€ 3.596,00

Figura 61. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Tragantes.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Colocación y compactación material de relleno				
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	0,031	€ 25.000,00	€ 0,00
TOTAL				€ 13.421,17
Subtotal de costos directos				€1.348.856,78
Imprevistos		5%		€67.442,84
COSTO TOTAL				€1.416.299,62

CÁLCULOS DE CONCRETO Y ACERO (PARA UN TRAGANTE)		
Descripción	Cantidad	Comentarios
Volumen de concreto		
Volumen (m3) Sección A-A	0,77	
Volumen (m3) Sección B-B	1,5532	
Volumen (m3) losa	0,5718	
Volumen total de concreto (m3)	3,19	Se contempla un 10% de desperdicio
Varilla #3		
Varilla #3 (Viga V-A)	4,03	
Varilla #3 @ cm losa	7,19	
Aros #3 (Viga V-A)	7,55	
Aros #3 (Viga V-B)	0,19	
Aros #3 ("paredes")	4,07	
Varilla#3. Estructura por encima del nivel de cuneta	1,55	
Aros #3. Estructura por encima del nivel de cuneta	4,96	
Total de varillas#3 (6m)	32,00	Se contempla un 5 % de desperdicio
Varilla #4		
Varilla #4 (Viga V-B)	0,39	
Varilla #4 ("paredes")@ cm	7,19	
Total de varillas #4 (6m)	8,00	Se contempla un 5 % de desperdicio

Figura 62. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Tragantes.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CR-01		Caja de registro			
INTRODUCIR DATOS					
Cantidad de cajas de registro	2	Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo		
Altura variable (m)	1,27	Espesor de la base compactada (m)	0,1		
Ancho (m)	1,35	Compactación (%)	30		
Largo (m)	1,35	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2		
Espesor de las paredes y losa de concreto (m)	0,15	Factor de desperdicio del concreto (%)	10		
Alcantarilla de concreto	30 pulgadas diámetro interno	Malla y aros @ (cm)	15		
Maquinaria propia	si				
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2	m3	3,17	€ 79.258,65	€ 250.854,08	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	0,47	€ 13.400,00	€ 6.349,59	
Subtotal				€ 257.203,67	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	112,00	€ 966,00	€ 108.192,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepill	varas	84,00	€ 534,75	€ 44.919,00	
Subtotal				€ 153.111,00	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	6,00	€ 532,15	€ 3.192,90	
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	2,00	€ 662,50	€ 1.325,00	

Figura 63. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pozo Pluvial.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	100,00	€ 17,84	€ 1.784,00	
Varilla Deformada #3 9,52 mm (3/8 ")x 6m Grado 6	uds	30,00	€ 1.800,00	€ 54.000,00	
Subtotal				€ 60.301,90	
Materiales y productos de plástico					
Tapa pozo pluvial circular 0,60m Ø.Espesor 3 a 5cl	uds	2,00	€ 106.950,00	€ 213.900,00	
Subtotal				€ 213.900,00	
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	3	€ 400,00	€ 1.200,00	
Subtotal				€ 1.200,00	
TOTAL				€ 685.716,57	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	4,63	2,000	€ 3.906,25	€ 36.165,23
Gestión de residuos	m3	4,63	0,25000	€ 3.906,25	€ 4.520,65
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	3,65	0,25000	€ 3.906,25	€ 3.559,57
Colocación y compactación de base	m3	0,47	0,20000	€ 3.906,25	€ 370,20
Confección de armadura (Sist.drenaje pluvial)	kg	100,80	0,32300	€ 3.906,25	€ 127.181,25
Colocación de acero (Sist.drenaje pluvial)	kg	100,80	0,15400	€ 3.906,25	€ 60.637,50
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	49,00	0,20000	€ 3.906,25	€ 38.281,25
Colado del concreto (premezclado)	m3	3,47	0,10000	€ 3.906,25	€ 1.353,90
Desencofrado formaleta madera	m2	49,000	0,06250	€ 3.906,25	€ 11.962,89
TOTAL					€ 284.032,45
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	4,629	0,063	€ 15.394,53	€ 4.453,98
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	3,645	0,033	€ 15.394,53	€ 1.870,44
Colocación y compactación material de relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	0,474	0,031	€ 15.394,53	€ 227,96
TOTAL					€ 6.552,37


Figura 64. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pozo Pluvial.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Subtotal de costos directos			₡976.301,39
Imprevistos	5%		₡48.815,07
COSTO TOTAL			₡1.025.116,46



CÁLCULOS DE CONCRETO Y ACERO (PARA UN POZO)		
Descripción	Cantidad	Comentarios
Volumen de concreto		
Volumen (m3) de concreto base y losa (tapa)	0,55	No se resta el hueco del diámetro de la tapa
Volumen de concreto paredes (m3)	0,89189	
Volumen de pozo (m3)	1,58	Se contempla un 10% de desperdicio
Varilla #3		
Varilla #3 @ cm (base)	2,03	Solo se calcula el acero en una dirección, lo demás se contempla en los aros#3.
Varilla #3 @ cm (paredes)	3,81	
Varilla #3 (viga corona)	2,70	
Aros #3 @ cm	5,84	
Total de varillas#3 (uds)	16,00	Se contempla un 5 % de desperdicio

Figura 65. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pozo Pluvial.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Menú Principal

Presupuesto General del Proyecto


 Cambiar vista

LC-01		Losas de concreto armado (calle)	
INTRODUCIR DATOS			
Longitud del tramo (m)	200	Sub-base compactada	Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)
Ancho de calzada (m)	5,5	Espesor de sub-base compactada (m)	0,3
Espesor de losa (m)	0,1	Base compactada	Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)
Pendiente (%)	2	Espesor de base compactada (m)	0,15
Formaleta metálica	Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m	Compactación (%)	30
Formaleta. Cantidad de elementos (6m)	40	Remoción de estructura existente	si
Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2	Maquinaria propia	si
Factor de desperdicio del concreto (%)	10	Cantidad de separadores de concreto ("helados")	2220

Figura 66. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Losas de concreto armado (calles).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 280 kg /cm2	m3	110	€ 82.617,30	€ 9.087.903,00	
Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)	m3	429	€ 15.500,00	€ 6.649.500,00	
Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)	m3	214,5	€ 15.500,00	€ 3.324.750,00	
Cemento Gris UG saco de 50 kg	sacos	5	€ 5.600,00	€ 28.000,00	
Subtotal				€ 19.090.153,00	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	3	€ 532,15	€ 1.596,45	
Malla electrosoldada #2 5,25mmX2,50mX6m	uds	74	€ 19.300,00	€ 1.428.200,00	
Varilla Deformada #4 12mm (1/2 ")x 6m Grado 40	uds	12	€ 2.600,00	€ 31.200,00	
Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m	uds	40	€ 8.520,77	€ 340.830,80	
Subtotal				€ 1.801.827,25	
Materiales y productos de plástico					
Tubo plástico PVC de 50 mm (2") cédula 26 x 6m	uds	5	€ 8.885,70	€ 44.428,50	
Subtotal				€ 44.428,50	
TOTAL				€ 20.936.408,75	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción estructura existente	m3	110,00	0,490	€ 3.906,25	€ 210.546,88
Gestión de residuos	m3	110,00	0,250	€ 3.906,25	€ 107.421,88
Excavación (maquinaria)	m3	643,50	0,083	€ 3.906,25	€ 209.472,66
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	1100,00	0,090	€ 3.906,25	€ 386.718,75
Colocación y compactación de subbase	m3	429,00	0,200	€ 3.906,25	€ 335.156,25
Colocación y compactación de base	m3	214,50	0,200	€ 3.906,25	€ 167.578,13
Trazo de niveles y replanteo	m2	1100,00	0,016	€ 3.906,25	€ 68.750,00
Confección formaleta metálica	ml	400,00	0,063	€ 3.906,25	€ 97.656,25

Figura 67. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Losas de concreto armado (calles).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Colocación formaleta metálica	ml	400,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 97.656,25
Colocación de acero (malla #2)	kg	1868,50	0,063	₡ 3.906,25	₡ 456.176,76
Colado del concreto (premezclado)	m3	121,00	0,100	₡ 3.906,25	₡ 47.265,63
Acabado codal, llaneta y cuchara	m2	1100,00	0,071	₡ 3.906,25	₡ 306.796,88
Acabado con escoba	m2	1100,00	0,037	₡ 3.906,25	₡ 159.414,06
Desenfrado formaleta metálica	ml	400,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 97.656,25
Limpieza final	m2	1100,00	0,063	₡ 3.906,25	₡ 268.554,69
TOTAL					₡ 3.016.821,29
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción de estructura existente					
Retroexcavadora (remoción estruct)	m2	110,00	0,200	₡ 15.394,53	₡ 338.679,73
Gestión de los residuos					
Vagoneta	m3	110,00	0,246	₡ 35.195,92	₡ 952.401,52
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	1100,00	0,033	₡ 15.394,53	₡ 1.058.374,16
Excavación (cortes de terreno)					
Retroexcavadora (excavación)	m3	643,50	0,063	₡ 15.394,53	₡ 619.148,88
Nivelación y compactación					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m2	1100,00	0,031	₡ 15.394,53	₡ 529.187,08
Colocación y compactación subbase					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	429,00	0,031	₡ 15.394,53	₡ 206.382,96
Colocación y compactación base					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	214,50	0,031	₡ 15.394,53	₡ 103.191,48
TOTAL					₡ 3.807.365,81
Subtotal de costos directos					₡27.760.595,85
Imprevistos			5%		₡1.388.029,79
COSTO TOTAL					₡29.148.625,64

Figura 68. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Losas de concreto armado (calles).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Menú Principal

Presupuesto General del Proyecto



AS-01	Asfaltado (Mezcla asfáltica en caliente)				
INTRODUCIR DATOS					
Longitud del tramo (m)	1000	Sub-base compactada	Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)		
Ancho de calzada (m)	5,5	Espesor de sub-base compactada (m)	0,15		
Espesor de mezcla asfáltica (cm)	6	Base compactada	Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)		
Pendiente de la calzada (%)	3	Espesor de base compactada (m)	0,2		
Señalización vertical y horizontal	si	Compactación (%)	30		
Reacondicionamiento de sub rasante y cunetas	si	Subexcavación	si		
		Ancho de la subexcavación (m)	0,2		
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
SUMATORIA DE CANTIDADES					
Renglón de pago	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Vías de Comunicación terrestre					
CR.301.06	Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)	m3	1072,50	€ 15.500,00	€ 16.623.750,00
CR.301.03	Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)	m3	1430,00	€ 15.500,00	€ 22.165.000,00
CR 211.02	Eliminación de caminos y calles existentes	m3	330	€ 3.300,00	€ 1.089.000,00
CR.201.01	Limpieza y desmonte	ha	5,5	€ 1.000.000,00	€ 5.500.000,00
CR 204.02	Subexcavación	m3	1100	€ 3.800,00	€ 4.180.000,00
CR204.01(a)	Excavación en la vía, para ampliaciones	m3	1925	€ 3.300,00	€ 6.352.500,00
CR.303.03	Reacondicionamiento de sub rasante y espaldones	m	1	€ 900.000,00	€ 900.000,00
CR 303.01(a)	Reacondicionamiento de cunetas	km	2000	€ 560,00	€ 1.120.000,00
PRVC-I 402	Capa de concreto asfáltico preparado en planta en caliente, diseñado por la metodología Marshall	m3	396	€ 143.042,74	€ 56.644.925,04

Figura 69. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Asfaltado. Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CR 634.04 (f)	Señalización línea continua blanca	m	1000	₡ 750,00	₡ 750.000,00
CR 634.01 (b)	Señalización línea continua amarilla tipo A	m	2000	₡ 750,00	₡ 1.500.000,00
CR 633.01	Instalación de señales verticales tipo IV	uds	5	₡ 88.797,50	₡ 443.987,50
CR 634.05	Demarcación de flechas direccionales, tamaño según normas de la SIECA	uds	5	₡ 33.000,00	₡ 165.000,00
CR 634.07	Demarcación horizontal de letrero de ALTO, tamaño tipo A	uds	200	₡ 40.000,00	₡ 8.000.000,00
CR 718.18 (b)	Captales dos caras blancas	uds	200	₡ 3.400,00	₡ 680.000,00
CR 718.18 (a)	Captales dos caras amarillas	uds	100	₡ 3.400,00	₡ 340.000,00
	Subtotal				₡ 126.454.162,54
	TOTAL				₡ 126.454.162,54
	Subtotal de costos directos				₡ 126.454.162,54
	Imprevistos	5%			₡ 6.322.708,13
	COSTO TOTAL				₡ 132.776.870,67

Figura 70. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Asfaltado.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

PA-01		Pavimento de adoquines			
INTRODUCIR DATOS					
Longitud total del tramo (m)	150	Sub-base compactada	Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)		
Ancho de la calzada(m)	1,4	Espesor sub-base(m)	0,15		
Pendiente transversal mínima (%)	2	Base compactada	Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)		
Remoción de estructura existente	si	Espesor base (m)	0,3		
Excavación	si	Compactación	30		
Confinamiento exterior	si	Maquinaria propia	si		
Ancho del bordillo (m)	0,15	Factor de desperdicio del concreto (%)	10		
Altura del bordillo (m)	0,25				
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	m3	12,38	€ 75.900,00	€ 939.262,50	
Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)	m3	94,00	€ 15.500,00	€ 1.457.000,00	
Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)	m3	47,00	€ 15.500,00	€ 728.500,00	
Agregado Arena Fina lavada con acarreo	m3	1,00	€ 11.330,00	€ 11.330,00	

Figura 71. Primera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pavimento de adoquines.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Agregado Arena Fina de Estriba	m3	15,00	€ 13.577,40	€ 203.661,00	
Adoquín (10x10x20)cm f'c 280 kg /cm2. Alto tránsito	uds	11025,00	€ 262,00	€ 2.888.550,00	
Subtotal				€ 6.228.303,50	
TOTAL				€ 6.228.303,50	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Obras preliminares	glb	1,00	-		
Remoción estructura existente	m3	25,20	0,4900	€ 3.906,25	€ 48.234,38
Gestión de residuos	m3	25,20	0,2500	€ 3.906,25	€ 24.609,38
Excavación (maquinaria)	m3	210,00	0,0833	€ 3.906,25	€ 68.359,38
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	94,50	0,0900	€ 3.906,25	€ 33.222,66
Colocación y compactación de subbase	m3	47,00	0,2000	€ 3.906,25	€ 36.718,75
Colocación y compactación de base	m3	94,00	0,2000	€ 3.906,25	€ 73.437,50
Trazo de niveles y replanteo	m2	210,00	0,0160	€ 3.906,25	€ 13.125,00
Confinamiento (adoquines)	ml	302,80	0,0000	€ 3.906,25	€ 0,00
Colocación y compactación de material	m3	15,00	0,2000	€ 3.906,25	€ 11.718,75
Descarga de adoquines	uds	11025,00	0,0003	€ 3.906,25	€ 12.919,92
Colocación de adoquines	uds	11025,00	0,0003	€ 3.906,25	€ 12.919,92
Compactación de adoquines	m2	210,00	0,0313	€ 3.906,25	€ 25.634,77
Colocación de arena para relleno de juntas	m3	1,00	0,0238	€ 3.906,25	€ 93,01
Compactación de adoquines	m2	210,00	0,0313	€ 3.906,25	€ 25.634,77
Limpieza final	m2	210,00	0,0625	€ 3.906,25	€ 51.269,53
TOTAL					€ 437.897,69

Figura 72. Segunda parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pavimento de adoquines.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

MAQUINARIA						
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total	
Remoción de la estructura						
Retroexcavadora (remoción estruct)	m3	25,2	0,200	€ 15.394,53	€ 77.588,45	
Gestión de residuos						
Vagoneta	m3	25,2	0,246	€ 35.195,92	€ 218.186,53	
Limpieza del terreno						
Retroexcavadora (limpieza)	m2	210	0,033	€ 15.394,53	€ 107.761,73	
Excavación						
Retroexcavadora (excavación)	m3	94,5	0,063	€ 15.394,53	€ 90.923,96	
Colocación y compactación base y/o subbase						
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	141	0,031	€ 15.394,53	€ 67.832,16	
TOTAL					€ 562.292,83	
Subtotal de costos directos						
					€7.228.494,03	
Imprevistos	5%					€361.424,70
COSTO TOTAL					€7.589.918,73	

Figura 73. Tercera parte de ejemplo de la hoja de cálculo de Pavimento de adoquines.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Realizar presupuesto (Proyecto general)

En esta pestaña se puede acceder a cada una de las pestañas de las obras civiles que conforman el Sistema, dicha hoja viene a ser un como un resumen general, donde se puede estimar los costos de un proyecto general, el cual puede abarcar diferentes obras civiles al mismo tiempo. En algunas ocasiones la Unidad ha realizado un proyecto que contenga aceras, cunetas, sistema de drenaje y algún tipo de pavimento. Debido a esto, se diseñó dicha pestaña, donde se observa el costo de materiales, mano de obra y maquinaria requerida para tipo de obra, así como,

el costo de cada obra civil y el costo total del proyecto general, el cual suma todos los costos implicados.

Para ello, se tiene la columna llamada “Contiene”, donde se puede digitar la palabra “si” en la celda correspondiente a cada obra, esto si el proyecto a estimar requiere de dicha obra civil, de lo contrario se debe dejar la celda en blanco. Asimismo, se puede acceder a la hoja de cálculo de cada proyecto, lo cual se logra cliqueando la palabra “lr”, en la columna llamada “Referencia”, de esta forma el sistema se moviliza automáticamente a la pestaña seleccionada. A continuación, se visualiza la pestaña para estimar el costo de un proyecto.

Resumen: Proyecto General							Referencia
Contiene	Código	Tipo de proyecto	Costo Material	Costo Mano de Obras	Costo Maquinaria	Costo Total	
si	AC-01	Aceras	₡3.240.119,16	₡460.842,14	₡177.904,76	₡4.072.809,37	lr
si	CU-01	Cunetas y cordon de caño	₡4.636.915,32	₡1.042.165,02	₡769.194,85	₡6.770.688,95	lr
si	SDP-01	Sistema de Drenaje Pluvial	₡10.350.409,63	₡1.847.903,06	₡1.588.194,53	₡14.475.832,58	lr
si	LC-01	Losas de concreto armado (calle)	₡20.936.408,75	₡3.016.821,29	₡3.807.365,81	₡29.148.625,64	lr
si	AS-01	Asfaltado	-	-	-	₡236.814.879,02	lr
si	PA-01	Pavimento de adoquines	₡6.228.303,50	₡437.897,69	₡562.292,83	₡7.589.918,73	lr
TOTAL			₡45.392.156,36	₡6.805.629,20	₡6.904.952,78	₡298.872.754,28	

Figura 74. Ejemplo de la hoja de cálculo de Resumen (Proyecto General).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Guía para la construcción de obras civiles

Se creó una guía para la construcción de tres tipos de obras civiles menores contempladas en el sistema de estimación de costos, orientando a los colaboradores de la Unidad con el proceso constructivo de los diferentes proyectos, específicamente para aceras, cordones y pavimentos de adoquines.

El documento creado describe aspectos técnicos y requerimientos necesarios a nivel nacional en cuanto a la construcción de este tipo de obras civiles, buscando una adecuada y correcta construcción de estas. Asimismo, se mencionan consideraciones importantes en aspectos relacionados con la seguridad y el manejo de residuos en los proyectos.

Además, se agregó una sección con definiciones de conceptos importantes empleados en este tipo de obras. De la misma manera, se añade una sección con el nombre de todos los documentos consultados para la elaboración de dicha guía.

La guía para la construcción de obras civiles de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales está compuesta por los siguientes apartados, cuyo contenido se resume a continuación:

1. Introducción: en este apartado se menciona una breve descripción del contenido de la guía.
2. Seguridad en la construcción de obras civiles: se mencionan algunas consideraciones relacionadas a la seguridad con el objetivo de propiciar un ambiente de trabajo más controlado y seguro, el cual genere las condiciones laborales y el ambiente necesario para el bienestar del trabajador.
3. Gestión de los residuos: dicha sección menciona la clasificación de los residuos producidos en la construcción.
4. Aceras:
 - 4.1. Generalidades y características: en este apartado se mencionan los criterios y lineamientos para el diseño y construcción de aceras en Costa Rica,

además se detallan las características de este tipo de obra.

- 4.2. Construcción de Aceras (concreto hidráulico): se muestra el procedimiento general para llevar a cabo la construcción de aceras.
5. Cordón de caño:
 - 5.1. Construcción de Cordones de caño: en dicha sección se muestra el procedimiento para llevar a cabo la construcción del cordón de caño.
6. Pavimento de adoquines:
 - 6.1. Generalidades y características: en esta sección se resume algunas generalidades de este tipo de obra.
 - 6.2. Construcción de Pavimentos de adoquines: en este apartado se detalla el proceso de construcción de los pavimentos de adoquines.

Esta guía para la construcción de obras civiles se puede observar en el Apéndice N°2.

Comprobación del sistema de estimación de costos

El sistema creado tiene la particularidad de ser una herramienta que no cuenta con algún parámetro de comparación, esto debido a las falencias de la Unidad en dicha área. Por ello, es de importancia asegurar el funcionamiento de la aplicación y corroborar si los presupuestos generados se adaptan a las exigencias y pretensiones de la Unidad.

Al inicio de la práctica profesional se realizaron diferentes presupuestos, mostrados en el Cuadro 2, donde solo se estimó el costo de los materiales. Cabe destacar que los cálculos se realizaron sin ningún tipo de herramienta, lo cual evidentemente tomó mayor tiempo. Por lo contrario, con el sistema basta con ingresar los datos y dimensiones del tipo de obra civil para obtener un presupuesto detallado, incluso se contemplan diferentes costos directos como el costo de los materiales, mano de obra y maquinaria necesaria para llevar a cabo dicho proyecto.

Respecto a la comprobación de sistema, se realizó una comparación de los costos reales de un proyecto construido por la Unidad con la estimación de los costos generados por el sistema creado. Para ello, la Unidad facilitó un acta de cierre de un proyecto llamado Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari, dicha acta puede observarse en el Anexo N°3. A continuación, se presentan los aspectos técnicos y financieros de la obra, con lo cual se cerró el proyecto.

1. Datos Generales:

- Nombre del proyecto: Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari
- Contratación: 2020CD-000113-CL01
- Fecha de inicio: 23 setiembre 2020
- Fecha de finalización: 23 de noviembre de 2020

2. Inversiones:

- Orden de compra :1682-1683-1684-1685-1686
- Monto Presupuestado: ¢26,000,000
- Monto Gastado ¢ 24,470,256.47
- Jornales Ocasionales contratados: 6 peones del 23 de setiembre de 2020 al 23 de noviembre de 2020.
- Monto inversión estimado mano de obra: ¢10,500,000.

3. Inspector municipal a cargo:

- Manuel Castro

4. Alcance del proyecto:

- Construcción de sistema drenaje de aproximadamente 350 metros con alcantarillas de concreto de 30 y 24 pulgadas. Construcción de 8 cajas de registro y dos cabezales de concreto.
- Construcción de calle de 200 metros lineales de losas de concreto según planos y especificaciones. Concreto $f'c=280$ kg/cm² con malla de acero #2 @20 cm.
- Cunetas de concreto a ambos lados en aproximadamente 200 metros. Lineales.

5. Ubicación:

- Las Brisas Caribe, Cariari.

6. Diseño utilizado

- Se puede observar en el Anexo N°3.

A continuación, se muestran algunas imágenes del proyecto construido por la misma Unidad de Obras Civiles.



Figura 75. Colocación de alcantarillado.
Fuente: Acta de cierre OCSM – 138– 2021.



Figura 76. Losas de concreto armado (calle).
Fuente: Acta de cierre OCSM – 138– 2021.




Figura 77. Colado de cunetas.
Fuente: Acta de cierre OCSM – 138– 2021.

Por otro lado, el proyecto Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari fue llevado a cabo por el la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí, mediante el tipo de contrato conocido como Administración propia. En dicho contrato la Unidad es la encargada de planificar, diseñar, construir y controlar la totalidad del proyecto.

Seguidamente, se procedió a introducir todos los datos y dimensiones en cada una de las hojas de cálculo correspondientes a las obras civiles del proyecto. La información se introdujo respetando la simbología establecida para el sistema (Figura 35), por ende, se digitaron los datos necesarios en las celdas de color blanco y se seleccionó el material necesario en cada una de las listas desplegables. Asimismo, se seleccionó el tipo de maquinaria empleada en el proyecto, en este caso, se utilizó una retroexcavadora propiedad de la Municipalidad.

Cabe destacar que el sistema estima los costos de mano de obra y maquinaria, mediante rendimientos obtenidos de diferentes bibliografías.

A continuación, se muestran imágenes correspondientes a cada una de las pestañas utilizadas para estimar los costos de cada una de las obras civiles que abarcan el proyecto en análisis, donde se puede observar la información ingresada en cada pestaña, así como, cada uno de los costos directos presupuestados por ítems y el costo total del proyecto presupuestado.



MUNICIPALIDAD DE POCOCI

Menú Principal

Resumen: Proyecto General

Contiene	Código	Tipo de proyecto	Costo Material	Costo Mano de Obra	Costo Maquinaria	Imprevistos	Costo Total	Referencia
si	CU-01	Cunetas y cordon de caño	₡1.455.991,71	₡540.922,85	₡142.876,48	₡106.989,55	₡2.246.780,59	lr
si	SDP-01	Sistema de Drenaje Pluvial	₡9.367.964,72	₡2.824.668,82	₡3.207.078,30	₡769.985,59	₡16.169.697,43	lr
si	LC-01	Losas de concreto armado (calle)	₡12.015.885,75	₡1.974.873,86	₡1.630.858,36	₡781.080,90	₡16.402.698,87	lr
								lr
								lr
TOTAL			₡22.839.842,18	₡5.340.465,53	₡4.980.813,14	₡1.658.056,04	₡34.819.176,89	

Cambiar vista




Figura 78. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Resumen (Proyecto General).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



Menú Principal

Presupuesto General del Proyecto




CU-01		CUNETA Y CORDÓN DE CAÑO			
INTRODUCIR DATOS					
Longitud del tramo total de cuneta (m)	200	Tipo de base compactada	Agregado Lastre Zaranda		
Ancho de cuneta (m)	0,65	Espesor de la base compactada (m)	0,1		
Ancho promedio de formaleta (m)	0,1	Compactación (%)	30		
Tipo de cordón (área en m2)	0,06	Tipo de formaleta	Madera		
Factor de desperdicio del concreto (%)	10	Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2		
Se requiere uso de maquinaria	si	Remoción de estructura existente	si		
		Maquinaria propia	si		
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Concreto Premezclado f'c 210 kg /cm2	m3	13,20	€ 75.900,00	€ 1.001.880,00	
Agregado Lastre Zaranda	m3	16,90	€ 10.555,00	€ 178.379,50	
Agregado Arena Fina de Estriba	m3	1,69	€ 13.577,40	€ 22.945,81	
Subtotal				€ 1.203.205,31	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	48,00	€ 966,00	€ 46.368,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	24,00	€ 534,75	€ 12.834,00	
Subtotal				€ 59.202,00	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	6,00	€ 532,15	€ 3.192,90	
Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m	uds	20,00	€ 8.520,77	€ 170.415,40	
Varilla Deformada #4 12mm (1/2 ")x 6m Grado 40	uds	7,00	€ 2.600,00	€ 18.200,00	
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	1,00	€ 662,50	€ 662,50	
Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	40,00	€ 17,84	€ 713,60	
Subtotal				€ 193.184,40	

Figura 79. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Primera parte hoja de cálculo Cuneta y cordón de caño.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	1		€ 400,00	€ 400,00
Subtotal					€ 400,00
TOTAL					€ 1.455.991,71
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción estructura existente	m3	12,00	0,490	€ 3.906,25	€ 22.968,75
Gestión de residuos	m3	12,00	0,250	€ 3.906,25	€ 11.718,75
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	130	0,250	€ 3.906,25	€ 126.953,13
Formaleta (cuneta y cordón)	ml	200	0,350	€ 3.906,25	€ 273.437,50
Colocación y compactación de base	m3	16,9	0,200	€ 3.906,25	€ 13.203,13
Colado del concreto (premezclado)	m3	13,20	0,100	€ 3.906,25	€ 5.156,25
Acabado codal, llaneta y cuchara	m2	130	0,071	€ 3.906,25	€ 36.257,81
Acabado con escoba	m2	130	0,037	€ 3.906,25	€ 18.839,84
Desencofrado (cuneta y cordón)	ml	200	0,031	€ 3.906,25	€ 24.453,13
Limpieza final	m2	32,5	0,063	€ 3.906,25	€ 7.934,57
TOTAL					€ 540.922,85
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción de la estructura					
Retroexcavadora (remoción estruct)	m3	12,00	0,2	€ 15.394,53	€ 36.946,88
Gestión de los residuos					
Vagoneta	m3	12,00	0,246	€ 35.195,92	€ 103.898,35
Compactación del material de relleno					
Pata de cabro	m2	130,00	0,03125	€ 500,00	€ 2.031,25
TOTAL					€ 142.876,48
Subtotal de costos directos					€2.139.791,04
Imprevistos		5%			€106.989,55
COSTO TOTAL					€2.246.780,59

Figura 80. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Segunda parte hoja de cálculo Cuneta y cordón de caño.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.



MUNICIPALIDAD DE POCATÁ

Fluye

Menú Principal

Presupuesto General del Proyecto

Cambiar vista

SDP-01		Sistema de Drenaje Pluvial								
Contiene	Código	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo Materiales (Total)	Costo Mano de Obra (Total)	Costo Maquinaria (Total)	Costo Unitario	Costo Total	Referencia
si	CA-01	Cabezal (Tipo 1)	uds	2	₡ 254.769,65	₡ 25.813,14	₡ 9.160,94	₡ 152.115,46	₡ 304.230,92	lr
										lr
si	AP-01	Colocación de alcantarillas	glb	1	₡ 5.218.403,98	₡ 1.412.656,46	₡ 3.182.885,53	₡ 10.304.643,27	₡ 10.304.643,27	lr
si	CR-01	Caja de Registro	uds	8	₡ 3.894.791,10	₡ 1.386.199,21	₡ 15.031,83	₡ 695.102,91	₡ 5.560.823,24	lr
										lr
										lr
										lr
TOTAL					₡ 9.367.964,72	₡ 2.824.668,82	₡ 3.207.078,30		₡ 16.169.697,43	

Figura 81. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Hoja de cálculo Sistema de drenaje pluvial.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

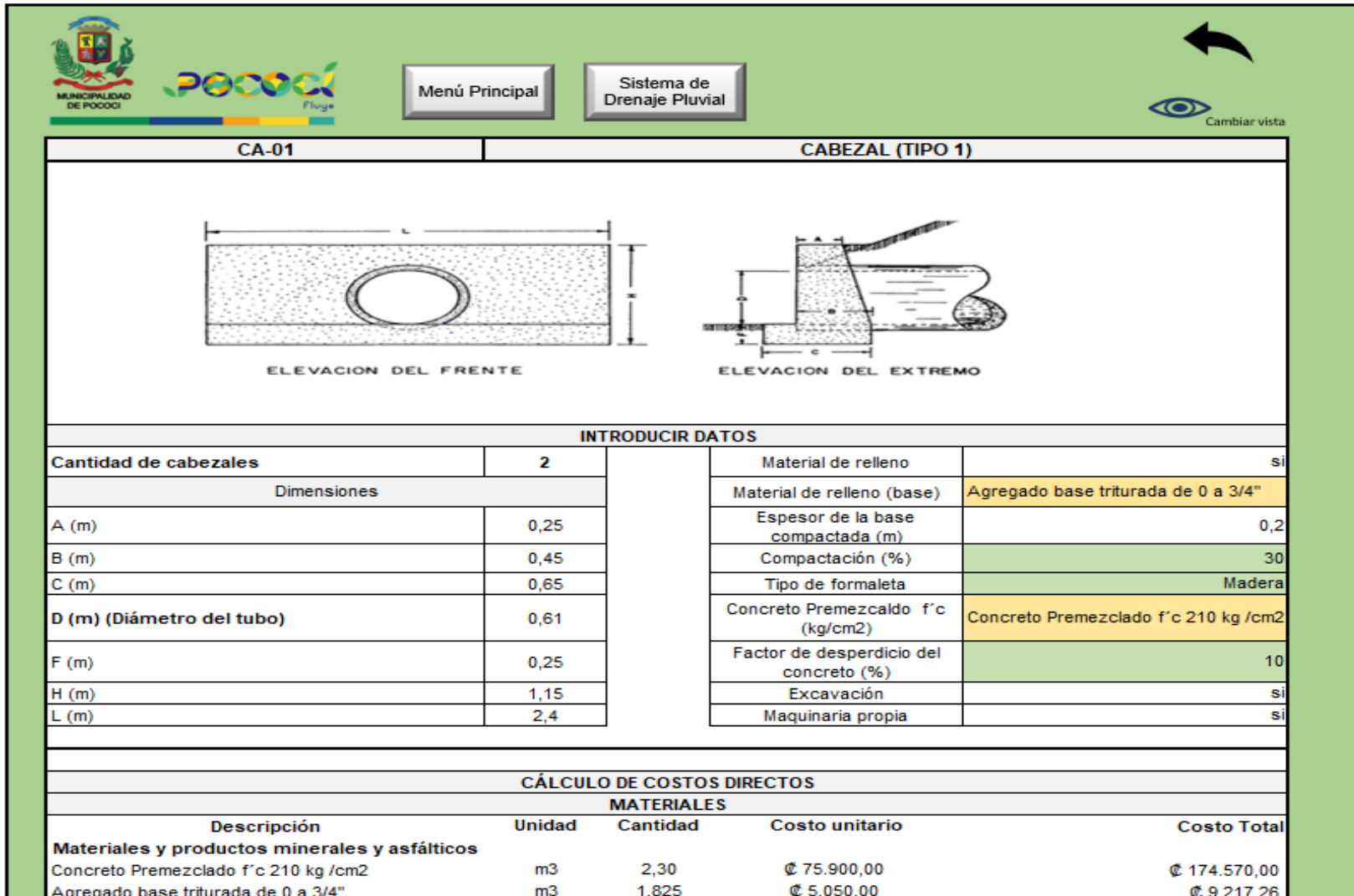




Figura 82. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Primera parte hoja de cálculo Cabezal (Tipo 1)

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.


Subtotal					€ 183.787,26
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	vara	53		€ 966,00	€ 51.198,00
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	vara	26,5		€ 534,75	€ 14.170,88
Subtotal					€ 65.368,88
Materiales y productos metálicos					
Clavo corriente de 62 mm (2 1/2")	kg	2		€ 650,43	€ 1.300,86
Clavo corriente de 100 mm(4")	kg	2		€ 1.890,00	€ 3.780,00
Subtotal					€ 5.080,86
Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	1,33		€ 400,00	€ 532,65
Subtotal					€ 532,65
TOTAL					€ 254.769,65
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	0,78	2,000	€ 3.906,25	€6.093,75
Gestión de residuos	m3	0,78	0,250	€ 3.906,25	€761,72
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	3,12	0,250	€ 3.906,25	€3.046,88
Colocación y compactación de base	m3	1,83	0,200	€ 3.906,25	€1.425,94
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	13,25	0,200	€ 3.906,25	€10.351,56
Colado del concreto (premezclado)	m3	2,30	0,100	€ 3.906,25	€898,44
Desencofrado formaleta madera	m2	13,25	0,063	€ 3.906,25	€3.234,86
TOTAL					€25.813,14
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	0,78	0,063	€ 15.394,53	€750,48
Gestión del material					
Vagoneta	m3	0,78	0,246	€ 35.195,92	€6.753,39
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	3,12	0,016	€ 15.394,53	€750,48
Colocación del relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	1,83	0,031	€ 15.394,53	€878,07
Compactación del material de relleno					
Pata de cabro	m3	1,83	0,031	€ 500,00	€28,52
TOTAL					€9.160,94
Subtotal de costos directos					€289.743,73
Imprevistos			5%		€14.487,19
COSTO TOTAL					€304.230,92

Figura 83. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Segunda parte hoja de cálculo Cabezal (Tipo 1)
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Menú Principal

Sistema de Drenaje Pluvial

 Cambiar vista

AP-01		Colocación del Alcantarillado Pluvial			
INTRODUCIR DATOS					
		Alcantarillas (Centro de calle o tramo principal)			
Longitud total del tramo (m)	350	Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 24 " diámetro interno		
Ancho del tramo (m)	1	Cantidad de alcantarillas	300		
Mayor espesor excavación requerida (m)	0,6	Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 36 " diámetro interno		
Colocación de material (cama de asiento)	si	Cantidad de alcantarillas	50		
Material (cama de asiento)	Agregado Arena Fina de Estriba	Pendiente (%)	1		
Espesor cama de asiento (m)	0,1	Alcantarillas correspondiente a los tragantes			
Colocación y compactación material adicional		Diámetro (ø) de alcantarilla	Alcantarilla de concreto 18 " diámetro interno		
Material de relleno adicional	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	Cantidad de alcantarillas			
Espesor material de relleno adicional (m)		Maquinaria propia	si		
Compactación (%)	30	Excavación	si		
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
Materiales y productos minerales y asfálticos					
Alcantarilla de concreto 36 " diámetro interno	uds	50,00	€ 24.200,00	€ 1.210.000,00	
Alcantarilla de concreto 24 " diámetro interno	uds	300,00	€ 11.000,00	€ 3.300.000,00	
Alcantarilla de concreto 18 " diámetro interno	uds	0,00	€ 7.900,00	€ 0,00	
Cemento Gris UG saco de 50 kg	sacos	14,00	€ 5.600,00	€ 78.400,00	
Agregado Arena Fina lavada con acarreo	m3	1,08	€ 11.330,00	€ 12.232,28	
Agregado Arena Fina de Estriba	m3	45,50	€ 13.577,40	€ 617.771,70	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	0,00	€ 13.400,00	€ 0,00	
Subtotal				€ 5.218.403,98	
TOTAL				€ 5.218.403,98	

Figura 84. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Primera parte hoja de cálculo Colocación de alcantarillado pluvial.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación (maquinaria)	m3	210,00	0,083	€ 3.906,25	€ 68.359,38
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	350,00	0,090	€ 3.906,25	€ 123.046,88
Colocación y compactación de base	m3	35,00	0,200	€ 3.906,25	€ 27.343,75
Descarga de tubería (2 peones)	m	350,00	0,100	€ 3.906,25	€ 136.718,75
Colocación de tubería (2 peones)	uds	350,00	0,500	€ 3.906,25	€ 683.593,75
Sellado (solaqueado)	m2	46,92	0,677	€ 3.906,25	€ 124.082,24
Colocación y compactación de material	m3	210,00	0,200	€ 3.906,25	€ 164.062,50
Colocación y compactación de material	m3	0,00	0,200	€ 3.906,25	€ 0,00
Limpieza final	m2	350,00	0,063	€ 3.906,25	€ 85.449,22
TOTAL					€ 1.412.656,46
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	210,00	0,063	€ 15.394,53	€ 202.053,25
Colocación y compactación material (cama)					
Pata de cabro	m3	35,00	0,031	€ 500,00	€ 546,88
Descarga de tubos					
Retroexcavadora (descarga tubería)	uds	350,00	0,031	€ 15.394,53	€ 168.377,71
Colocación de tubería					
Retroexcavadora (colocación alcantarillas)	uds	350,00	0,500	€ 15.394,53	€ 2.694.043,31
Colocación y compactación del material requerido					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	245,00	0,031	€ 15.394,53	€ 117.864,39
TOTAL					€ 3.182.885,53
Subtotal de costos directos					€9.813.945,97
Imprevistos			5%		€490.697,30
COSTO TOTAL					€10.304.643,27

Figura 85. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Segunda parte hoja de cálculo Colocación de alcantarillado pluvial.

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

CR-01		Caja de registro			
INTRODUCIR DATOS					
Cantidad de cajas de registro	8		Tipo de base compactada	Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	
Altura variable (m)	1,27		Espesor de la base compactada (m)	0,1	
Ancho (m)	1,11		Compactación (%)	30	
Largo (m)	1,11		Concreto Premezclado f'c (kg/cm2)	Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2	
Espesor de las paredes y losa de concreto (m)	0,15		Factor de desperdicio del concreto (%)	10	
Alcantarilla de concreto	24 pulgadas diámetro interno		Malla y aros @ (cm)	15	
Maquinaria propia	si				
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS					
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total	
materiales y productos minerales y derivados					
Concreto Premezclado f'c 245 kg /cm2	m3	9,93	€ 79.258,65	€ 786.677,00	
Agregado base triturada de 0 a 1 1/2 " con acarreo	m3	1,28	€ 13.400,00	€ 17.170,55	
Subtotal				€ 803.847,55	
Madera y sus derivados					
Madera formaleta de (1"x12")	varas	1472,00	€ 966,00	€ 1.421.952,00	
Regla de 50mmx75mm (2"x3") semiduro sin cepillo	varas	1104,00	€ 534,75	€ 590.364,00	
Subtotal				€ 2.012.316,00	
Materiales y productos metálicos					
Alambre negro calibre 16	kg	17,00	€ 532,15	€ 9.046,55	
Clavo corriente de 50 mm (2")	kg	18,00	€ 662,50	€ 11.925,00	
Clavo de acero de 50 mm (2") X 3,5mm	uds	900,00	€ 17,84	€ 16.056,00	
Varilla Deformada #3 9,52 mm (3/8 ")x 6m Grado 60	uds	96,00	€ 1.800,00	€ 172.800,00	
Subtotal				€ 209.827,55	
Materiales y productos de plástico					
Tapa pozo pluvial circular 0,60m Ø.Espesor 3 a 5cr	uds	8,00	€ 106.950,00	€ 855.600,00	
Subtotal				€ 855.600,00	

Figura 86. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Primera parte hoja de cálculo Caja de registro.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Otros productos químicos y conexos					
Desmoldante (aceite quemado)	l	33		€ 400,00	€ 13.200,00
Subtotal					€ 13.200,00
TOTAL					€ 3.894.791,10
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación de zanjas (a mano)	m3	12,52	2,000	€ 3.906,25	€ 97.797,94
Gestión de residuos	m3	12,52	0,25000	€ 3.906,25	€ 12.224,74
Limpieza y nivelación de terreno (a mano)	m2	9,86	0,25000	€ 3.906,25	€ 9.625,78
Colocación y compactación de base	m3	1,28	0,20000	€ 3.906,25	€ 1.001,08
Confección de armadura (Sist. drenaje pluvial)	kg	322,56	0,32300	€ 3.906,25	€ 406.980,00
Colocación de acero (Sist. drenaje pluvial)	kg	322,56	0,15400	€ 3.906,25	€ 194.040,00
Confección y colocación de formaleta (madera)	m2	644,00	0,20000	€ 3.906,25	€ 503.125,00
Colado del concreto (premezclado)	m3	10,70	0,10000	€ 3.906,25	€ 4.178,11
Desencofrado formaleta madera	m2	644,000	0,06250	€ 3.906,25	€ 157.226,56
TOTAL					€ 1.386.199,21
MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación					
Retroexcavadora (excavación)	m3	12,518	0,063	€ 15.394,53	€ 12.044,43
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	9,857	0,016	€ 15.394,53	€ 2.370,95
Colocación y compactación material de relleno					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	1,281	0,031	€ 15.394,53	€ 616,45
TOTAL					€ 15.031,83
Subtotal de costos directos					€5.296.022,14
Imprevistos			5%		€264.801,11
COSTO TOTAL					€5.560.823,24

Figura 87. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Segunda parte hoja de cálculo Caja de registro.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

LC-01		Losas de concreto armado (calle)		
INTRODUCIR DATOS				
Longitud del tramo (m)		200		
Ancho de calzada (m)		5		
Espesor de losa (m)		0,1		
Pendiente (%)		2		
Formaleta metálica	Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m			
Formaleta. Cantidad de perfiles (6m)		40		
Concreto Premezclado f'c (kg/cm ²)	Concreto Premezclado f'c 280 kg/cm ²			
Factor de desperdicio del concreto (%)		10		
	Sub-base compactada		Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)	
	Espesor de sub-base compactada (m)			
	Base compactada		Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)	
	Espesor de base compactada (m)		0,1	
	Compactación (%)		30	
	Remoción de estructura existente			
	Maquinaria propia		si	
	Cantidad de separadores de concreto ("helados")		2010	
CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS				
MATERIALES				
Descripción materiales y productos minerales y metálicos	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
Concreto Premezclado f'c 280 kg/cm ²	m ³	100	€ 82.617,30	€ 8.261.730,00
Subbase de agregados graduación B, caso 2 (CR 301.06)	m ³	0	€ 15.500,00	€ 0,00
Base de agregados graduación C, caso 2 (CR 301.03)	m ³	130	€ 15.500,00	€ 2.015.000,00
Cemento Gris UG saco de 50 kg	sacos	5	€ 5.600,00	€ 28.000,00
Subtotal				€ 10.304.730,00
Materiales y productos metálicos				
Alambre negro calibre 16	kg	3	€ 532,15	€ 1.596,45
Malla electrosoldada #2 5,25mmX2,50mX6m	uds	67	€ 19.300,00	€ 1.293.100,00

Figura 88. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Primera parte hoja de cálculo Losas de concreto armado (calle).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Varilla Deformada #4 12mm (1/2")x 6m Grado 40	uds	12	€ 2.600,00	€ 31.200,00	
Perfil C galvanizado de 50 mmX100mm (2"x4")x1,5mmX6m	uds	40	€ 8.520,77	€ 340.830,80	
Subtotal				€ 1.666.727,25	
Materiales y productos de plástico					
Tubo plástico PVC de 50 mm (2") cédula 26 x 6m	uds	5	€ 8.885,70	€ 44.428,50	
Subtotal				€ 44.428,50	
TOTAL				€ 12.015.885,75	
MANO DE OBRA (Incluye cargas sociales)					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Excavación (maquinaria)	m3	130,00	0,083	€ 3.906,25	€ 42.317,71
Limpieza y nivelación (1 peón)	m2	1000,00	0,090	€ 3.906,25	€ 351.562,50
Colocación y compactación de subbase	m3	0,00	0,200	€ 3.906,25	€ 0,00
Colocación y compactación de base	m3	130,00	0,200	€ 3.906,25	€ 101.562,50
Trazo de niveles y replanteo	m2	1000,00	0,016	€ 3.906,25	€ 62.500,00
Confección formaleta metálica	ml	400,00	0,063	€ 3.906,25	€ 97.656,25
Colocación formaleta metálica	ml	400,00	0,063	€ 3.906,25	€ 97.656,25
Colocación de acero (malla #2)	kg	1691,75	0,063	€ 3.906,25	€ 413.024,90
Colado del concreto (premezclado)	m3	110,00	0,100	€ 3.906,25	€ 42.968,75
Acabado codal, llaneta y cuchara	m2	1000,00	0,071	€ 3.906,25	€ 278.906,25
Acabado con escoba	m2	1000,00	0,037	€ 3.906,25	€ 144.921,88
Desenclavado formaleta metálica	ml	400,00	0,063	€ 3.906,25	€ 97.656,25
Limpieza final	m2	1000,00	0,063	€ 3.906,25	€ 244.140,63
TOTAL					€ 1.974.873.86

Figura 89. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Segunda parte hoja de cálculo Losas de concreto armado (calle).
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel

MAQUINARIA					
Descripción	Unidad	Cantidad	Rendimiento en horas	Costo Unitario	Costo Total
Remoción de estructura existente					
Retroexcavadora (remoción estruct)	m2		0,200	€ 0,00	€ 0,00
Limpieza del terreno					
Retroexcavadora (limpieza)	m2	1000,00	0,016	€ 15.394,53	€ 962.158,32
Excavación (cortes de terreno)					
Retroexcavadora (excavación)	m3	130,00	0,063	€ 15.394,53	€ 125.080,58
Nivelación y compactación					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m2	1000,00	0,031	€ 15.394,53	€ 481.079,16
Colocación y compactación subbase					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	0,00	0,031	€ 15.394,53	€ 0,00
Colocación y compactación base					
Retroexcavadora (coloc y compact)	m3	130,00	0,031	€ 15.394,53	€ 62.540,29
TOTAL					€ 1.630.858,36
Subtotal de costos directos					
					€15.621.617,97
Imprevistos		5%			€781.080,90
COSTO TOTAL					€16.402.698,87

Figura 90. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Tercera parte hoja de cálculo Losas de concreto armado (calle).

Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Continuando con la comparación de los costos del proyecto construido con la estimación

realizada con el sistema, se obtuvo la siguiente información comparativa.

Proyecto: Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari				
Descripción (Costos totales)	Costos del proyecto construido por la Unidad	Costos estimados con el Sistema	Diferencia de costos	Variación (%)
Materiales	₡ 24.470.256,47	₡ 22.839.842,18	₡ 1.630.414,29	6,66%
Mano de obra	₡ 10.500.000,00	₡ 5.340.465,53	₡ 5.159.534,47	49,14%
Maquinaria	-	₡ 4.980.813,14	-	-
Imprevistos	-	₡ 1.658.056,04	-	-
Costo total del proyecto	₡ 34.970.256,47	₡ 34.819.176,89	₡ 151.079,58	0,43%

Figura 91. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari. Comparación de costos entre el costo real y el costo estimado con el Sistema.
Fuente: Elaboración propia mediante Microsoft Excel.

Desarrollo del manual de uso

El sistema creado cuenta con una serie de pestañas relacionadas entre sí, con el objetivo de estimar el costo de diferentes obras civiles. Para facilitar su uso se realizó un menú principal, el cual le permite al usuario acceder de forma rápida y directa a cualquier pestaña del sistema. Esto se realizó mediante la programación de botones y formularios que al presionarlos el usuario se desplaza directamente a la hoja requerida, evitando la pérdida de tiempo en la búsqueda de las pestañas, lo cual vuelve la herramienta más eficiente y simplifica su uso.

El manual de muestra el procedimiento paso a paso para realizar un presupuesto según el tipo de proyecto, esto de forma muy sencilla, incluso puede ser utilizado por usuarios con poco conocimiento en construcción. Asimismo, se explica el procedimiento para actualizar precios, cambiar o agregar algún dato a la base de datos, modificar las listas de materiales, modificar costos asociados a las hojas de cálculo, entre otras acciones.

El manual de uso del sistema se encuentra compuesto por las siguientes secciones, cuyo contenido se resume a continuación:

1. Introducción: en esta sección se explica a grandes rasgos el objetivo del manual.
2. Sistema de Desarrollo de Presupuestos
 - 2.1. Descripción general del Sistema: en este apartado se realiza una descripción general del sistema como tal.
 - 2.2. Descripción de cada elemento del sistema: esta sección es muy importante, se detalla cada una de las pestañas y elementos que conforman la herramienta, incluso se describe las líneas de código programadas en VBA.
 - 2.2.1. Menú principal (interfaz)
 - 2.2.2. Bases de datos.
 - 2.2.3. Realizar presupuesto (Proyecto General).
 - 2.2.4. Hojas de cálculo para cada tipo de obra civil.
 - 2.2.5. Hojas de cálculo relacionadas a costos implicados.
 - 2.2.6. Hojas de cálculo como complementos
 - 2.3. Uso del Sistema: en este apartado se explica mediante instrucciones sencillas y mediante imágenes los pasos a seguir para estimar los costos de los proyectos

y para agregar datos a las bases de datos.

2.3.1. Pasos para estimar los costos de un proyecto

2.3.2. Pasos para agregar datos a las bases de datos

Este manual de uso del sistema se puede observar en el Apéndice N°3.

Análisis de los resultados

Situación actual de la Unidad

El estudio de la situación actual de la Unidad de Obras Civiles es un aspecto de importancia a la hora de desarrollar el sistema de desarrollo de presupuestos, con el diagnóstico se determinó lo referente al proceso de estimación de costos de los diferentes proyectos que se llevan a cabo en todo el cantón de Pococí.

Se logró identificar algunas falencias en el proceso de estimación de costos, como la falta de planos constructivos, que viene a ser una limitante en el desarrollo del proceso de estimación de costos de los diferentes proyectos desarrollados por la Unidad. La falta de estudios preliminares y de información complica la elaboración de planos constructivos, lo cual repercute directamente en la estimación de costos. Cabe destacar que el sistema elaborado requiere de cierta información básica como las dimensiones de las diferentes obras civiles ejecutadas por la Unidad.

Asimismo, según el Coordinador y el asistente de la Unidad, muchas veces se aprueban las partidas para los proyectos sin ningún estudio preliminar, lo cual se genera por aspectos políticos o mala gestión. Incluso en algunas ocasiones los ingenieros de la Unidad se ven forzados a ejecutar y construir proyectos de esta manera, ajustándose al presupuesto y condiciones dadas por el Consejo Municipal. Lo antes descrito puede afectar la aplicación del sistema como tal, debido a la falta de planeación y de la realización de una adecuada etapa de pre-inversión.

Un proyecto constructivo debería tomar como punto de partida, la realización de una visita técnica al sitio donde se pretende desarrollar la

obra, esto con el fin de visualizar la necesidad de la comunidad, y de esta forma poder plantear las soluciones y la toma de decisiones. Seguidamente se debe realizar todo lo referente a la etapa de pre-inversión, como lo son los estudios preliminares y la elaboración de los planos, no siempre sucede de esta forma, esto debido al funcionamiento y la forma de trabajar de la Municipalidad.

Además, con base en la encuesta aplicada y reuniones realizadas con los encargados de la Unidad se determinó la falta de un sistema de estimación de costos, lo cual genera que cada vez que se realiza dicha labor se deba abrir una nueva hoja de cálculo, requiriendo mayor disposición tiempo. Además, no se cuenta con un base de datos de precios unitarios, por ende, los costos de los materiales y ciertas actividades son aspectos que dependen del criterio y la experiencia del encargado del proceso de presupuestación. Con la implementación del sistema se brinda una herramienta para mitigar dichas falencias detectadas a lo largo de la práctica profesional.

Otro aspecto importante, es conocer los costos de los materiales de construcción involucrados en cada proyecto. Mantener los precios actualizados es una manera de mitigar una posible fuente de error en el proceso de estimación de costos. Según la Cámara Costarricense de la Construcción, el sector de la construcción es estratégico para el crecimiento de la economía del país, dado que viene a ser la base para el desarrollo de múltiples sectores económicos, brindando la infraestructura física necesaria. No obstante, la economía también influye directamente en el sector, los diferentes proyectos dependen del comportamiento de los insumos utilizados, por ende, conocer el costo de dichos insumos y sus fluctuaciones ayuda a generar mejores estimaciones.

Durante la práctica profesional se realizaron múltiples visitas a diferentes obras civiles, lo cual ayudó a conocer la manera en que la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales trabaja: Se identificaron las prácticas empleadas en los diferentes procesos constructivos de las obras. Por ejemplo, en los proyectos de aceras, cunetas y pavimentos de adoquines no se cuenta con un proceso constructivo definido, por lo que, se suele construir según el criterio de cada inspector a cargo.

De la misma manera, se identificó la falta de estandarización de dichos procesos, por lo tanto, cada cuadrilla trabaja de forma diferente en algunos aspectos e incluso cada inspector de campo suele trabajar según su criterio. Lo antes descrito, genera que los procesos varíen en algunos casos significativamente, lo cual repercute en la estimación del tiempo y de los materiales necesarios para dicha actividad.

La Unidad no cuenta con equipo de seguridad, incluso en las diferentes imágenes de los proyectos se puede constatar la falta de uso de cascos, lentes, entre otros implementos. Se recomienda mejorar en aspectos de seguridad en la construcción y en la fiscalización de las obras realizadas.

Por otro lado, la Municipalidad de Pococí trabaja sus cuadrillas de peones con contratos a corto plazo, al menos en la Unidad de Obras Civiles. Lo antes mencionado genera una inestabilidad del personal de trabajo, incluso en algunos casos los peones no cuentan con experiencia en la actividad asignada, repercutiendo en el rendimiento de la cuadrilla y en la duración de cada una de las actividades implicadas en la obra civil como tal. El constante cambio de personal dificulta la obtención de rendimientos propios de las cuadrillas, generando una limitante en el proceso de estimación de costos.

Ahora bien, durante los primeros meses de la práctica profesional se realizaron los presupuestos mostrados en el Cuadro 2, gracias a ello se conoció la estructura de costos que usa la Unidad y el tipo de obras civiles que se desarrollan. Cabe destacar que la obtención de los presupuestos requirió de mucho tiempo, debido a la falta de experiencia y a la falta de ciertas herramientas como lo es una base de datos de los costos de los materiales. Asimismo, la falta de conocimiento de los precios del mercado fue una

limitante en el proceso de estimación de los costos de los materiales.

Actualmente, el ingeniero y coordinador Brandon Agüero, se encuentra trabajando en mejoras y modificaciones en diferentes ámbitos como es el caso de las licitaciones. La Municipalidad de Pococí y sus departamentos, se encuentran en proceso de cambio, por ejemplo para empezar a implementar todo lo referente al Sistema de Integrado de Compras Públicas conocido como SICOP. Dicho sistema es una plataforma virtual cuya función es realizar todas las compras de bienes y servicios de las entidades públicas en Costa Rica.

Finalmente, con la ayuda del personal de la Unidad junto con las visitas de campo y las estimaciones realizadas se logró determinar las características y el diseño que debe tener el sistema de desarrollo de presupuestos, el cual debe ser una herramienta flexible y modificable, ajustándose a las diferentes necesidades de la Unidad.

Desarrollo del sistema de estimación de costos

Primeramente, para realizar el programa se tomaron en cuenta las actividades citadas en las listas referenciadas en el Cuadro 3. Dichas actividades se implementaron en las diferentes obras del Sistema, las mismas se enlistaron tomando como base las visitas realizadas, los presupuestos estimados y las diferentes consultas a los manuales, como es el caso del Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010) y la guía para el Diseño y la Construcción del Espacio Público en Costa Rica 2020.

Además, con base en las consultas realizadas a los colaboradores de la Unidad, así como a los diferentes manuales y códigos vigentes en el país, se establecieron cada una de las actividades implicadas en el proceso constructivo (Cuadro 3). Asimismo, en los diagramas de flujo (Figura 7 a la Figura 16) se puede observar el proceso constructivo de cada una de las obras implementadas en la herramienta.

Como se mencionó a lo largo de este documento, la aplicación se desarrolló mediante el software Microsoft Excel, esto debido a su uso sencillo y a la accesibilidad del programa para la

Unidad. El Sistema tiene como finalidad realizar la estimación de los costos directos de los materiales, mano de obra y maquinaria para cada uno de los proyectos involucrados. Debido a los cálculos necesarios, se decidió utilizar hojas de cálculo en Excel, las cuales pueden modificarse de forma manual y sencilla.

Las hojas de cálculo muestran los materiales necesarios debidamente clasificados haciendo uso de las subpartidas presupuestarias, correspondientes al Diccionario de imputaciones presupuestarias que rige este tipo de recursos en los entes públicos. En dichas hojas se detallan cada uno de los materiales con su unidad de medida y su costo unitario asociado a una base de datos de precios unitarios, la cual fue realizada como parte del Sistema (se adjunta la hoja de cálculo correspondiente).

Cabe destacar que se realizaron tres tipos de bases de datos, la primera fue la base de datos mencionada anteriormente, cuya función es llevar un registro del costo unitario de los materiales, la misma se encuentra ligada a las hojas de cálculo de cada uno de los proyectos. De la misma manera se creó una base de datos para los precios unitarios de las actividades, donde se relaciona cada actividad con el CR 2010, la misma fue utilizada para la hoja de cálculo llamada "Asfaltado" que contempla el costo unitario de cada actividad.

Por otro lado, se creó una base de datos de los rendimientos de mano de obra y maquinaria tomando como base diferentes documentos entre ellos, el documento llamado "rendimientos de Materiales de Construcción", publicado por la Escuela de Ingeniería en Construcción del Tecnológico de Costa Rica. Cabe destacar que muchos rendimientos no se tenían en dicho documento, por lo que se procedió a realizar una búsqueda en diferentes bibliografías obteniendo varios de los rendimientos requeridos para actividad. Incluso, en un momento de la práctica se planteó la posibilidad de obtener los rendimientos propios de la Unidad, pero dicha labor fue muy difícil, por las grandes distancias entre los proyectos, así como la inestabilidad de las cuadrillas de la Unidad.

Se recomienda a la Unidad obtener sus propios rendimientos, lo cual indudablemente repercutiría de forma positiva en la veracidad y exactitud de la aplicación. Asimismo, se recomienda mantener una mayor estabilidad de

sus cuadrillas de peones, lo cual mejoraría en el rendimiento y calidad de las obras.

Cabe destacar que todas las bases de datos creadas se pueden modificar de forma manual, incluso las mismas cuentan con un filtro avanzado programado con el editor de Visual Basic (VBA), donde se puede filtrar escribiendo en el ítem deseado. Esto sin duda alguna ayuda a la eficiencia de la aplicación y simplifica al usuario la búsqueda de los registros deseados. La creación de dichas bases de datos son una herramienta muy útil para la Unidad y su facilidad para actualizarse manualmente las vuelven una herramienta bastante útil.

Otro aspecto importante, es la programación realizada en VBA, la cual le permite al usuario una interacción muy simple y mejora su entendimiento. Además, se programaron botones en el menú principal, con accesos directos a cada una de las pestañas que conforman el Sistema, evitando la pérdida de tiempo en la búsqueda manual de cada una de estas. Incluso se diseñaron formularios con el objetivo de facilitarle al usuario el registro de datos en cada una de las bases de datos mencionadas anteriormente.

Por otro lado, se programó líneas de código para que cada vez que se active cualquier hoja del programa, se inicie con un modo de pantalla completa, dándole el aspecto de cualquier aplicación conocida. Asimismo, se programó un botón para volver a la vista "normal", donde se cuenta con la cinta de opciones, aunado a esto, se editó un botón con la función de regresar a la pestaña anterior, mejorando la eficiencia.

Respecto a la realización de los presupuestos, se creó una hoja resumen (Figura 74), donde se puede estimar un proyecto general, con varios tipos de obras. Dicha hoja cuenta con hipervínculos donde se puede acceder a cualquier hoja de cálculo relacionada con los proyectos, donde el usuario puede ingresar los datos y dimensiones correspondientes. El objetivo de la hoja resumen es darle al usuario la posibilidad de estimar proyectos generales que abarquen varios tipos de obras, por ejemplo, el proyecto estimado para la validación del sistema.

Cada una de las hojas de cálculo cuenta con una simbología de colores (Figura 37), donde queda claro cuáles celdas son editables y cuáles celdas corresponden a la lista desplegable, donde el usuario debe seleccionar uno de los datos. Una vez el usuario haya introducido todos los datos correspondientes, la aplicación realizará

la estimación de los costos de manera directa y automática. Cabe destacar que, las listas desplegables tienen asociadas unas tablas, donde se ingresan todas las opciones deseadas.

En cuanto al cálculo del costo por hora de la maquinaria propia, se editó una hoja de cálculo que contempla múltiples aspectos, como el costo de la maquinaria, el costo del diésel, el costo de las llantas, el salario del operador, la duración de la jornada laboral, entre otros. Se recomienda actualizar dichos datos con la maquinaria de la Unidad, esto debido a que los modelos implementados no tienen relación directa con la maquinaria propia de Obras Civiles. Esto sin duda alguna, podría mejorar la estimación de los costos de la maquinaria propia.

Guía para la construcción de obras civiles

Inicialmente, no se tenía contemplado la realización de la Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, aunque al ver la falta de una estandarización de los procesos constructivos, el ingeniero Brandon Agüero solicitó la realización de esta.

La guía contempla únicamente tres tipos de proyectos como lo son las aceras, cunetas y cordón de caño y pavimentos de adoquines. La escogencia de los proyectos se realizó tomando en cuenta el flujo de proyectos de la Unidad y al observar la gran cantidad de proyectos de esta índole se decidió incluirlos en la guía.

Asimismo, la estandarización de los procesos constructivos tiene una influencia positiva en la estimación de los costos de los proyectos, sobre todo en aspectos de cuantificación y calidad de los materiales y las actividades implicadas en dicha labor. Con dicha guía se busca brindarle a la Unidad una herramienta que les ayude a visualizar los aspectos técnicos a tomar en cuenta en el proceso constructivo de las obras civiles desarrolladas.

Además, la guía se realizó tomando en cuenta la reglamentación vigente en el país, en los que se detalla los aspectos técnicos y requerimientos necesarios para la construcción de los proyectos tomados en cuenta. En caso de las aceras se deben respetar el Reglamento de la Ley

7600 "Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad", la cual rige dimensiones, pendientes, alturas, entre otros aspectos. Un documento muy interesante es la Guía para el Diseño y la Construcción del Espacio Público en Costa Rica 2020, la cual resume aspectos a tomar en cuenta en todo lo referente al espacio público para los ciudadanos de nuestro país.

Las aceras son consideradas las obras de mayor importancia en cuanto a la movilidad urbana se refiere, esto al ser públicas y poseer una relación directa con la infraestructura urbana. Las aceras son espacios importantes para el desarrollo de las diferentes actividades de la vida diaria, permiten el desarrollo de la economía y la movilidad de millones de personas alrededor del mundo. Incluso en los países latinoamericanos considerados pioneros en el ámbito de desarrollo urbano, como es el caso de Brasil y Colombia, suelen darle la importancia que amerita a este tipo de estructuras. Por ejemplo, en ciudades como Río de Janeiro y Medellín, las aceras son amplias e incluso son consideradas como una atracción turística, dándole valor y distinción a la infraestructura urbana.

Respecto al contenido de la guía, inicialmente, se cuenta la introducción donde se menciona el objetivo y una breve descripción de esta. Seguidamente, se tiene una sección destinada al ámbito de la seguridad en la construcción de obras civiles, en dicha sección se menciona el equipo necesario para mantener a los trabajadores y los vecinos fuera de cualquier riesgo o mitigar las consecuencias de algún accidente.

De la misma manera, se menciona la clasificación de los residuos generados en el proceso de construcción. Continuando con el contenido de la guía, se tiene lo referente a las aceras, donde se definen las generalidades y características de estas, para posteriormente, presentar la sección de construcción de las aceras de concreto hidráulico, donde se detalla aspectos a tomar en cuenta en el proceso constructivo.

Seguidamente, se tiene la construcción de los cordones de caño, donde se detalla el proceso constructivo y aspectos técnicos a tomar en cuenta. Por último, se tiene la construcción para los pavimentos de adoquines, en dicho apartado se muestra el proceso constructivo de este tipo de obra.

El funcionamiento del pavimento de adoquines se basa en el principio de “trabazón”, lo cual se refiere a que las unidades no deben trabajar de manera independiente, sino de manera conjunta (inter-trabados), esto para lograr transmitir las cargas entre las unidades a través de la junta. Para mantener la “trabazón”, se tiene el confinamiento, que vienen a ser estructuras como muretes o bordillos, los cuales tiene la función de mantener el patrón de colocación de los materiales.

La guía menciona la existencia de dos tipos de confinamiento, el de tipo lateral, que siempre debe de estar presente, también es conocido como confinamiento externo. En cuanto al otro tipo se tiene el confinamiento transversal, el cual debe colocarse dependiendo de la pendiente transversal de la calle y suele emplearse vigas transversales de contención. Asimismo, se mencionan los patrones de colocación más comunes, enfatizando en el de tipo espina de pescado en 45 y 90 grados, los cuales son para uso vehicular.

El objetivo primordial de dicha guía es brindarle a la Unidad una herramienta que sume y regule la construcción de este tipo de obras civiles.

Comprobación del sistema de estimación de costos

La comprobación del sistema es uno de los aspectos más importante dentro del desarrollo de esta práctica profesional, esto porque es una manera de comprobar si la herramienta realiza una correcta estimación de costos. El sistema no cuenta con ningún parámetro de comparación en la Unidad, esto a la falta de una herramienta de este tipo.

Asimismo, como se mencionó al inicio del documento, se realizaron diferentes presupuestos de obras civiles en el primer mes de práctica profesional, esto con la finalidad de familiarizarse con el tipo de proyectos realizados por la Unidad de Obras Civiles. Los presupuestos realizados solo contemplaban los materiales requeridos para cada una de las obras, donde destacaban la estimación de aceras, cunetas y sistemas de drenaje.

Los presupuestos realizados (Cuadro 2), al solo abarcar el costo de los materiales, no funcionaban como parámetro de comparación para el sistema creado. Además, el precio de los materiales se obtuvo de presupuestos realizados en diferentes cursos durante mi formación académica, así como precios obtenidos de ferreterías que no se adaptan a los precios registrados en el Sistema de desarrollo de presupuestos. Los precios registrados en la herramienta fueron obtenidos de registros facilitados por la Unidad, así como del Almacén El Colono, el cual es el mayor proveedor de la Municipalidad de Pococí.

Por lo antes descrito se decidió realizar una comparación del costo estimado por el sistema contra el costo real de un proyecto diseñado y construido por la misma Unidad. Como se mencionó anteriormente, es importante asegurar el funcionamiento de la aplicación y corroborar si los presupuestos generados se adaptan a las exigencias y parámetros de la Unidad.

Con el fin de realizar dicha comprobación del sistema, se programó una reunión con el coordinador de la Unidad, en la cual se facilitó un acta de cierre de un proyecto llamado Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari (Anexo N°3), en la cual se muestran aspectos técnicos y financieros del proyecto que abarcaban diferentes tipos de obras, por lo cual se decidió tomarlo como un parámetro de comparación con el sistema.

El proyecto consta de la construcción de un sistema drenaje de unos 350 metros con alcantarillas de concreto de 30 y 24 pulgadas. Asimismo, se realizaron 8 cajas de registro y dos cabezales de concreto. Además, se construyó una calle cementada de 200 metros lineales de losas de concreto según planos y especificaciones (Anexo N°3) con un concreto $f'c=280$ kg/cm² con malla de acero electrosoldada #2. Por último, se construyeron 200 metros lineales de cunetas de concretos.

Una vez se tenía la información mencionada, se procedió a introducir los datos y dimensiones en el sistema, lo cual no tomó más de 15 minutos y se obtuvo una estimación de los costos para cada una de las obras, aunado a esto se obtuvo un resumen de todos los costos implicados en el proyecto general, tomando en cuenta los costos directos como el costo de los materiales, mano de obra y maquinaria necesaria para llevar a cabo dicho proyecto. Cabe destacar

que el acta de cierre contaba con un plano del perfil longitudinal de la obra.

La comparación de los costos obtenidos con los costos reales arrojó datos muy positivos (Figura 89), lo cual indica que el sistema cumple con las expectativas y genera estimaciones cercanas a los costos reales de construcción.

Respecto a los costos de los materiales se obtuvo una variación de solo el 6,66%, obteniendo un costo más elevado con la herramienta. Una posible razón es la diferencia de precios, esto por la fecha de ejecución del proyecto, el cual fue concluido en noviembre del año 2020.

En cuanto al costo de la mano de obra, se tiene una variación del 49,14%, obteniendo una diferencia con un margen bastante considerable, sin embargo, la diferencia se debe a varios variables. Primeramente, el sistema funciona con rendimientos obtenidos de diferentes fuentes y no son rendimientos propios de la cuadrilla que construyó dicho proyecto, igualmente los rendimientos pueden variar y dependen de múltiples factores como lo son la cantidad de trabajadores y las condiciones climáticas. La Unidad reportó ₡10 500 000 correspondientes a la mano de obra, mientras que el sistema estimó un poco más de 5 millones de colones, aunque el sistema no contempla el salario del operador de la maquinaria, este monto va incluido en el costo de la maquinaria, por lo contrario, la Unidad contempla dicho monto dentro de la mano de obra.

Respecto al costo de la maquinaria, la Unidad no contempla dicho monto, esto debido a que fue un proyecto construido con maquinaria propia (retroexcavadora). La Unidad no cuenta con una herramienta para estimar el costo por hora de la propia maquinaria.

Asimismo, el proyecto en análisis corresponde a una obra ya construida, por lo tanto, el monto dado no contempla un porcentaje de imprevistos, contrario al sistema, que al ser un presupuesto preliminar si contempla un 5% del costo total del proyecto, en este caso, dicho monto alcanza los ₡ 1 658 056, 04. Curiosamente el monto se acerca al ₡1 500 000 de diferencia entre el monto presupuestado por la Unidad antes de iniciar el proyecto con el costo real del proyecto, lo cual refleja un monto bastante similar en este rubro.

Por último, se obtuvo una variación 0,43% entre el costo total estimado con el sistema y el costo total del proyecto ya construido, lo cual nos indica que el costo real del proyecto es mayor por

solo ₡151 000, por ende, el sistema estimó un costo muy similar. Con la comparación realizada se puede asegurar el funcionamiento de la aplicación y se corrobora que los presupuestos generados se adaptan a las exigencias y parámetros de la Unidad.

Desarrollo del manual de uso

La implementación y uso correcto del Sistema depende en gran medida de la capacidad y competencia del usuario para utilizar la aplicación realizada en Microsoft Excel, por ende, con la finalidad de facilitar el entendimiento se elaboró el Manual de Uso del Sistema de desarrollo de presupuestos mostrado en el Apéndice N°3, en el cual se detalla el proceso para realizar una estimación de costos con la aplicación.

El manual sirve como guía para los usuarios, donde se ejemplifica con imágenes el proceso a seguir, se muestra el paso a paso para realizar un correcto uso de la herramienta y cómo modificar las diferentes bases de datos elaboradas.

Primeramente, se realiza una introducción del manual de uso, donde se explica su finalidad y una breve descripción de todo su contenido, incluyendo el fin de las líneas de código programadas. El propósito de dicho manual es brindar al usuario una herramienta que le permita hacer uso de la aplicación, enfatizando que no es necesario un vasto conocimiento del proceso constructivo de los proyectos, esto por la automatización de los cálculos para la estimación de los costos.

Seguidamente, se realiza una descripción general del Sistema de desarrollo de presupuestos, donde se menciona cada uno de sus componentes. Cabe destacar que el sistema cuenta con un botón para acceder a la Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, y otro botón para acceder de forma directa al Manual de Uso del Sistema de desarrollo de presupuestos. Cabe destacar que ambos documentos se encuentran en formato pdf y se puede tener acceso mediante un hipervínculo.

Por otro lado, se realizó una descripción detallada de las líneas de código implementadas, las cuales tiene como finalidad mejorar la dinámica, el diseño y la eficiencia del sistema como tal. Incluso se detalla el proceso realizado en la programación del código, mediante imágenes de cada una de las líneas. Cabe destacar que los usuarios finales del Sistema son ingenieros con conocimiento del programa Microsoft Excel, por esta razón se decidió darle importancia y explicar las líneas de código implementadas en el sistema.

Una parte fundamental del manual es la descripción detallada de cada una de las pestañas involucradas en el sistema, así como la función de cada una de ellas en la herramienta. Cabe destacar que el sistema siempre va a iniciar en el Menú principal, el cual viene a ser una interfaz, donde se puede acceder a cualquier pestaña.

Por último, se tiene la sección llamada "Uso del Sistema", donde se muestra el procedimiento paso a paso para realizar una estimación de costos según el tipo de proyecto, empleando imágenes explícitas de cada pestaña involucrada en el proceso. Asimismo, se detalla el procedimiento para actualizar precios, cambiar o agregar datos a las diferentes bases de datos.

Como parte de la implementación del Sistema de desarrollo de presupuestos, se realizó una exposición a todo el personal de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, con la intención de explicarles el funcionamiento de la herramienta, así como aclarar cualquier duda referente al sistema como tal.

Conclusiones

1. La Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales no cuenta con un sistema de estimación de costos definido, lo cual convierte dicha labor en un proceso de mayor duración que depende del criterio y experiencia del encargado, por ello, se desarrolló un sistema de estimación de costos, mediante el programa Microsoft Excel, el cual estima diferentes tipos de obras civiles, ajustándose a las necesidades de la Unidad.
2. El sistema de estimación de costos creado es práctico y fácil de utilizar para sus usuarios.
3. Se crearon tres bases de datos que forman parte del sistema de estimación de costos, las mismas complementan la herramienta y ayudan a mejorar el proceso de estimación de costos; se elaboró una base de datos para precios unitarios de los materiales y otra para las actividades, y finalmente se creó una base de datos para los rendimientos de la mano de obra y la maquinaria.
4. Se realizó una Guía para la construcción de obras civiles menores para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales, donde se mencionan especificaciones técnicas y se detalla el proceso constructivo para tres tipos de proyectos: aceras, cunetas y cordón de caño y pavimento de adoquines.
5. Por medio de la elaboración de la Guía para la construcción de obras civiles menores se obtuvo una herramienta para la estandarización los procesos constructivos, con lo que se pretende mejorar el control y calidad de los proyectos.
6. Como parte de la comprobación del sistema, se realizó una comparación del costo de un proyecto real con la estimación de ese mismo proyecto realizada con la herramienta, lo cual arrojó costos totales muy similares, por lo tanto, se concluye que el sistema creado brinda estimaciones precisas, que cumplen con las necesidades de la Unidad.
7. Con la finalidad de brindarle al usuario una herramienta que sirva de guía, se realizó un Manual de Uso del Sistema de desarrollo de presupuestos, donde se detalla paso a paso el procedimiento para realizar un presupuesto y para modificar cualquier pestaña del sistema como las bases de datos y hojas de cálculo de los proyectos.
8. El Sistema de desarrollo de presupuestos creado para la Unidad se proyecta como una potencial herramienta para la fase de planificación de futuros proyectos, esto mediante la disminución del tiempo requerido para la estimación de costos.

Recomendaciones

1. Se recomienda a la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales realizar la medición y registro de sus propios rendimientos de mano de obra y maquinaria, para posteriormente agregar o modificar los rendimientos en las bases de datos creadas, lo cual ayudaría a realizar presupuestos más precisos para cada una las obras civiles.
2. Se recomienda mantener una mayor continuidad de los contratos de los peones y colaboradores de la Unidad, con la finalidad de mejorar la calidad de los proyectos, esto al contar con personal con experiencia y conocimiento en cada uno de los procesos constructivos.
3. Para todo proyecto se deben realizar los estudios preliminares correspondientes, por ello, no se debería permitir la falta de estudios preliminares en los proyectos de la Unidad. Estos estudios ayudan a identificar los recursos disponibles, las demandas por satisfacer, incluso se define y coordina la realización de los estudios técnicos necesarios, como es el caso del estudio de suelos.
4. Se recomienda a la Unidad confeccionar planos constructivos para cada uno de los proyectos.
5. Respecto a la Guía para la construcción de obra civiles, se recomienda sumarle otros tipos de proyectos, con la finalidad de estandarizar todos los proyectos que realiza la Unidad.
6. Con el objetivo de mantener la calidad y eficiencia en el proceso constructivo de las obras, se recomienda realizar constantes capacitaciones del personal involucrado.
7. Disponer de servicios sanitarios portátiles, así como, de electrodomésticos para que los trabajadores puedan calentar sus alimentos.
8. Verificar regularmente el estado de las herramientas, equipo y maquinaria, así como los materiales a utilizar por las cuadrillas, de manera que no afecte los rendimientos en la realización de actividades.
9. Dentro de lo posible es recomendable utilizar los equipos o maquinaria requerida bajo las condiciones y para lo que fueron diseñados, así como utilizar los materiales adecuados para las condiciones requeridas para cada tipo de proyecto.
10. Los trabajadores deben de contar con su respectivo equipo de seguridad, asimismo, se deben mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
11. Con la finalidad de validar el sistema de estimación de costos se recomienda realizar un análisis que implique estadística formal de los resultados obtenidos de las múltiples comparaciones entre los costos estimados con el sistema y los obtenidos con el proceso actual de la Unidad o costos reales de los proyectos.

Apéndices

A continuación, se muestran 4 apéndices que complementan el proyecto en su totalidad, los cuales muestran la siguiente información.

Apéndice N° 1. Cuestionario aplicado al personal de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.


Apéndice N°2. Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

Apéndice N°3. Manual de uso del Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

Apéndice N°4. Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.


Apéndice N° 1: Cuestionario aplicado al personal de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

A continuación, se muestra el cuestionario aplicado en el mes de febrero al personal de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales



Cuestionario. Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales. Municipalidad de Pococí

Lo que se busca es recopilar información acerca de la situación actual de la Unidad en cuanto a su estructura de costos y el tipo de proyectos que desarrollan.



¿Cuál es su nombre y apellido? *

Tu respuesta

¿Cuál es el tipo de proyecto que más realiza? *

Tu respuesta _____

¿Cuáles aspectos buscaría mejorar en la estructura o en el funcionamiento de la Unidad?

Tu respuesta _____

¿Se cuenta con alguna herramienta que facilite la elaboración de presupuestos de los proyectos que desarrollan? *

- Sí
- No
- No estoy al tanto

¿Cuál es su puesto de trabajo? *

- Peón
- Inspector de obras
- Otros: _____

¿Cuántos años tiene de trabajar en la Unidad de Obras Civiles?

- 0-1 año
- 1-2 años
- 2-3 años
- + 4 años

¿Qué tipos de proyectos se desarrollan en la Unidad? *

Tu respuesta _____

Si su respuesta anterior fue positiva, indique cómo es la herramienta con la que se cuenta y quién tiene acceso a ella.

Tu respuesta _____

¿Quién es el encargado de realizar la estimación de costos de los proyectos que realiza la Unidad ?

Tu respuesta _____

¿Se cuenta con algún registro o informes de los proyectos realizados? *

- Sí
- No
- No estoy al tanto

¿Se cuenta con alguna base de datos de precios unitarios de materiales y mano de obra? *

- Sí
- No
- No estoy al tanto

¿Se tiene registro acerca del rendimiento de las cuadrillas, según cada actividad?

- Sí
- No
- No estoy al tanto

¿A qué se debe la falta de planos constructivos en algunos proyectos?

Tu respuesta

¿Cuál es el horario de trabajo del personal?

Tu respuesta _____

¿Cuánto es la duración de los contratos de los peones ocasionales ?

Tu respuesta _____

¿Qué tipo de contratos de obra maneja la Unidad para sus proyectos?

Tu respuesta _____

¿Cómo es el proceso empleado por la Municipalidad para la aprobación del contenido presupuestario (partida)?

Tu respuesta _____

Apéndice N°2: Guía para la construcción de obras civiles menores de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

Nota: Archivo PDF en hipervínculo con el propósito de ser consultado.

[Guía para la construcción de obras civiles de la Unidad\Guía para la construcción de obras civiles menores.pdf](#)

Apéndice N°3: Manual de uso del Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

Nota: Archivo PDF en hipervínculo con el propósito de ser consultado.

[Manual de uso del Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.pdf](#)

Apéndice N°4: Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.

Nota: Archivo Excel en hipervínculo con el propósito de ser consultado, utilizado y actualizado por la Unidad cuando se necesario.

[Sistema de desarrollo de presupuestos de la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococí.xlsm](#)

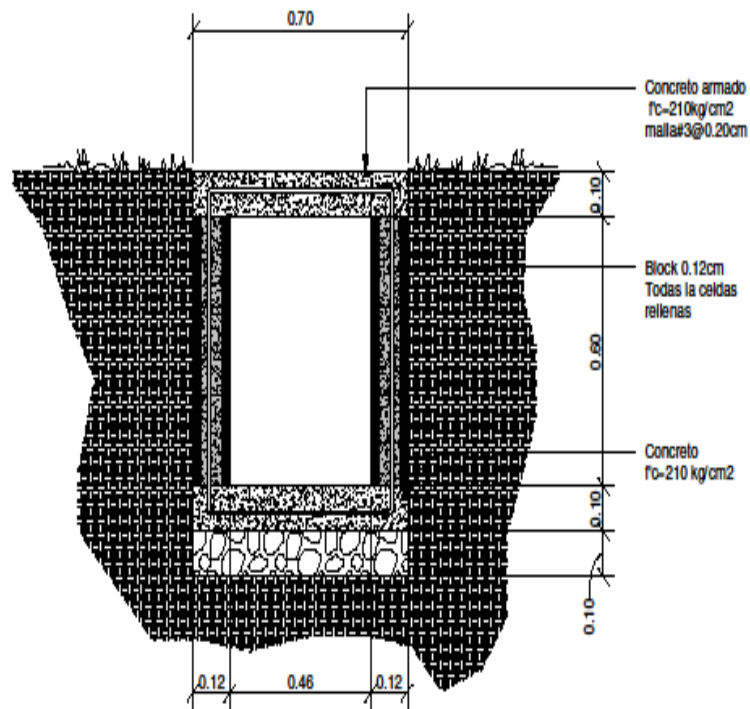
Anexos


Anexo N°1. Planos de obras civiles menores facilitados por la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.

Anexo N°2. Imágenes de las visitas de campo realizadas a diferentes obras civiles.

Anexo N°3. OCSM – 138– 2021. Acta de cierre de proyecto. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari

Anexo N°1: Planos de obras civiles menores facilitados por la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales.




Detalle de caja de Registro
 ESC:1:15



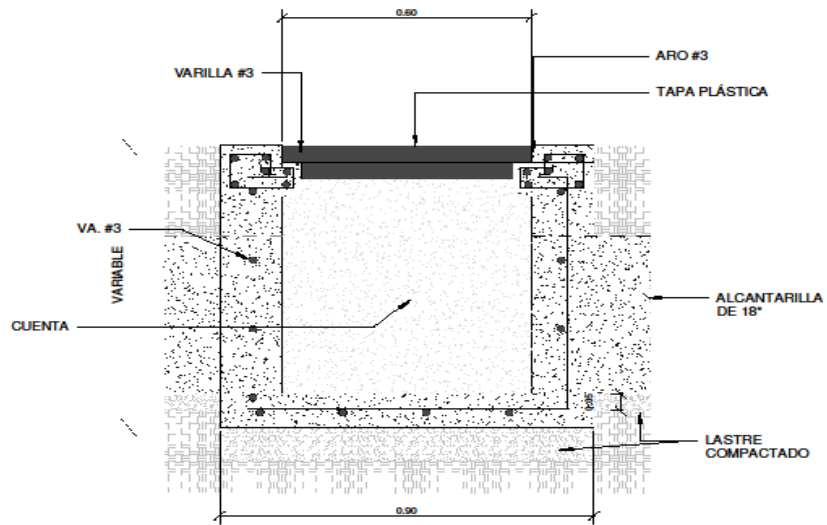
Municipalidad de Pococí

Detalles tipo: Caja de registro

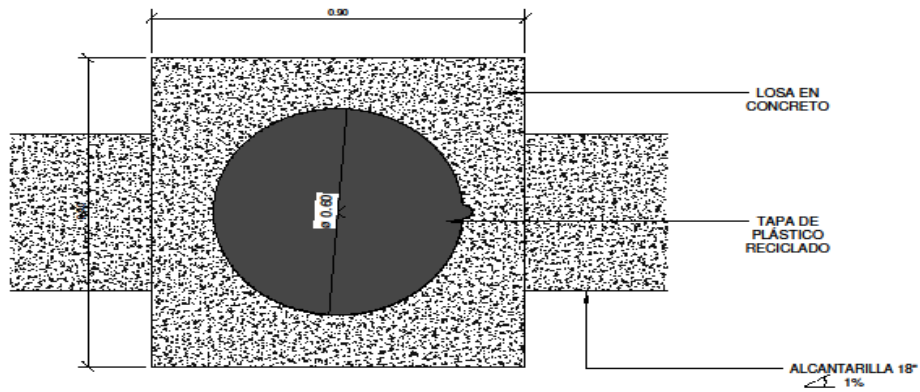
Contenido: Caja de registro

Fecha: 10/07/2020

L-01



4 CAJA DE REGISTRO
ESC:1:25



5 PLANTA CAJA DE REGISTRO
ESC:1:25



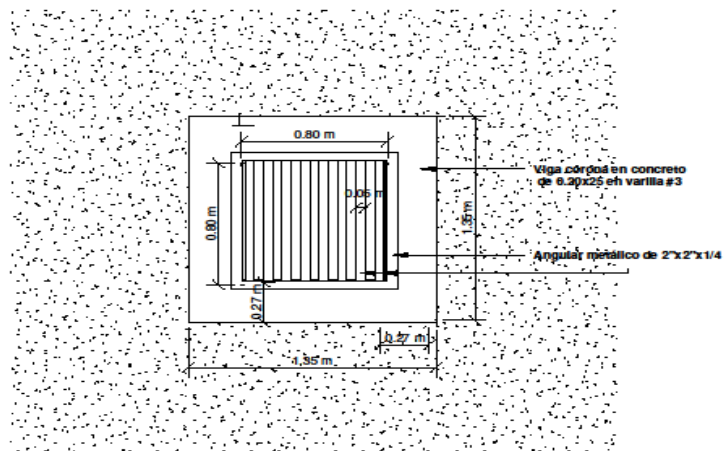
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

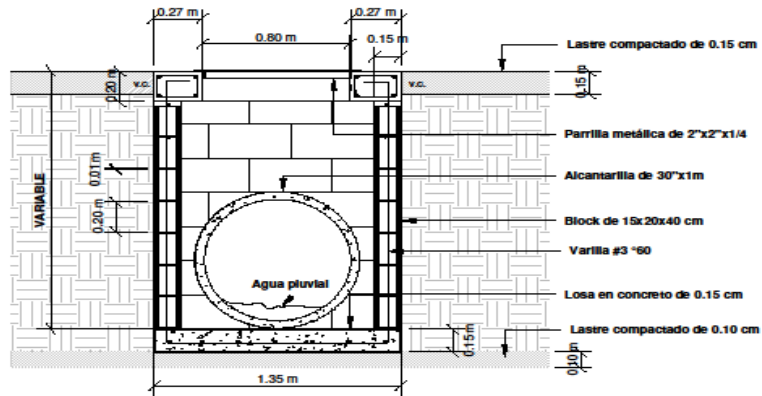
Contenido: Sistema de alcantarillado Parque Roxana

Fecha: 9/11/2020

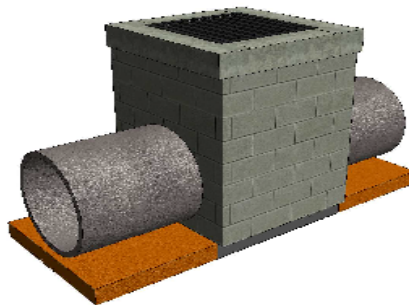
L-01



Planta de caja de registro de alcantarillado de 30"
ESC:1:25



Sección de caja de registro de 30"
ESC:1:25



Isométrico de caja registro de 30"
Perspectiva



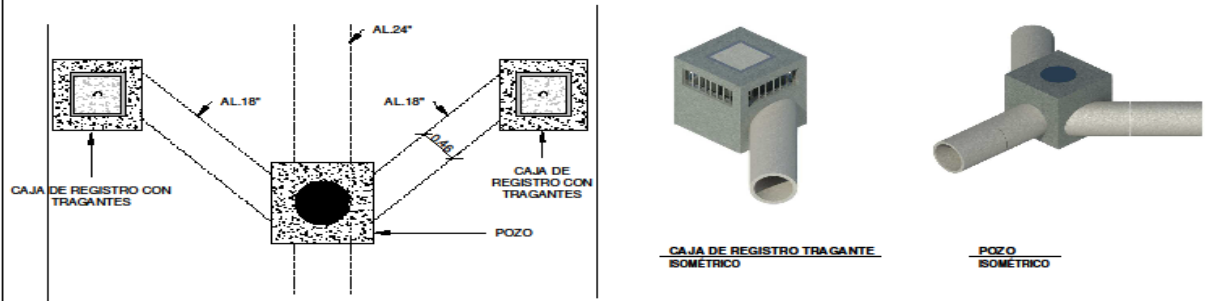
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

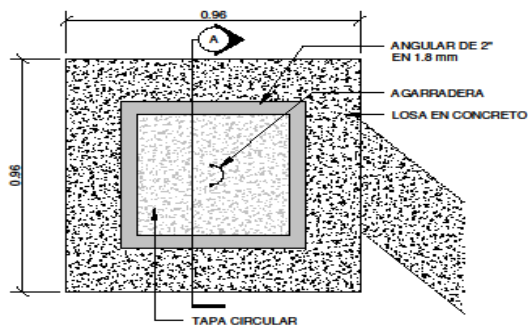
Contenido: Caja de registro / Alcantarilla 30"

Fecha: 26/06/2020

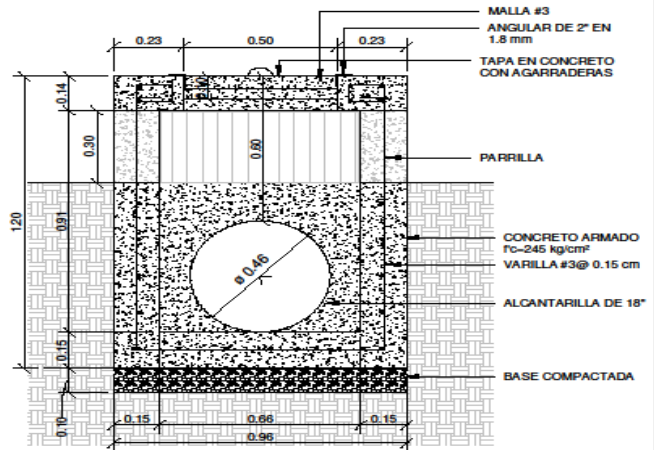
A-01



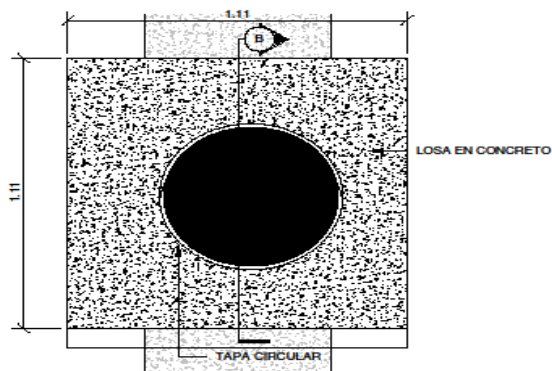
1 PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLADO
ESC:1:50



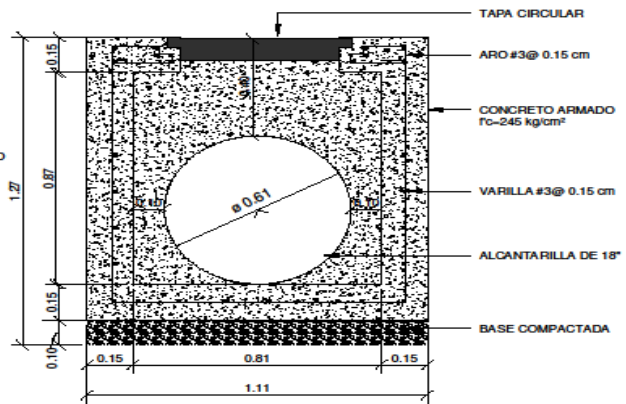
2 PLANTA CAJA REGISTRO DE 18"
ESC:1:50



3 SECCIÓN A CAJA REGISTRO DE 18"
ESC:1:50



4 PLANTA CAJA DE REGISTRO 24"
ESC:1:15



5 SECCIÓN B DE CAJA REGISTRO DE 24"
ESC:1:15



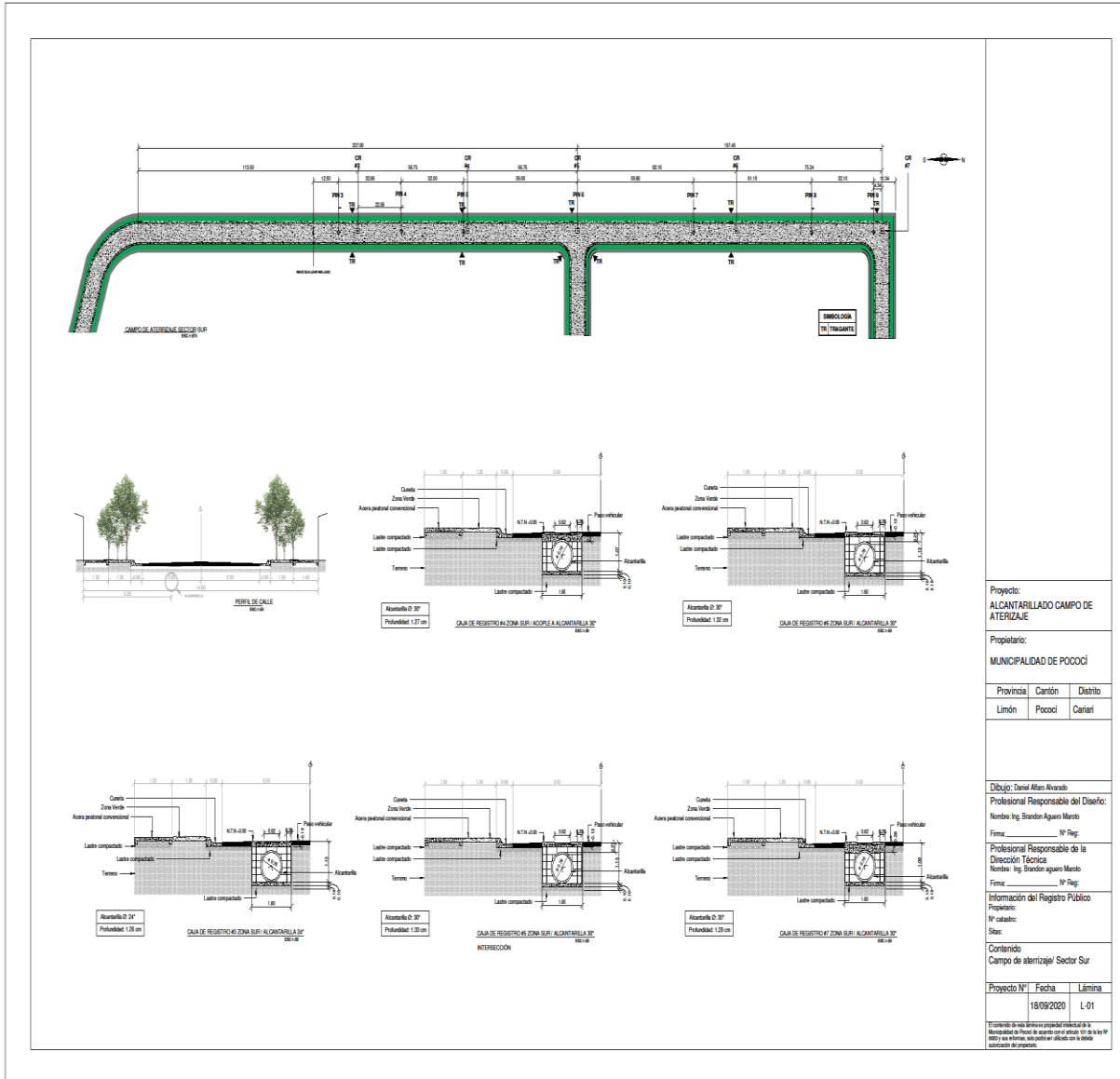
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

Contenido: Calle en concreto Los Bovinos

Fecha: 10/11/2020

L-01



Proyecto:
ALCANTARILLADO CAMPO DE ATERRIJE

Propietario:
MUNICIPALIDAD DE POCOCÍ

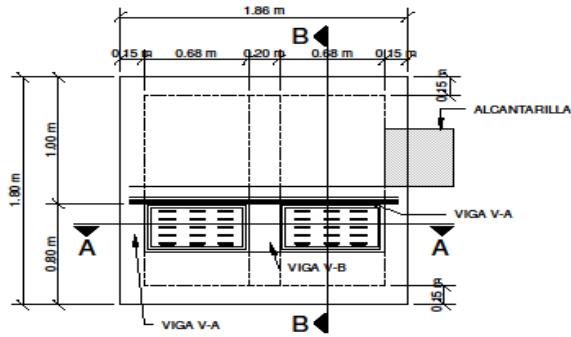
Provincia	Canlón	Distrito
Limón	Pococí	Carrián

Dibujo: Daniel Alvarado
 Profesional Responsable del Diseño:
 Nombre: Ing. Brandon Aguiar Marín
 Firma: _____ N° Reg: _____
 Profesional Responsable de la Dirección Técnica:
 Nombre: Ing. Brandon Aguiar Marín
 Firma: _____ N° Reg: _____
 Información del Registro Público:
 Propietario:
 N° catastro:
 Sitio:

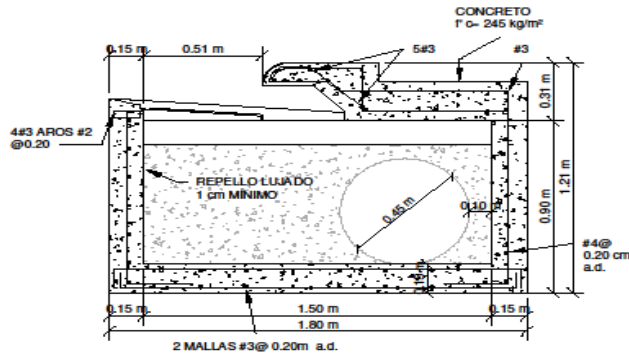
Contenido:
 Campo de aterrizaje Sector Sur

Proyecto N°	Fecha	Lámina
	18/09/2020	L-01

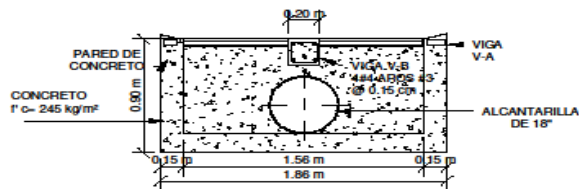
El contenido de este documento es propiedad intelectual de la Municipalidad de Pococí de acuerdo con el artículo 70 de la Ley N° 8453 y sus reformas, todo texto no ubicado con la debida autorización de presentación.



1 PLANTA DE TRAGANTE
ESC:1:30



2 DETALLE DE TRAGANTE
ESC:1:20



3 DETALLE DE TRAGANTE
ESC:1:30



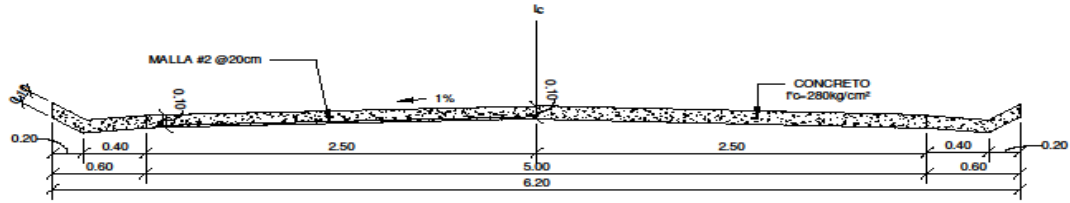
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

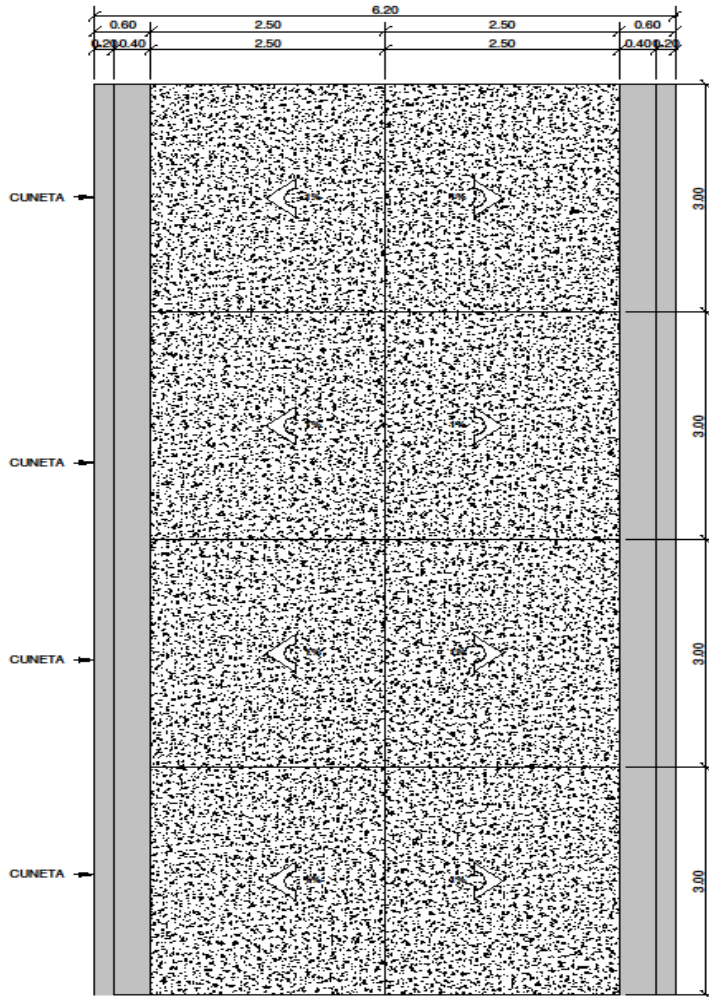
Contenido: DETALLES DE TRAGANTE

Fecha: 9/11/20

L-01

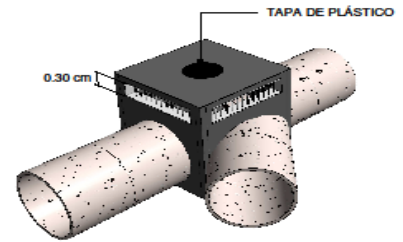


PERFIL TRANSVERSAL / CALLE EN CEMENTO LOS BOVINOS
 ESC:1:50

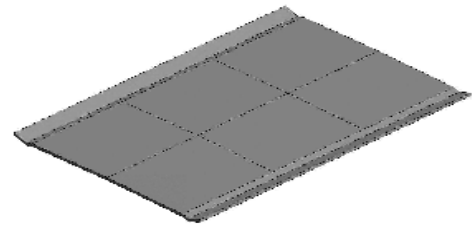


NOTA: 250 MTS LÍNEALES DE CALLE EN CONCRETO

CALLE EN PLANTA EN CONCRETO
 ESC:1:50



ISOMÉTRICO CAJA REGISTRO ALCANTARILLA A 45°



ISOMÉTRICO DE CALLE EN CONCRETO



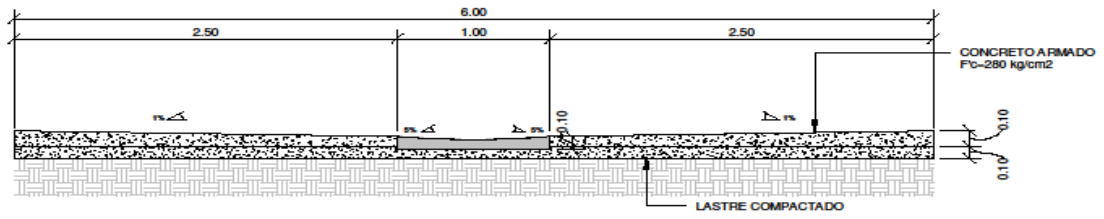
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

Contenido: Calle en concreto Los Bovinos

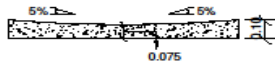
Fecha: 29/09/2020

L-01



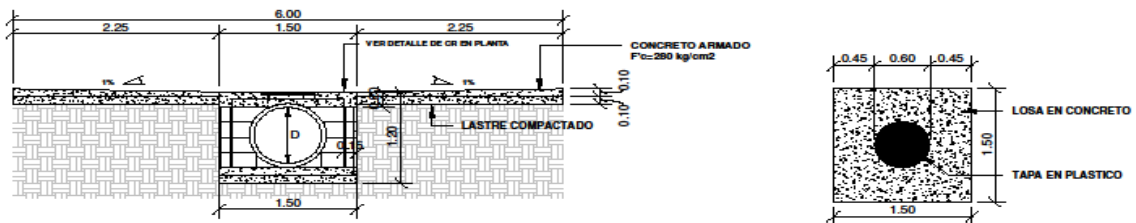
CALLE EN CONCRETO/ DRENAJE CENTRAL 6MTS

ESC:1:30



DETALLE DE DRENAJE EN CENTRO DE CALLE

ESC:1:20

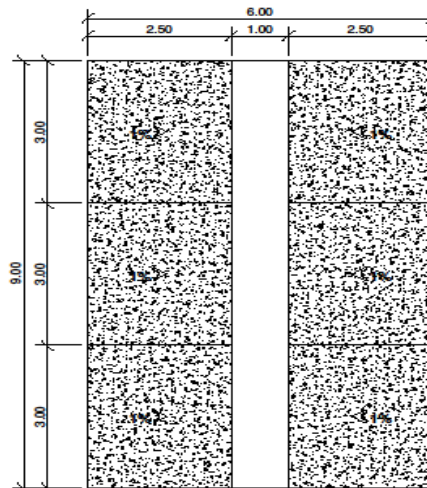


CALLE EN CONCRETO/ DRENAJE CENTRAL 6MTS

ESC:1:50

PLANTA CAJA DE REGISTRO

ESC:1:50



CALLE EN PLANTA EN CONCRETO CON DRENAJE EN EL CENTRO A 6 m

ESC:1:50



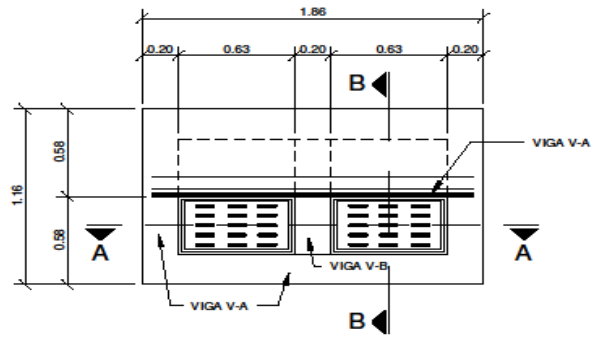
Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

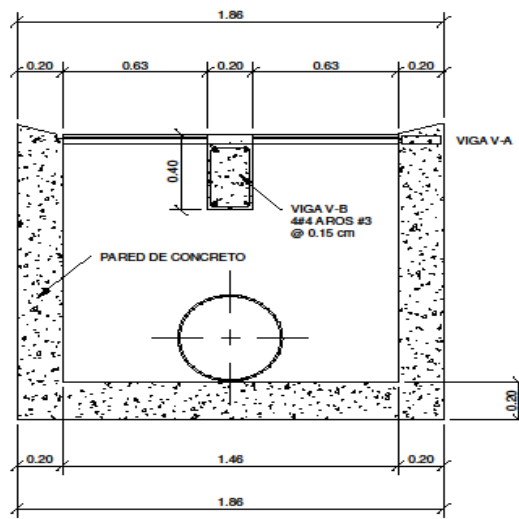
Contenido: Calle en concreto con bombeo hacia el centro

Fecha: 11/08/2020

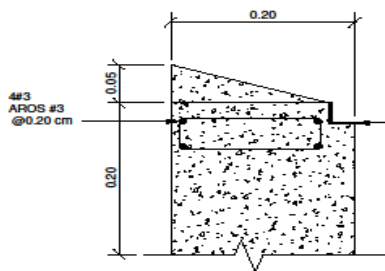
L-01



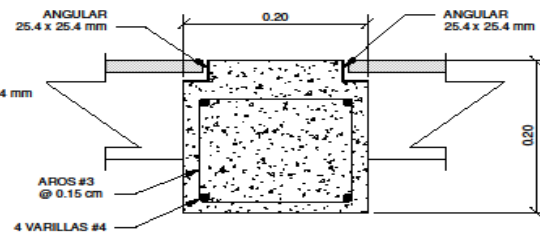
PLANTA
ESC:1:25



SECCIÓN A-A
ESC:1:20



SECCIÓN B-B
ESC:1:5



SECCIÓN B-B
ESC:1:5



Municipalidad de Pococí

Dep. de Obras Civiles y Servicios Municipales

Contenido: Detalles tipo obras pluviales

Fecha: 02/07/2020

L-01

Anexo N°2: Imágenes (fotografías) de las visitas de campo realizadas a diferentes obras civiles a lo largo del cantón de Pococí.



Construcción de cunetas. Los Bovinos, Toro Amarillo, Guápiles, Pococí.



Acera con loseta táctil. Boulevard, Guápiles, Pococí.



Caja de registro. Roxana, Pococí.



Colocación de loseta táctil. Boulevard, Guápiles, Pococí.



Colado de losa de concreto. Guápiles, Pococí.



Acabados del concreto (losa de concreto).
Guápiles, Pococí.



Confeción de separadores ("helados").
Plantel Municipalidad de Pococí.



Espesor de losa de concreto. Guápiles, Pococí.



Colado del concreto (losa de concreto).
Guápiles, Pococí.



Colado del concreto (acera).
Cariari, Pococí.



Acera, Cariari, Pococí.



Colado de concreto (caja de registro)
Boulevard, Guápiles, Pococí.



Pavimento de adoquines. Cariari, Pococí.



Descarga de adoquines. Cariari, Pococí

Anexo N°3: OCSM – 138– 2021. Acta de cierre de proyecto. Sistema Drenaje Calle Las Brisas Cariari

Nota: Archivo PDF en hipervínculo con el propósito de ser consultado.

[OCSM 138- 2021 Acta de cierre. sistema drenaje y cementado calle las brisas caribe.pdf](#)

Referencias

- Botero, F. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Universidad EAFIT. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=512251504003>
- Chamoun, Y. (2002). Administración Profesional de Proyectos: La Guía. México, D.F.: McGraw - Hill / Interamericana Editores, S.A. DE CV.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica / Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. Guía para el Diseño y Construcción de Aceras en Costa Rica, diciembre 2009.
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica e Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (CFIA) (2020). Guía para el Diseño y Construcción del Espacio Público en Costa Rica. Tercera edición. San José, Costa Rica: CFIA.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, CFIA. Manual de Recepción de Obra Vial. Universidad de Costa Rica, 2017.
- Escuela de Ingeniería en Construcción. (2017). Rendimientos de Materiales de Construcción. Cartago, Costa Rica.
- Fernández, C; Quintanar, J. (2015). REDUCCIONES TEMPORALES PARA CONVERTIR LA SINTAXIS ABSTRACTA DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE TAREAS NO ESTRUCTURADO AL ÁLGEBRA DE TAREAS. Revista electrónica de computación, informática, biomédica y electrónica (4). Recuperado de:
- Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto, ICCYC. Pavimentos de Adoquines de Concreto: Daños y Correcciones más Comunes, noviembre 2013.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. Reglamento de Construcciones. Publicado en el Alcance No. 62 La Gaceta N 54 del 22 de marzo de 2018, 2018.
- Ley 7600. Igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad y su reglamento, 1996.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes. CR-2010, agosto 2009.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan). (2009). Guía para la elaboración de diagramas de flujo. San José, Costa Rica: Mideplan.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Reglamento General de Seguridad en Construcciones. Publicado en el Alcance Digital No. 31 de La Gaceta No. 26 el 12 de febrero de 2018, 2018.

Ortiz, G., Paniagua, E., & Sandoval, M. (2009). Costos de Construcción. Cartago Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.

Project Management Institute. (2017). A guide to the Project Management Body of knowledge (PMBOK Guide). Newtown Square, Pennsylvania. Project Management Institute.

Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. México, D.F: McGraw - Hill / Interamericana Editores, S.A DE C.V.

Sepúlveda Ponce, M. (2006). Guía práctica para la elaboración de presupuestos. Valdivia Chile: Universidad Austral de Chile.

Vega, Urías de la. (2005). Rendimiento en la Construcción. Edificación. Editorial Uni-Son.

**GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE OBRAS CIVILES MENORES DE
LA UNIDAD DE OBRAS CIVILES Y
SERVICIOS MUNICIPALES DE LA
MUNICIPALIDAD DE POCOCÍ**

Índice

1. Introducción	4
2. Seguridad en la construcción de obras civiles	5
3. Gestión de los residuos	8
4. Aceras.....	9
4.1. Generalidades y características de las aceras.....	9
4.2. Construcción de Aceras (concreto hidráulico).....	14
5. Cordón de caño	20
5.1. Construcción de Cordones de caño	20
6. Pavimento de adoquines	25
6.1. Generalidades y características de los Pavimentos de adoquines.....	25
6.2. Construcción de Pavimentos de adoquines	27
7. Referencias Bibliográficas	35

Definición de conceptos básicos y acrónimos

Buscando una mayor comprensión del documento, se procedió a definir algunos conceptos básicos relevantes en obras de esta índole.

Definición de conceptos básicos:

- **Acceso:** vía o paso existente de carácter público o privado frente a una propiedad que permite la entrada o salida a la misma, comúnmente conocidas como caminos, calles o carreteras.
- **Acera:** es la parte de la vía pública, normalmente ubicada en sus orillas, que se reserva para el tránsito de peatones.
- **Adoquines:** elemento compacto de concreto prefabricado, en dimensiones modulares pequeñas que pueden ser fácilmente manipulados. Generalmente, poseen forma de prisma recto, cuyas bases pueden ser polígonos, que permiten conformar superficies completas, son componentes de un pavimento articulado.
- **Agregados:** son materiales minerales granulares, relativamente inertes, que provienen en su mayoría de la trituración natural o artificial de las rocas. Existen agregados finos (arenas) y agregados gruesos (piedras).
- **Base:** es la capa de material inmediatamente superior a la subbase y debajo de la superficie de ruedo. Suele ser material de tipo granular.
- **Calzada:** es la parte de la vía pública donde circulan los vehículos.
- **Cama de arena (adoquines):** se coloca sobre la base o subbase, cuyo espesor suelto debe estar entre los 3 y los 5 cm. Esta capa granular sirve como filtro para el agua que penetra por las juntas y ayuda al acomodo de los adoquines.
- **Carga:** es una fuerza o un conjunto de fuerzas que actúan sobre una estructura o sobre un elemento.
- **Cemento:** es un material que posee propiedades adhesivas y cohesivas, el cual tiene la capacidad de aglutinar agregados y formar un producto final que dependiendo de los componentes podría ser concreto o mortero.
- **Codal:** es una herramienta empleada en construcción, la cual se utiliza para nivelar y dar la forma deseada al concreto hidráulico vertido en el sistema de encofrado.
- **Colado:** es el término conocido para el proceso de verter el concreto hidráulico dentro del sistema de encofrado o sobre la superficie de trabajo.
- **Compactación:** corresponde a la acción donde se aplica un esfuerzo perpendicular a la superficie, con el objetivo de densificar el material compactado y de esta forma reducir los espacios vacíos de las partículas de aire inmersas en el material.
- **Concreto hidráulico:** es un material que se obtiene al mezclar conglomerante (cemento hidráulico), agregados (arena y piedra), agua (agente reaccionante) y en algunos casos aditivos.

- **Confinamiento (adoquines):** vienen a ser elementos colocados en el perímetro de la estructura, suelen ser bordillos, boceles o similares. Su función es impedir el desplazamiento lateral de los adoquines, por tanto, se colocan después de la compactación de la subbase y deben ser asentadas en camas de cemento de al menos 180 kg/m^2 .
- **Cordón:** es el elemento del extremo de la estructura de una acera, que a modo de muro, define el desnivel existente entre la acera y la calzada de la vía.
- **Curado:** conjunto de procesos necesarios para garantizar el agua de hidratación óptima en la mezcla de concreto, lo cual se logra evitando la evaporación o pérdida de agua en la misma, o adicionando agua con el fin de reponer cualquiera de dichos efectos.
- **Endurecimiento (concreto):** es el proceso mediante el cual se genera un incremento de la resistencia de la pasta de cemento fraguado.
- **Formaleta:** corresponde a las estructuras de encofrado temporales o moldes, utilizadas para retener el concreto fresco con la forma en que fue diseñado hasta que se endurezca. Los encofrados deben tener suficiente resistencia para soportar la presión ejercida por el concreto plástico.
- **Fraguado:** es el proceso mediante el cual se pasa del estado fluido al rígido de una pasta de cemento hidráulico.
- **Juntas (adoquines):** también conocidas como sisas, son aberturas o separaciones entre los adoquines, éstas deben ser estrechas (2 a 4mm) y estar llenas de una arena seca, de tamaño adecuado que favorezca la fricción entre las piezas de pavimento.
- **Loseta táctil:** son elementos sólidos, prefabricados y cuadrados, con cambios de textura en su superficie. El objetivo de dicha loseta es guiar y prevenir a las personas con discapacidad a través del espacio público, en Costa Rica se encuentran dos tipos: de prevención y de guía.
- **Pavimento:** estructura que permite la transferencia de los esfuerzos por las cargas de tránsito y el ambiente al terreno natural, de manera que exceda su capacidad de soporte. Los pavimentos están conformados por diferentes capas, a saber: subrasante, subbase, base y superficie de ruedo.
- **Residuo:** material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados.
- **Subbase:** es la capa que está a continuación de la subrasante y debajo de la subbase. Generalmente pueden ser dos tipos: material granular o mejorada con cemento.
- **Subrasante:** es la capa más profunda, correspondiente al suelo natural del sitio o al nivel máximo del relleno que se haya colocado, donde se apoya la estructura de pavimento.
- **Superficie de ruedo:** es la capa que va expuesta, sobre ella es por donde circulan los vehículos.

- **Trabazón:** se basa en un principio de que las unidades no deben de trabajar de forma independiente, sino conectada, lo cual se logra por la transferencia de carga entre las unidades a través de la junta.

Acrónimos y abreviaturas:

- **ACI:** American Concrete Institute
- **ASTM:** American Society of Testing and Materials
- **AYA:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- **CSCR:** Código Sísmico de Costa Rica 2010
- **CFIA:** Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica
- **CR-2010:** Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, camino y puentes
- **ICCYC:** Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto
- **INS:** Instituto Nacional de Seguros
- **INTECO:** Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
- **INVU:** Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo
- **MTSS:** Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

1. Introducción

El objetivo de la elaboración de este documento es servir como guía para la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales de la Municipalidad de Pococi con relación al proceso constructivo de obras civiles menores, específicamente para los proyectos como aceras, cordones y pavimentos de adoquines. La guía describe aspectos técnicos y requerimientos necesarios a nivel nacional en cuanto a la construcción de este tipo de obras civiles, buscando una adecuada y correcta construcción de estas. Asimismo, se mencionan consideraciones importantes en temas de seguridad y de manejo de residuos, buscando minimizar los posibles riesgos presentes en la obra, y de esta manera garantizar el bienestar de los trabajadores implicados.

Por otro lado, con el objetivo de generar una mayor comprensión del documento, se añade una sección con definiciones de conceptos importantes empleados en este tipo de obras. De la misma manera, se añade una sección con el nombre de todos los documentos consultados durante la investigación realizada, donde se pueden observar códigos y normas de índole nacional que rigen este tipo de obras. Otro aspecto por tomar en cuenta es la estandarización de los procesos constructivos, lo cual contribuye al control y a la estimación de los costos, incluso ayuda a optimizar el flujo de trabajo, dado que se conocen con anterioridad las actividades o tareas predecesoras y sucesoras.

Documentos consultados

Como se mencionó anteriormente, se realizó una investigación con el objetivo de elaborar una guía que cumpla con los parámetros y requerimientos nacionales en cuanto a la construcción de este tipo de obras civiles. A continuación, se muestran las normas, guías y códigos consultados:

- American Standard Test Materials (ASTM).
- American Concrete Institute (ACI).
- Código Sísmico de Costa Rica (CSCR).
- Código de Seguridad e Higiene Laboral.
- Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.

- Código Municipal
- Guía Integrada para la Verificación de la Accesibilidad al Entorno Físico, CFIA.
- Guía para el Diseño y Construcción del Espacio Público en Costa Rica 2020. CFIA y ICCYC.
- Guía para el Diseño y Construcción de Aceras en Costa Rica. CFIA y ICCYC
- Ley General de Caminos Públicos, N.º 5060.
- Ley de Construcciones, N.º 833.
- Reglamento de Construcciones, INVU (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo).
- Reglamento de la Ley N.º 7600: “Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad”
- Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y Urbanizaciones, INVU.

2. Seguridad en la construcción de obras civiles

En la industria de la construcción, las regulaciones de seguridad son claves para minimizar los riesgos en las construcciones, su objetivo es propiciar un ambiente de trabajo más controlado y seguro, el cual genere las condiciones laborales y el ambiente necesario para el bienestar del trabajador, priorizando en todo momento la salud de este. Nuestro país cuenta con el Reglamento General de Seguridad en Construcciones del MTSS, en donde se dictan una serie de regulaciones en aspectos de seguridad, el mismo rige para todo el país y es de aplicación obligatoria en todos los centros y lugares de trabajo en donde se desarrolle cualquier actividad de construcción.

A continuación, se mencionan algunas consideraciones relacionadas a la seguridad de los vecinos y trabajadores en este tipo de obras civiles:

- Las obras de construcción darán inicio, únicamente, cuando se hayan cumplido los siguientes requerimientos:
 - a) Contar con una cobertura total de aseguramiento de las personas trabajadoras ante los regímenes de seguridad social. (Póliza de riesgos de trabajo del INS)
 - b) La construcción de obra deberá dar inicio solo cuando se disponga de todas las instalaciones de seguridad e higiene requeridas para el desarrollo de las actividades.
 - c) Todos los trabajadores deben contar con los equipos de protección personal y de seguridad según el tipo de obra civil. Cabe destacar la obligación con la cuenta todo patrono, el mismo debe proveer los equipos y elementos de protección personal y seguridad en el trabajo. De la misma manera, debe exigir su uso adecuado y funcionamiento, así como, organizar capacitaciones acerca del uso correcto de dichos equipos de seguridad.
 - d) Se debe contar con un aviso preventivo de seguridad, indicando a las personas que tengan contacto con la construcción, su obligación a cumplir con las normas de seguridad durante su permanencia en el área de trabajo. Cabe destacar que el aviso debe estar ubicado en un lugar iluminado y visible para todas las personas.
- Se debe contar con un programa de inducción y capacitación en aspectos de seguridad y salud ocupacional dirigido a las personas trabajadoras de la construcción de la obra.
- Se debe realizar la debida señalización de las zonas de tránsito peatonal y vehicular en presencia de maquinaria, según las características de cada proyecto de construcción.

- Debe definirse un área destinada para el almacenamiento de los materiales y medios de trabajo, así como las medidas de seguridad que deben adoptarse conforme a la naturaleza de éstos
- Los materiales deberán ser apilados de forma que no imposibilite el tránsito de personas, la circulación de materiales, el ingreso de equipo de emergencias o contra incendios.
- Los postes, tubos y perfiles redondos, deberán ser agrupados en camadas con armazones de madera o de metal, colocando siempre los elementos largos al fondo, restringiendo cualquier movimiento.
- La madera de formaleta deberá de ser apilada utilizando amarras o zunchos en lugares de poco tránsito.
- A la hora de almacenar varillas, perfiles y tubos de diámetro pequeño, es necesario el uso de bastidores preconstruidos o hechos en sitio, de modo que se restrinja su movimiento.
- En caso de requerir una excavación, la persona profesional responsable ante el CFIA debe realizar un reconocimiento del lugar y determinar las medidas de seguridad que se deben implementar, basado en el tipo de suelo.
- En toda excavación se debe garantizar la estabilidad de los taludes, construyéndolos con una inclinación acorde con la naturaleza y a las condiciones del terreno, así como la forma de realización de los trabajos.
- Los encofrados y formaletas deberán ser diseñados y construidos de manera que resistan las cargas máximas de servicio.
- El uso de arriostres o soportes de las formaletas, deben ser inspeccionados antes y durante el colado del concreto por una persona calificada.
- Las áreas de trabajo y tránsito se mantendrán libres de remaches, clavos u objetos punzantes. Se deberá mantener el área de trabajo ordenada y limpia, únicamente con el material o equipo que se va a utilizar según cada actividad.
- Durante la descarga de varillas de acero el área debe estar despejada, que no haya circulación de personas.
- El corte y doblado de varillas debe ser realizado en mesas de trabajo estables, separadas por divisiones, con el objetivo de impedir la proyección de partículas que puedan afectar a algún trabajador que se encuentre cerca.
- Los trabajos sobre puntas verticales deben contar con la protección de todas las varillas implicadas.
- Deben amarrarse todos los grupos de varillas de acero que sean colocados con algún equipo especial o grúa, esto para evitar posibles deslizamientos.
- Si algún equipo empleado en el colado del concreto presenta alguna falla que dificulte su uso, se deberá detener su operación hasta que la situación sea valorada por una persona calificada.

- Los cabos de unión de los vibradores de concreto deben estar debidamente protegidos. Asimismo, durante los trabajos de colado y vibración del concreto las formaletas y sus arriostres deben ser inspeccionados por una persona calificada.
- Las conexiones de los ductos transportadores de concreto hidráulico deberán poseer dispositivos de seguridad, asegurando el sistema y evitando la separación de partes cuando se vean sometidos a la presión generada por el proceso de descarga de concreto.
- En cada obra se debe de disponer de servicios sanitarios y vestidores, los cuales dependen del número de trabajadores. De la misma manera, se debe facilitar agua potable para los trabajadores en las áreas de trabajo, disponiendo para ellos grifos de agua corriente o recipientes con cantidades suficiente y en condiciones higiénicas.
- A la hora de manipular el concreto, se deberá utilizar un calzado de tipo impermeable (botas), así como guantes apropiados para su protección personal.

Por último, con el objetivo de velar por la integridad y seguridad de los trabajadores, es necesario el uso de equipo de seguridad. A continuación, se muestra el tipo de equipo requerido para obras civiles de dicha índole:

- a) Calzado con punta de acero, antideslizantes, que proteja ante corrientes eléctricas.
- b) Casco de seguridad, en caso de que haya riesgo de caída de objetos, golpes en la cabeza o contacto eléctrico. Los cascos protectores utilizados en la construcción deben cumplir con la norma nacional, INTE 31-01-10: Cascos de seguridad en su versión vigente.
- c) Tapones para los oídos, incluso si hay mucho ruido se deben utilizar orejeras. Los equipos utilizados como protección auditiva deben cumplir con la norma INTE 31-01-05 Protectores auditivos, en su versión vigente.
- d) Camisa reflectiva que garantice la visibilidad del trabajador, incluso puede ser de manga larga para la protección de la piel contra la radiación solar.
- e) Guantes, para evitar alguna lesión o cortes, estos deberán ser aislantes en caso de tener contacto con herramientas eléctricas. Todos los guantes de seguridad utilizados en la construcción deben cumplir, según corresponda, con la norma INTE 31-01-11 Guantes Aislantes de Electricidad, INTE 31-01-06, Guantes de protección frente a agresivos químicos, todas en su versión vigente.
- f) Lentes de seguridad. Cabe destacar que la persona empleadora debe proveer gafas de seguridad a las personas trabajadoras que usan anteojos medicados, para que sean utilizados sobre los anteojos.
- g) Si hay soldadura, mascarilla para protección ocular y protección respiratoria para la inhalación de gases o vapores.
- h) Se deberá utilizar mascarilla antipolvo, en caso de trabajar con cemento o alguna actividad que genere polvo.
- i) En caso de que la situación sanitaria del país lo requiera, se deberá hacer uso de la mascarilla como equipo de protección personal.

3. Gestión de los residuos

La industria de la construcción es considerada como un importante colaborador de la degradación ambiental, esta consume alrededor del 40% de los materiales vírgenes que se extraen, incluso el sector produce alrededor del 30% de los residuos encontrados en los sitios de disposición. En un estudio realizado en Costa Rica se identificaron las causas de generación de residuos de la construcción, las cuales fueron relacionadas con actividades de diseño, manejo de los materiales, la ejecución del proyecto, residuos propios del proceso constructivo, entre otras.

Dado al impacto que tiene el sector de la construcción en el ambiente, es de vital importancia mitigar la huella ecológica, por ende, se debe realizar una correcta gestión de los residuos generados por dicha industria. Una buena gestión de los residuos en la obra inicia con una correcta y selectiva separación de estos. No obstante, para realizar correctamente la clasificación será necesario conocer los diferentes tipos de residuos, los cuales se pueden dividir en los siguientes grupos:

- **Residuos inertes:** son aquellos que no presentan ningún riesgo de contaminación de las aguas y de los suelos, generalmente son materiales de origen pétreo.
- **Residuos no peligrosos:** por su naturaleza pueden ser tratados o almacenados en las mismas instalaciones que los residuos ordinarios. Por ejemplo: metal, madera, papel, cartón, plásticos, entre otros.
- **Residuos peligrosos:** son formados por insumos o materiales que poseen determinadas características perjudiciales para la salud o al ambiente. Por ejemplo: pegamento, solventes, materiales derivados del petróleo, entre otros.

Los residuos que no pueden reutilizados o reciclados deben ser trasladados al botaderos o rellenos sanitarios a disposición de la municipalidad. Por otra parte, se deben identificar los residuos que pueden ser reutilizados en procesos constructivos dentro de la misma obra, como lo son los fragmentos de bloques, residuos de lastre, piedra y de arena los cuales pueden ser utilizados como material para caminos provisionales o como material de relleno.

Otro material reutilizable son los cabos de varillas, estos pueden ser empleados en la demarcación ya sea del trazado de las obras o en la señalización de seguridad como pines para las cintas de seguridad que deben ser colocadas en las zonas de peligro. Existen otros residuos reutilizables en la construcción, como, por ejemplo: sobrantes del proceso colado el concreto, madera utilizada para la elaboración de formaleta, varillas, alambre negro, clavos, escombros producto de la demolición, entre otros.

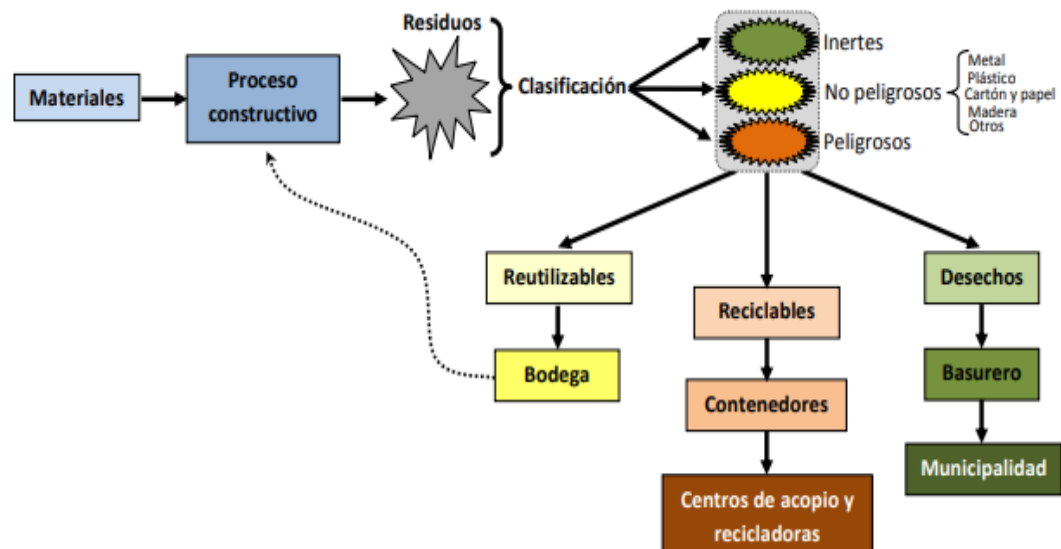


Figura 1. Diagrama de manejo de residuos en la construcción

Fuente: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

4. Aceras

4.1. Generalidades y características de las aceras

Las aceras son obras de mucha importancia en la movilidad urbana, y al ser públicas y con una relación directa con la infraestructura y las actividades que en ellas se desarrollan poseen una gran relevancia en la economía de las ciudades. Este tipo de obras civiles son espacios esenciales en la vida comunitaria dentro de las ciudades, y en términos físicos permiten el desarrollo de la economía urbana.

Costa Rica cuenta con documentos que establecen los criterios y lineamientos para el diseño y construcción de aceras, entre los cuales destacan los siguientes:

- 1) Código Municipal
- 2) Reglamento de la Ley 7600: "Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad".
- 3) Reglamento de Construcciones
- 4) Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamientos y Urbanizaciones.

Código Municipal

El Código Municipal, en su artículo 75, establece la obligación del propietario o poseedores de bienes inmuebles de construir las aceras frente a sus propiedades y darles el mantenimiento necesario. Asimismo, deben abstenerse de obstaculizar el paso por las aceras con gradas de acceso a viviendas, cadenas, rótulos, materiales de construcción, entre otros.

Reglamento de la Ley 7600: "Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad"

El reglamento de la Ley 7600, establece en su artículo 125, las siguientes consideraciones y características para las aceras:

- Ancho mínimo de 1.20 m, asegurando un ancho mínimo libre de obstáculos de 1.6 m, un acabado antiderrapante y sin presentar escalones; si existe desnivel éste será solucionado con una rampa.
- Se debe evitar los obstáculos fijos por debajo de alturas de 2.2 m, por sobre 0.1 m de la superficie y unos 0.15 m de los costados.
- Pendiente longitudinal: máxima de un 2%.
- Pendientes transversales: máximo de 2%.
- Las aceras deberán tener una altura (espesor de losa) de entre 15 y 25 cm. medida desde el cordón del caño. En caso de que la altura de la línea de propiedad sea menor a la señalada, se salvará por gradiente que deberá cumplir con lo establecido a continuación. La gradiente en sentido transversal tendrá como máximo el 3%.
- Áreas de descanso: máximo cada 100 m, debe haber un ensanche de 0.50 m por 1.80 m de longitud.
- Las áreas de descanso deben permanecer libres de obstáculos en todo su ancho mínimo, y desde su piso terminado, hasta un plano paralelo a él ubicado a 220 cm de altura.
- Altura de circulación: la diferencia de nivel entre la vía y la calzada debe estar entre 0.15 m y los 0.18 m. Si se superan los 0.18 m de altura deben colocarse bordillos.
- En las aceras en todas sus esquinas deberá haber una rampa con gradiente máxima de 10% para salvar el desnivel existente entre la acera y la calle. Dicha rampa deberá tener un ancho mínimo de 1.20 m y construidas con material antiderrapante.
- La superficie de la acera debe ser firme, antideslizante y sin accidentes.
- En caso de existir aberturas en la acera (rejillas), estas deberán tener un máximo permisible de 1.5 cm.

Reglamento para el Control Nacional de Fraccionamiento y Urbanizaciones

- El acabado de las aceras debe ser antideslizantes. No se permiten gradas, salvo en las vías peatonales. La pendiente en el sentido transversal tendrá como máximo el 3% y como mínimo el 2%.
- Acceso vehicular a predios: el desnivel debe salvarse con rampas construidas en la franja verde. Cuando ésta no exista, la rampa se deberá resolver en una longitud máxima de 50 cm. Los desniveles que se generan en los costados también deberán resolverse con rampas de pendiente no mayor en un 30% de la que posee la acera.

Características importantes:

Las aceras se encuentran compuestas básicamente por cuatro franjas:

- Franja de circulación: espacio destinado a la circulación peatonal y de personas con alguna discapacidad.

- Franja táctil: sección destinada a la instalación de elementos táctiles como guía y prevención para personas con discapacidad.
- Franja de mobiliario: espacio donde se encuentra la vegetación y el mobiliario urbano. Dicha franja esta localizada entre el área de circulación y la calzada.
- Franja para ciclovía: destinada a la circulación de bicicletas, localizada entre el área de circulación y el de mobiliario, o adosada a la acera, por fuera del mobiliario; entre este y la calzada o en algunas ocasiones en las islas divisorias.

a) Continuidad y tratamiento:

- No deben generarse obstáculos con los predios colindantes.
- Las aceras deben ser firmes, continuas y sin accidentes.
- Su diseño y ejecución debe garantizar el desplazamiento de personas con discapacidad.
- Los accesos a los predios deben respetar la continuidad de las aceras.
- En los accesos a los predios, se deben construir rampas, las cuales permitan la circulación de vehículos en dirección transversal y peatonal y en dirección longitudinal, priorizando al peatón.
- No es permitido estacionar vehículos sobre las aceras.

b) Franja demarcadora:

- Como aviso de prevención, toda acera debería tener una franja continua de color contrastante de 5 cm de ancho en el borde longitudinal, esto previo al cordón.
- De la misma manera, se puede colocar una franja antes y después de cualquier escalera, paralela tanto al borde de inicio como al borde final, a una distancia igual a la de una huella de la escalera.

c) Servicios públicos:

- Según el INVU, en el Reglamento de Construcciones indica lo siguiente: “Las redes o instalaciones subterráneas destinadas a los servicios públicos de teléfono, alumbrado, semáforos, energía, agua, alcantarillado pluvial y sanitarios, gas y cualesquiera otras, deberán localizarse a lo largo de las calles, de aceras peatonales, o de camellones. Cuando se localicen en las aceras, deberán quedar alojadas en una franja de un metro cincuenta centímetros de ancho, medida a partir del borde del cordón. Los gastos de roturación, reparación o reconstrucción para los efectos anteriores correrán por cuenta de quien los hubiere provocado, sea una persona física o jurídica, o uno de los organismos del Estado”.

d) Altura:

Cabe destacar que la altura es la distancia entre la superficie y el caño o el mismo pavimento adyacente.

- El diseño debe evitar que los vehículos se suban a la acera.
- En los predios donde se debe habilitar el acceso de los vehículos se debe de rebajar el cordón, permitiendo el paso vehicular.
- Para personas con discapacidad, la diferencia de nivel debe estar entre 0,15 m a 0,18 m.
- La altura (espesor de la losa) de las aceras debe estar entre los 15 y los 30 cm, esto según su ubicación y su tipo de uso. Seguidamente se muestra la Tabla 1, la cual sirve como referencia para determinar la altura de la acera dependiendo del tipo de tránsito y vía.

Tabla 1. Altura de las aceras en función del tipo de vía y tránsito

Tipo de vía y de tránsito	Perfil y altura (cm) del cordón*		
	Altura normal	Altura de acceso remontable	Casos especiales como demarcación
Vías de servicio: Urbanizaciones, calles sin rutas de buses ni camiones; baja circulación peatonal	15	10	5
Vías secundarias: Centros de ciudad, calles con rutas de buses, circulación de vehículos con alta velocidad y circulación peatonal	20	15	10
Terminales de transporte y patios de carga en industria y comercio, con poco volumen de tráfico	25	20	10
Terminales de transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercios, con gran volumen	30	20	10

*Altura de las aceras (cm).

Fuente: ICPC; UPB, LAUR, Alcaldía de Medellín, "Manual de Diseño y Construcción de los Componentes del Espacio Público", Medellín, 2003.

Escaleras:

- Longitudinalmente, no debe haber ninguna escalera, excepto que exista una pendiente mayor a un 16%.

Loseta táctil:

- Las losetas táctiles son elementos prefabricados, sólidos y cuadrados, con cambios de textura en su superficie. Su función es guiar y prevenir a las personas con discapacidad visual a través del espacio público.
- Deben ser colocados en las aceras de acuerdo con los diseños y las normas vigentes en Costa Rica. Asimismo, se recomienda un estudio del sector, esto antes de diseñar una acera con losetas táctiles.
- En el país se utilizan dos tipos de losetas táctiles, la primera es conocida como loseta táctil tipo guía o lineal, la cual tiene el objetivo de indicarle a la persona no vidente la continuidad de paso. Por otro lado, se tiene la loseta táctil de prevención, la cual tiene un diseño con puntos que sobresalen en su superficie y le indica a la persona el inicio o salida de la acera, así como alguna obstrucción importante.



Loseta táctil tipo prevención



Loseta táctil tipo guía

Figura 2. Tipos de losetas táctiles.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el Manual conocido como CR 2010, norma aspectos del proceso constructivo y calidad de los materiales para este tipo de obras, donde la sección 615 corresponde a las aceras. A continuación, se muestra una imagen del proceso constructivo de una acera construida en el distrito de Cariari.



Figura 3. Construcción de aceras (sin losetas)

Fuente: Inspección realizada por la Unidad de Obras Civiles.

4.2. Construcción de Aceras (concreto hidráulico)

Seguidamente se muestra el procedimiento general para llevar a cabo la construcción de aceras (concreto hidráulico) en la Municipalidad de Pococi:

4.2.1. Obras preliminares

- a) Ubicar el sitio donde se va a desarrollar la obra, se debe delimitar el sitio con un cierre perimetral o colocar una señalización visible con elementos reflectivos que informe a los vecinos que se está realizando una obra civil en el sitio.
- b) Se debe contar con un aviso preventivo de seguridad, indicando a las personas que tengan contacto con la construcción, su obligación a cumplir con las normas de seguridad durante su permanencia en el área de trabajo.

4.2.2. Remoción de la estructura existente

- a) Primeramente, se debe identificar la existencia de una estructura en el sitio donde se va a realizar la construcción, de haber una estructura se debe realizar la demolición y remoción pertinente.
- b) Seguidamente, se debe consultar en los planos y con los vecinos del lugar la existencia de tuberías de agua potable, tuberías de aguas residuales, tuberías del cableado eléctrico o cualquier otro elemento que se vea comprometido con la demolición. Si hay existencia de tuberías, se deben remover en la medida de lo posible, no obstante, se deben volver a colocar en su sitio lo más pronto posible.
- c) Teniendo claro lo antes descrito, se debe realizar la remoción de dicha estructura, la cual consiste en el retiro de todo tipo de escombros o estructura existente ubicada en la zona de construcción. Se recomienda realizarla con maquinaria, aunque dependiendo de la dimensión se puede realizar de forma manual.

4.2.3. Gestión de los residuos

- a) Posterior al proceso de remoción de la estructura existente, se debe realizar todo lo referente a la disposición de los residuos generados, incluyendo su debida separación para posteriormente reutilizarlos, reciclarlos o coordinar su traslado a los botaderos oficiales, y de este modo mantener el área de trabajo sin obstáculos favoreciendo el desarrollo del proyecto.

4.2.4. Limpieza del terreno

- a) Se debe realizar una limpieza mecanizada o manual (pico, pala, macana), la cual implica en muchos casos la remoción de la capa vegetal del suelo para obtener el espesor necesario según las especificaciones de los planos.
- b) Posteriormente se debe barrer la totalidad de la superficie retirando todo tipo de agregado suelto, finalmente humedecer la superficie para eliminar el polvo antes de la colocación del material granular y estructuras de concreto.
- c) De ser necesario se debe coordinar previamente la disposición de los residuos generados en la limpieza del terreno, esto de una manera óptima y lo más pronto posible. La idea con la coordinación previa es mantener el área libre de obstáculos y de esta forma mitigar los riesgos asociados al apilamiento de dichos residuos, así como mantener el orden y evitar algún disgusto de los vecinos.

4.2.5. Nivelación del terreno

- a) Concluida la limpieza, se procede a determinar los niveles del terreno de acuerdo con un nivel de referencia establecido. Se debe generar la pendiente requerida al terreno según las especificaciones de los planos.
- b) La nivelación del terreno se puede realizar de forma mecánica o manual, esto según las características del terreno y la dimensión de la obra.

4.2.6. Trazado y nivelación

- a) El trazado es de las primeras actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de una obra, el cual consiste en determinar los puntos de las dimensiones requeridas según los planos del proyecto. Dichos puntos se marcan el uso de estacas sobre el terreno.
- b) Una vez se hayan fijados las estacas, se determinan los niveles del terreno de acuerdo con un nivel de referencia establecido. Seguidamente se debe utilizar una cuerda para conectar los puntos, donde se observe la pendiente determinada para cada uno de los tramos establecidos.
- c) Se debe verificar la pendiente de cada cuerda, para ello se puede emplear un nivel de burbuja.
- d) En secciones lineales y con longitudes considerables, se deben colocar guías en tramos no mayores a 2 metros de longitud.
- e) Es recomendable que el trazado se haga por lo menos entre tres personas, debido a que para una sola persona puede resultar complejo, lo cual repercute en un trabajo

de mala calidad y poco exacto. Para llevar a cabo este trabajo se necesita lo siguiente: cinta métrica, hilo, estacas de madera, clavos de dos pulgadas, martillo para clavar las estacas y cal para marcar en el terreno.

4.2.7. Confección y colocación de formaleta

- a) Se recomienda el uso de formaleta metálica, esto porque las reglas de madera suelen presentar irregularidades a lo largo de su longitud, incluso pueden sufrir deformaciones como un posible pandeo. Asimismo, la formaleta metálica nos da un mayor margen de usos, la misma se puede elaborar con perfiles metálicos de tipo C (6m) o tubos estructurales rectangulares (6m). El acabado de los bordes de la acera suele tener un mejor acabado con formaletas metálicas.
- b) Colocar la formaleta según los alineamientos indicados en los planos, fijándola con estacas de hierro y a una distancia prudente, la cual permita soportar los esfuerzos ejercidos por el colado del concreto hidráulico.
- c) Se debe considerar la formaleta correspondiente a la colocación de losetas táctiles, para ello se puede elaborar una escalerilla metálica, con las dimensiones correspondientes a las losetas.
- d) Se recomienda tratar con un desmoldante la superficie de la formaleta que estará en contacto con el concreto.

4.2.8. Colocación y compactación del material de relleno

- a) Antes de la colocación del material de relleno, se debe asegurar que no haya presencia de restos de formaleta, algún clavo o residuos de algún material utilizado para la colocación de la formaleta.
- b) Se debe colocar el material de relleno con el espesor indicado en planos o por criterio del profesional a cargo, contemplado en todo momento la disminución que sufre el material por su proceso de compactación.
- c) En cuanto a la compactación, la misma se debe realizar con un apisonador o un compactador mecánico, teniendo en cuanto la indicación requerida y no exceder en la compactación del material.
- d) Se recomienda colocar una capa de arena de 1 cm espesor como mínimo, la misma debe extender de forma pareja y luego se le debe suministrar agua hasta saturarla.

4.2.9. Preparación del concreto

- a) Las dosificación y preparación del Concreto se hará de acuerdo con las especificaciones técnicas descritas en los planos constructivos o según el profesional a cargo.
- b) Una alternativa en zonas con proveedores cercanos, la compra de concreto premezclado es una excelente opción, el concreto hidráulico es transportado es camiones mezcladores (chompipas), así como colado en el sitio de construcción. Los proveedores deben entregar el concreto hidráulico con la capacidad y la resistencia solicitada, es una forma de manejar el riesgo de no alcanzar la resistencia requerida.

- c) Algunas recomendaciones generales para la elaboración de una mezcla son las siguientes:
- Curar el tambor, por 2 minutos, con un kilo de arena y un kilo de cemento.
 - Agregar la piedra y después la arena y mezclar por 30 segundos.
 - Agregar el cemento y homogenizar por 1 minuto.
 - Adicionar agua y mezclar por al menos 3 minutos.
 - Detener el proceso cuando la mezcla tenga un color uniforme.
 - No se debe sobre mezclar, dado que los agregados pueden quebrarse y segregarse, afectando la calidad de la mezcla.

4.2.10. Colado de concreto hidráulico (premezclado con chompipa)

- a) Primeramente, se debe coordinar la llegada del equipo necesario para llevar a cabo el colado del concreto hidráulico y preparar el sitio para que no haya ningún contratiempo con el acceso de los camiones mezcladores conocidos como chompipas.
- b) Previo a la llegada del camión, se debe determinar si el sitio donde se va a colar el concreto es de difícil acceso, si es así, se deben buscar alternativas viables como cargar el concreto en la pala de la retroexcavadora, o cargar y transportar el concreto en caretilas hacia el sitio.
- c) El equipo de transporte del concreto hidráulico debe proporcionar un bastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregar la mezcla, su transporte y colocación se debe realizar en un tiempo prudente para no afectar la plasticidad y trabajabilidad de la mezcla de concreto.
- d) No lanzar el concreto con pala a gran distancia, puede ocasionar segregación de los materiales en la mezcla.
- e) Se debe verter el concreto en caída libre a la distancia más corta posible, para evitar la segregación de la mezcla.
- f) La compactación del concreto se debe realizar mediante vibración, ya sea con vibrador de inserción o regla vibratoria. No se debe desplazar lateralmente el concreto con los vibradores.
- g) Importante contemplar la temperatura ambiente durante la fabricación y colado del concreto, la presencia de altas temperaturas puede ocasionar la pérdida de la resistencia del concreto. Una alternativa, es realizar el colado a horas de la madrugada, donde las temperaturas son menores que a otras horas del día.

4.2.11. Acabados del concreto hidráulico (codal, llaneta, cuchara y escoba)

- a) Después de haber colado el concreto, se debe nivelar con codal (regla) y llaneta metálica. Se debe dejar la superficie a nivel con los moldes o formaleta lateral, dejando una superficie lisa con ondulaciones transversales y el espesor de la losa debe ser la indicada en los planos o por el encargado de la obra.
- b) Se debe dejar la superficie antideslizante, para ello se utiliza una escoba, la cual se desliza despacio sobre la superficie de la obra.

- c) Confección de juntas, las juntas se pueden realizar con una pletina de acero, dejando una separación entre losas de 3 a 6 mm, con una profundidad de 3 a 4 cm. Cabe destacar que el concreto debe tener la consistencia necesaria para realizar dicha tarea.
- d) En la medida de lo posible se debe cubrir la superficie colada con una lona o con un plástico mientras se termina el fraguado, y por lo menos durante el inicio del proceso de endurecimiento del concreto. Lo que se busca es proteger la obra de la lluvia y mitigar la pérdida de humedad.
- e) Seguidamente de haber realizado los acabados adecuados, se debe realizar un cerramiento del área de acera colada, para evitar daños en la obra o algún accidente con algún vecino.

4.2.12. Desencofrado del concreto hidráulico

- a) Una vez haya fraguado el concreto, se debe realizar el desencofrado con ayuda de un martillo para remover los elementos de la formaleta, con el cuidado necesario para no dañar el concreto.
- b) El encofrado y sus arriostres deberán permanecer en posición, hasta tener la seguridad de que la mezcla ha alcanzado la resistencia suficiente para soportar su propio peso y las cargas temporales recibidas durante su construcción.
- c) El desencofrado debe realizarse con todo el cuidado requerido para evitar algún daño de la formaleta o del elemento moldeado, teniendo especial cuidado en las esquinas y bordes.

4.2.13. Curado del concreto hidráulico

- a) Después del fraguado del concreto (1 día), se debe suministrar agua a la superficie de la estructura con el fin de ganar resistencia y evitar agrietamientos por pérdida de humedad.
- b) El curado hace referencia al conjunto de procesos requeridos para garantizar el agua de hidratación óptima en la mezcla de concreto, por ende, se debe evitar la pérdida de agua por evaporación, generalmente se le adiciona agua para mitigar dichos efectos.
- c) Se debe aplicar el curado, al menos durante los primeros 3 días, tomando en cuenta las condiciones ambientales del sitio. Aunque se recomienda realizar el proceso de curado durante los primeros 7 días, esto para condiciones ambientales normales.

4.2.14. Colocación de losetas táctiles

- a) Inicialmente, se debe verificar la zona donde se van a colocar las losetas, y ver que se esté cumpliendo con lo indicado.
- b) El espesor de la losa comúnmente es de 3.8 cm, la misma debe ser rellena hasta aproximadamente los 5 cm de espesor de la acera, o lo que este indicado en los planos.

- c) Se debe realizar el mortero de pega, ya sea una mezcla de mortero trabajada que se le adicione agua o la elaboración de un mortero (mezcla de cemento, agua y agregado fino).
- d) Se debe aplicar el mortero a la superficie de la loseta, esto se realiza mediante una llaneta.
- e) Mediante el uso de un martillo de punta huele, se debe colocar la loseta al nivel requerido y bien alineada.

4.2.15. Limpieza y trabajos finales

- a) Antes de la entrega de la obra, el sitio debe estar limpia de todo desecho, sobrantes de materiales, estructuras provisionales, señales y mecanismos de seguridad, equipo.
- b) La zona debe dejarse en condición aceptables y bien drenada. Asimismo, se debe seguir lo estipulado en el plan de manejo de residuos o realizar la mejor gestión de residuos posible.
- c) De ser necesario se pueden tomar algunas fotografías de referencia, que permitan evidenciar la finalización y cierre del trabajo.
- d) El profesional a cargo de la obra deberá realizar la inspección de cierre, donde verifique que se cumplió con lo estipulado en los planos, y por consecuente dar el cierre del proyecto.
- e) Finalmente, se debe llenar algún documento de cierre, generalmente se utiliza una boleta de cierre de proyecto, con dicha acción se daría por terminada la obra y se puede generar su debido registro en la Municipalidad.

5. Cordón de caño

El Reglamento de construcciones en el capítulo 8 “Obras de Superficies en calles” dicta los requisitos generales para construcciones de cualquier tipo, pero según el decreto 36550, este reglamento es aplicable a las urbanizaciones y condominios. En dicho reglamento se dicta que este tipo de obras deben construirse de conformidad con los planos de diseño y sobre terreno compactado en los cuarenta centímetros (40 cm) superiores, a un mínimo igual al establecido para las subrasantes. El concreto debe tener una resistencia a la compresión a los 28 días de al menos 175 kg/cm².

Cabe destacar que el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010) dicta una serie de especificaciones y requerimientos para este tipo de obras civiles. En la sección 609 del CR-2010 se norman las especificaciones para la calidad y proceso constructivo para cordones de caño y cunetas. Incluso en el CR-2010 se norma todo lo referente a los pavimentos de concreto hidráulico, donde se indica que los mismos, deben cumplir con una relación agua cemento máxima de 0.49 y una resistencia a la compresión a los 28 días de 255 kg/cm² como mínimo.



Figura 4. Construcción de cuneta y cordón de caño.

Fuente: Inspección realizada por la Unidad de Obras Civiles.

5.1. Construcción de Cordones de caño

Seguidamente se muestra el procedimiento general para llevar a cabo la construcción de cordones de caño en la Municipalidad de Pococí:

5.1.1. Obras preliminares

- a) Ubicar el sitio donde se va a desarrollar la obra, se debe delimitar el sitio con un cierre perimetral o colocar una señalización visible con elementos reflectivos que informe a los vecinos que se está realizando una obra civil en el sitio.
- b) Se debe contar con un aviso preventivo de seguridad, indicando a las personas que tengan contacto con la construcción, su obligación a cumplir con las normas de seguridad durante su permanencia en el área de trabajo.

5.1.2. Remoción de la estructura existente

- a) Primeramente, se debe identificar la existencia de una estructura en el sitio donde se va a realizar la construcción, de haber una estructura se debe realizar la demolición y remoción pertinente.
- b) Seguidamente, se debe consultar en los planos y con los vecinos del lugar la existencia de tuberías de agua potable, tuberías de aguas residuales, tuberías del cableado eléctrico o cualquier otro elemento que se vea comprometido con la demolición. Si hay existencia de tuberías, se deben remover en la medida de lo posible, no obstante, se deben volver a colocar en su sitio lo más pronto posible.
- c) Teniendo claro lo antes descrito, se debe realizar la remoción de dicha estructura, la cual consiste en el retiro de todo tipo de escombros o estructura existente ubicada en la zona de construcción. Se recomienda realizarla con maquinaria, aunque dependiendo de la dimensión se puede realizar de forma manual.

5.1.3. Gestión de los residuos

- a) Posterior al proceso de remoción de la estructura existente, se debe realizar todo lo referente a la disposición de los residuos generados, incluyendo su debida separación para posteriormente reutilizarlos, reciclarlos o coordinar su traslado a los botaderos oficiales, y de este modo mantener el área de trabajo sin obstáculos favoreciendo el desarrollo del proyecto.

5.1.4. Limpieza del terreno

- a) Se debe realizar una limpieza mecanizada o manual (pico, pala, macana), la cual implica en muchos casos la remoción de la capa vegetal del suelo para obtener el espesor necesario según las especificaciones de los planos.
- b) Posteriormente se debe barrer la totalidad de la superficie retirando todo tipo de agregado suelto, finalmente humedecer la superficie para eliminar el polvo antes de la colocación del material granular y estructuras de concreto.
- c) De ser necesario se debe coordinar previamente la disposición de los residuos generados en la limpieza del terreno, esto de una manera óptima y lo más pronto posible. La idea con la coordinación previa es mantener el área libre de obstáculos y de esta forma mitigar los riesgos asociados al apilamiento de dichos residuos, así como mantener el orden y evitar algún disgusto de los vecinos.

5.1.5. Nivelación del terreno

- a) Concluida la limpieza, se procede a determinar los niveles del terreno de acuerdo con un nivel de referencia establecido. Se debe generar la pendiente requerida al terreno según las especificaciones de los planos.
- b) La nivelación del terreno se puede realizar de forma mecánica o manual, esto según las características del terreno y la dimensión de la obra.

5.1.6. Trazado y nivelación

- a) El trazado es de las primeras actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de una obra, el cual consiste en determinar los puntos de las dimensiones requeridas según los planos del proyecto. Dichos puntos se marcan el uso de estacas sobre el terreno.

- b) Una vez se hayan fijados las estacas, se determinan los niveles del terreno de acuerdo con un nivel de referencia establecido. Seguidamente se debe utilizar una cuerda para conectar los puntos, donde se observe la pendiente determinada para cada uno de los tramos establecidos.
- c) Se debe verificar la pendiente de cada cuerda, para ello se puede emplear un nivel de burbuja.
- d) En secciones lineales y con longitudes considerables, se deben colocar guías en tramos no mayores a 2 metros de longitud.
- e) Es recomendable que el trazado se haga por lo menos entre tres personas, debido a que para una sola persona puede resultar complejo, lo cual repercute en un trabajo de mala calidad y poco exacto. Para llevar a cabo este trabajo se necesita lo siguiente: cinta métrica, hilo, estacas de madera, clavos de dos pulgadas, martillo para clavar las estacas y cal para marcar en el terreno.

5.1.7. Confección y colocación de formaleta

- a) Se debe colocar la formaleta según los alineamientos indicados en los planos, fijándola con estacas y a una distancia prudente, la cual permita soportar los esfuerzos ejercidos por el colado del concreto hidráulico.
- b) Si se emplea formaleta de madera se deben utilizar reglas de unos 2 m de longitud, esto para las secciones longitudinales, en cuanto a la sección transversal reglas del ancho del cordón.
- c) Cabe destacar que existen varios tipos de cordones de caño, debido a esto, el diseño y la confección de la formaleta se encuentra sujeto al tipo de cordón.
- d) Otro aspecto relevante, es la presencia de salidas de aguas, de haberlas se debe dejar la prevista necesaria, para posteriormente realizar su debida conexión. Para ello, suele emplearse tubería de 2 pulgadas o de 4 pulgadas.
- e) Se recomienda tratar con un desmoldante la superficie de la formaleta que estará en contacto con el concreto.

5.1.8. Colocación y compactación del material de relleno

- a) Antes de la colocación del material de relleno, se debe asegurar que no haya presencia de restos de formaleta, algún clavo o residuos de algún material utilizado para la colocación de la formaleta.
- b) Se debe colocar el material de relleno con el espesor indicado en planos o por criterio del profesional a cargo, contemplado en todo momento la disminución que sufre el material por su proceso de compactación.
- c) En cuanto a la compactación, la misma se debe realizar con un apisonador o un compactador mecánico, teniendo en cuanto la indicación requerida y no exceder en la compactación del material.
- d) Se recomienda colocar una capa de arena de 1 cm espesor como mínimo, la misma debe extender de forma pareja y luego se le debe suministrar agua hasta saturarla.

5.1.9. Preparación del concreto

- a) La dosificación y preparación del Concreto se hará de acuerdo con las especificaciones técnicas descritas en los planos constructivos o según el profesional a cargo.
- b) Una alternativa en zonas con proveedores cercanos, la compra de concreto premezclado es una excelente opción, el concreto hidráulico es transportado en camiones mezcladores (chompipas), así como colado en el sitio de construcción. Los proveedores deben entregar el concreto hidráulico con la capacidad y la resistencia solicitada, es una forma de manejar el riesgo de no alcanzar la resistencia requerida.
- c) Algunas recomendaciones generales para la elaboración de una mezcla son las siguientes:
 - Curar el tambor, por 2 minutos, con un kilo de arena y un kilo de cemento.
 - Agregar la piedra y después la arena y mezclar por 30 segundos.
 - Agregar el cemento y homogenizar por 1 minuto.
 - Adicionar agua y mezclar por al menos 3 minutos.
 - Detener el proceso cuando la mezcla tenga un color uniforme.
 - No se debe sobre mezclar, dado que los agregados pueden quebrarse y segregarse, afectando la calidad de la mezcla.

5.1.10. Colado de concreto hidráulico (premezclado con chompipa)

- a) Primeramente, se debe coordinar la llegada del equipo necesario para llevar a cabo el colado del concreto hidráulico y preparar el sitio para que no haya ningún contratiempo con el acceso de los camiones mezcladores conocidos como chompipas.
- b) Previo a la llegada del camión, se debe determinar si el sitio donde se va a colar el concreto es de difícil acceso, si es así, se deben buscar alternativas viables como cargar el concreto en la pala de la retroexcavadora, o cargar y transportar el concreto en caretilas hacia el sitio.
- c) El equipo de transporte del concreto hidráulico debe proporcionar un bastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregar la mezcla, su transporte y colocación se debe realizar en un tiempo prudente para no afectar la plasticidad y trabajabilidad de la mezcla de concreto.
- d) No lanzar el concreto con pala a gran distancia, puede ocasionar segregación de los materiales en la mezcla.
- e) Se debe verter el concreto en caída libre a la distancia más corta posible, para evitar la segregación de la mezcla.
- f) La compactación del concreto se debe realizar mediante vibración, ya sea con vibrador de inserción o regla vibratoria. No se debe desplazar lateralmente el concreto con los vibradores.
- g) Importante contemplar la temperatura ambiente durante la fabricación y colado del concreto, la presencia de altas temperaturas puede ocasionar la pérdida de la resistencia del concreto. Una alternativa, es realizar el colado a horas de la madrugada, donde las temperaturas son menores que a otras horas del día.

5.1.11. Acabados del concreto hidráulico (codal, llaneta, cuchara y escoba)

- a) Después de haber colado el concreto, se debe nivelar con codal (regla) y llaneta metálica. Se debe dejar la superficie a nivel con los moldes o formaleta lateral, dejando una superficie lisa con ondulaciones transversales y el espesor de la losa debe ser la indicada en los planos o por el encargado de la obra.
- a) Se debe dejar la superficie antideslizante, para ello se utiliza una escoba, la cual se desliza despacio sobre la superficie de la obra.
- b) Confección de juntas, las juntas se pueden realizar con una pletina de acero, dejando una separación entre losas de 3 a 6 mm, con una profundidad de 3 a 4 cm. Cabe destacar que el concreto debe tener la consistencia necesaria para realizar dicha tarea.
- c) En la medida de lo posible se debe cubrir la superficie colada con una lona o con un plástico mientras se termina el fraguado, y por lo menos durante el inicio del proceso de endurecimiento del concreto. Lo que se busca es proteger la obra de la lluvia y mitigar la pérdida de humedad.
- d) Seguidamente de haber realizado los acabados adecuados, se debe realizar un cerramiento del área de acera colada, para evitar daños en la obra o algún accidente con algún vecino.

5.1.12. Desencofrado del concreto hidráulico

- a) Una vez haya fraguado el concreto, se debe realizar el desencofrado con ayuda de un martillo para remover los elementos de la formaleta, con el cuidado necesario para no dañar el concreto.
- b) El encofrado y sus arriostres deberán permanecer en posición, hasta tener la seguridad de que la mezcla ha alcanzado la resistencia suficiente para soportar su propio peso y las cargas temporales recibidas durante su construcción.
- c) El desencofrado debe realizarse con todo el cuidado requerido para evitar algún daño de la formaleta o del elemento moldeado, teniendo especial cuidado en las esquinas y bordes.

5.1.13. Curado del concreto hidráulico

- a) Después del fraguado del concreto (1 día), se debe suministrar agua a la superficie de la estructura con el fin de ganar resistencia y evitar agrietamientos por pérdida de humedad.
- b) El curado hace referencia al conjunto de procesos requeridos para garantizar el agua de hidratación óptima en la mezcla de concreto, por ende, se debe evitar la pérdida de agua por evaporación, generalmente se le adiciona agua para mitigar dichos efectos.
- c) Se debe aplicar el curado, al menos durante los primeros 3 días, tomando en cuenta las condiciones ambientales del sitio. Aunque se recomienda realizar el proceso de curado durante los primeros 7 días, esto para condiciones ambientales normales.

5.1.14. Limpieza y trabajos finales

- a) Antes de la entrega de la obra, el sitio debe estar limpia de todo desecho, sobrantes de materiales, estructuras provisionales, señales y mecanismos de seguridad, equipo.
- b) La zona debe dejarse en condición aceptables y bien drenada. Asimismo, se debe seguir lo estipulado en el plan de manejo de residuos o realizar la mejor gestión de residuos posible.
- c) De ser necesario se pueden tomar algunas fotografías de referencia, que permitan evidenciar la finalización y cierre del trabajo.
- d) El profesional a cargo de la obra deberá realizar la inspección de cierre, donde verifique que se cumplió con lo estipulado en los planos, y por consecuente dar el cierre del proyecto.
- e) Finalmente, se debe llenar algún documento de cierre, generalmente se utiliza una boleta de cierre de proyecto, con dicha acción se daría por terminada la obra y se puede generar su debido registro en la Municipalidad.

6. Pavimento de adoquines

6.1. Generalidades y características de los Pavimentos de adoquines

Para llevar a cabo la construcción de pavimentos se deben seguir las especificaciones vigentes para pavimentación del Ministerio de Obras Públicas y Transportes contempladas en el CR-2010. Algunos requerimientos acerca del uso de adoquines y la calidad de los materiales se encuentran en la sección 504 del CR-2010. Asimismo, los pavimentos deben ser diseñados de acuerdo con las condiciones del suelo soportante y del tránsito debidamente proyectado a la vida útil de la calle. A continuación se mencionan algunos aspectos relevantes:

- a) Ventajas de los pavimentos de adoquines
 - Posee una larga vida útil
 - Facilidad de mantenimiento y de instalación
 - Fácil mantenimiento
 - Amigable con el ambiente
 - Resistencia a la intemperie
 - Cualidades estéticas
- b) Patrones de colocación

Los adoquines se instalan según su patrón de colocación, lo que viene siendo la forma en que se colocan los adoquines unos al lado de otros. Mientras que le alineamiento es la posición del patrón con respecto al eje de la vía. Estos aspectos deben de definirse antes de su colocación. A continuación, se muestra la Figura 1, donde se pueden observar los patrones de colocación más comunes para adoquines rectangulares:

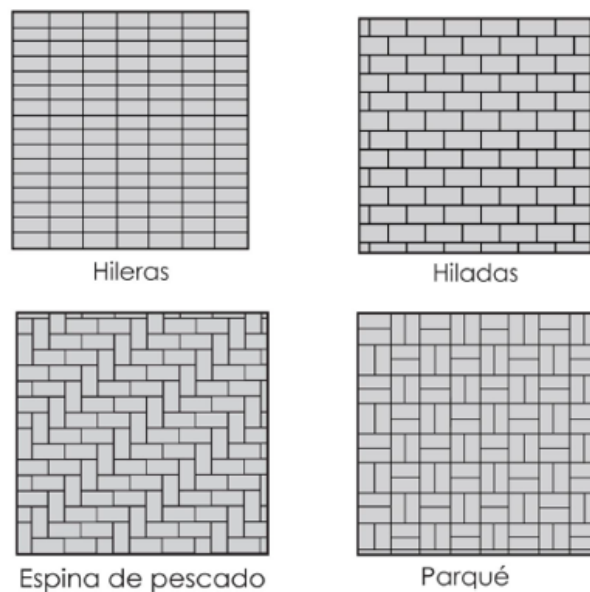


Figura 5. Patrones de colocación más comunes

Fuente: Guía de instalación de adoquines de concreto. Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala.

Los patrones de tipo hilada e hileras suelen emplearse para adoquines de uso peatonal, el cual se ve sometido a cargas menores. En cambio, el patrón de colocación tipo espina de pescado ya sea 45 grados o 90 grados, es empleado para tránsito vehicular, este es capaz de distribuir mejor las cargas ejercidas por las llantas a las capas de la estructura del pavimento. Cabe destacar que el adoquín de alto tránsito posee un espesor de aproximadamente 10 cm.

c) Principales daños en pavimentos de adoquines

Entre las fallas más comunes en este tipo de pavimentos se pueden mencionar las siguientes:

- Falta o pérdida de confinamiento
- Pérdida de arena de sello
- Crecimiento de vegetación
- Manchas
- Fallas en el drenaje superficial
- Asentamientos y elevaciones (alteraciones del perfil)

A continuación, se muestra una imagen de un pavimento de adoquines realizado por la Unidad de Obras Civiles y Servicios Municipales en el distrito de Cariari.



Figura 6. Construcción de pavimento de adoquines.

Fuente: Inspección realizada por la Unidad de Obras Civiles.

6.2. Construcción de Pavimentos de adoquines

6.2.1. Obras preliminares

- a) Ubicar el sitio donde se va a desarrollar la obra, se debe delimitar el sitio con un cierre perimetral o colocar una señalización visible con elementos reflectivos que informe a los vecinos que se está realizando una obra civil en el sitio.
- b) Se debe contar con un aviso preventivo de seguridad, indicando a las personas que tengan contacto con la construcción, su obligación a cumplir con las normas de seguridad durante su permanencia en el área de trabajo.
- c) Se debe localizar las tuberías subterráneas y adoptar todas las medidas pertinentes para evitar posibles daños durante el proceso constructivo. Asimismo, se debe planificar y diseñar el acceso al lugar de trabajo, evitando futuras complicaciones.

6.2.2. Limpieza del terreno

- a) Se debe realizar una limpieza mecanizada o manual (pico, pala, macana), la cual implica en muchos casos la remoción de la capa vegetal del suelo para obtener el espesor necesario según las especificaciones de los planos.
- b) Posteriormente se debe barrer la totalidad de la superficie retirando todo tipo de agregado suelto, finalmente humedecer la superficie para eliminar el polvo antes de la colocación del material granular y estructuras de concreto.
- c) De ser necesario se debe coordinar previamente la disposición de los residuos generados en la limpieza del terreno, esto de una manera óptima y lo más pronto posible. La idea con la coordinación previa es mantener el área libre de obstáculos y de esta forma mitigar los riesgos asociados al apilamiento de dichos residuos, así como mantener el orden y evitar algún disgusto de los vecinos.

6.2.3. Gestión de los residuos

- a) Posterior al proceso de remoción de la estructura existente, se debe realizar todo lo referente a la disposición de los residuos generados, incluyendo su debida separación para posteriormente reutilizarlos, reciclarlos o coordinar su traslado a los botaderos oficiales, y de este modo mantener el área de trabajo sin obstáculos favoreciendo el desarrollo del proyecto.

6.2.4. Excavación

- a) Las zanjas deberán ser excavadas de acuerdo con los requisitos establecidos en la en el CR-2010, específicamente en la sección CR.209. Las zanjas deben contar con un ancho suficiente para permitir el adecuado acoplamiento y pega de la tubería, la compactación de la cama de asiento y del material de relleno de la alcantarilla.
- b) La cama de asiento de la zanja deberá ser homogénea en todo lo largo y ancho de la excavación.
- c) La excavación para las alcantarillas colocadas en rellenos deberá realizarse después de que el terraplén haya sido terminado hasta una altura funcional y aprobada por el profesional encargado.
- d) Siempre que sea posible, las paredes de las zanjas deberán ser verticales.

6.2.5. Colocación de la tubería de drenaje

- a) La cama de asiento para la tubería deberá ajustarse a los alineamientos indicados en el CR-2010 con un material de granulometría adecuada para esta función.
- b) La tubería se colocará sobre la cama de asiento conformada y compactada, comenzando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales se coloquen frente a la dirección aguas arriba y las solapas o juntas longitudinales se ubiquen a los costados.
- c) La colocación de la tubería debe ser supervisada por el encargado, se debe mantener la pendiente especificada en los planos o la indicada por el profesional a cargo.
- d) Se debe realizar un sellado (solaqueado) con lechada o mortero de las juntas de los tubos de concreto, esto para evitar filtraciones y pérdida de capacidad del alcantarillado.

6.2.6. Relleno para la tubería de drenaje

- a) El material para el relleno debe colocarse en todo el ancho de la zanja y a una altura de 60 cm arriba de su parte superior, este deberá consistir en material granular. Cabe destacar que el material no debe contener material retenido en la malla de 7,5 cm de abertura.

- b) Si las juntas de las tuberías se han sellado (solaqueado) con mortero, se debe realizar el relleno, una vez el sello se haya endurecido lo suficiente para que no sea dañado en el proceso de compactación.
- c) Cuando la parte alta de la tubería está a un nivel más bajo que la parte superior de la zanja, el material de relleno con la humedad óptima deberá colocarse y compactarse en capas no mayores de 15 cm, hasta alcanzar una altura de 60 cm por arriba de la tubería.
- d) Se debe tener cuidado de compactar completamente el relleno debajo de las superficies convexas del tubo. Asimismo, deberá levantarse uniformemente en ambos lados de la tubería, en toda la longitud requerida.
- e) El material de relleno debe ser colocado y compactado hasta la profundidad total de la zanja, excepto cuando se requiera de un relleno con una proyección negativa.
- f) El ancho del relleno a cada lado de la tubería en la parte superior de la zanja deberá ser igual al doble del diámetro del tubo o de aproximadamente 4 metros, se selecciona la menor medida entre ambas.
- g) El material de relleno que se emplee en la zanja deberá satisfacer los requisitos indicados en los planos o según el criterio del profesional encargado.
- h) Una vez que se ha colocado la tubería y se ha rellenado la zanja, se debe establecer un relleno de protección de aproximadamente 1.25 m de alto sobre la tubería, esto para evitar algún daño por el paso de equipo pesado durante el proceso de construcción del pavimento.

6.2.7. Preparación de la subrasante

- a) Se debe limpiar la superficie de la obra, retirar algún material no deseado, o alguna capa vegetal.
- b) Seguidamente, se debe retirar o agregar el material necesario para dejar a nivel la subrasante, siguiendo lo estipulado en los planos.
- c) Cuando un CBR es muy bajo, menos de 4 o 5%, hay que valorar sustituir el suelo, esto para evitar que el suelo expansivo deteriore o afecte el pavimento, sobre todo si CBR da por debajo del 2%.
- d) Normalmente se especifica de un 92% a un 95% de compactación e la densidad máxima del Próctor Estándar, en suelos limo-arcillosos o de un 95% a un 100% de la densidad máxima del Próctor Modificado, para suelos granulares.
- e) Se debe conocer la resistencia del terreno, la ubicación del nivel freático, así como, determinar los niveles y pendientes de la subrasante, todo esto con el objetivo de realizar un buen pavimento.
- f) La compactación de la subrasante debe realizarse mediante el uso exclusivo de equipos mecánicos.
- g) El suelo debe tener a humedad óptima de compactación de $\pm 2\%$.

6.2.8. Colocación y compactación de la subbase

- a) Se debe consultar al profesional a cargo o revisar los planos, si es necesario la colocación de subbase, en algunos casos, se omite dicha capa para la construcción de pavimento de adoquines.
- b) Se recomienda emplear subbase de material granular cuando el pavimento va a estar sometido a cargas de tráfico pesado.
- c) El espesor recomendado para la capa de subbase se encuentra entre los 30 cm y los 60 cm, algunos casos hasta 70 cm de espesor. Se debe seguir el criterio del profesional a cargo.
- d) La subbase debe estar compuesta de material libre de materia orgánica, constituido por partículas duras y durables, como la escoria triturada, grava, roca triturada o cualquiera combinación que cumpla con la granulometría y con la normativa vigente.
- e) La subbase se debe colocar y compactar en capas no superiores a 15 cm de espesor, con la nivelación y perfil requerido en los planos.
- f) Cuando el material correspondiente a la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con equipo hasta alcanzar la densidad especificada. La compactación se realizará hasta un 95% del Próctor modificado.

6.2.9. Colocación y compactación de la base

- a) Los agregados para la base granular deben cumplir con los siguientes requisitos, de acuerdo con le CR-2010:
 - Valor de soporte mínimo, CBR de 80%.
 - LL no mayor que 35, según AASHTO T-89.
 - índice de plasticidad entre 4 y 9.
- b) El material se debe acarrear, descargar y colocar, sin que se produzca segregación o contaminación, extendiéndose de manera uniforme, para obtener la compactación y espesor requerido.
- c) Cada capa colocada debe compactarse en el ancho completo, mediante el uso de rodillos vibratorios o algún equipo aprobado.
- d) La compactación debe ir avanzando de forma gradual, de un lado hacia el centro, paralelo a la línea central del camino.
- e) La compactación debe continuar hasta alcanzar una densidad no inferior a 95% de la densidad máxima próctor modificado (ASSHTO T-180), esto para un tránsito vehicular corriente y pesado. Para áreas peatonales y accesos de vehículos livianos la densidad no debe ser menor de 97% de la densidad máxima del próctor estándar (ASSTHO T-99).
- f) La compactación final de la base granular debe verificarse mediante el ensayo AASHTO T191, T-205 o algún otro método aprobado.
- g) El espesor total de la base se construye en capas no más de 30 cm de espesor.

6.2.10. Drenaje superficial y pendientes

- a) Debe tenerse en cuenta las pendientes necesarias para evacuar las aguas superficiales.
- b) Cuando la pendiente longitudinal de la vía es de al menos 2.5%, su pendiente transversal debe ser mínimo de 2.5% y no se considera necesaria la construcción de cunetas a los costados.
- c) Cuando la pendiente longitudinal es menor de 2.5%, se deben construir cunetas a uno o ambos lados de la vía.
- d) Si la pendiente longitudinal es menor de 1%, se debe construir una cuneta de concreto a los lados y de 15 cm de espesor como mínimo.
- e) La pendiente transversal mínima, no debería ser nunca menor de 2%, esto para garantizar un buen drenaje.
- f) El espesor de las capas que conforman la superficie de pavimentada con adoquines debe ser uniforme, evitando asentamientos diferenciales, los cuales afectan la vida útil del pavimento.
- g) No debe utilizarse la cama de asiento de los adoquines para regular las pendientes.
- h) Las pendientes deben estar conformadas desde la base, de lo contrario pueden presentarse asentamientos diferenciales en la superficie pavimentada.

6.2.11. Nivelación

- a) La superficie del adoquinado debe quedar pareja y conservando los niveles estipulados en el diseño, lo cual va a generar que el sistema de drenaje funcione adecuadamente.
- b) Una manera sencilla de verificar la nivelación de la superficie sería colocar una regla de 3 m de longitud y en ningún lugar se debería de presentar luces mayores a 1 cm entre ésta y cualquier parte del adoquinado.

6.2.12. Confinamiento

- a) Se debe seleccionar la opción necesaria para realizar un confinamiento externo adecuado, de modo que se desarrolle una fuerza horizontal que genere al conjunto de adoquines una trabazón, manteniendo el patrón de colocación y logrando que los adoquines trabajen de forma conjunta.
- b) El confinamiento lateral (externo) puede generarse mediante diferentes estructuras como bordillos de concreto o de madera, cunetas, cordón de caño, muros, entre otros.
- c) Se debe construir el confinamiento externo como el interno antes de colocar la cama de asiento y los adoquines, de tal manera que ambos se coloquen dentro de una caja cuyo fondo será la base compactada y las paredes serán las estructuras de confinamiento.

- d) El confinamiento externo está conformado, en general, por el bordillo de una banqueta, un bordillo contra una zona verde o un bordillo a ras, al lado de otro tipo de pavimento. Como dichas estructuras van a recibir tránsito vehicular, se deben construir con un concreto con resistencia ($f'c$) de 280 kg/cm^2 como mínimo a los 28 días.
- e) La subrasante donde se apoyarán los bordillos deberá ser compactada con un equipo mecánico, asimismo, se debe colocarle un mortero de nivelación para el asentado de las piezas. Para bordillos que tengan cruce vehicular, se deberá construir una base del bordillo de al menos 10 cm de espesor.
- f) Si el bordillo no tiene un respaldo firme (estructura), es necesario colocar un contrafuerte de concreto con una resistencia ($f'c$) mínima de 100 kg/cm^2 .
- g) Respecto al confinamiento interno, se pueden emplear vigas de concreto armado construidas transversalmente, con un espesor mínimo de 15 cm, colocadas a nivel inferior de la cama de arena. Las mismas se deben construir si se cuentan con pendientes de 8% o más.
- h) La pendiente del pavimento va a determinar el espaciamiento que debe tener el confinamiento interno (transversal), a continuación, se muestra las distancias sugeridas según la pendiente:
 - Pendiente de entre 8% y 10%, espaciamiento entre vigas de 100 m.
 - Pendiente de 10%, espaciamiento entre vigas de 50 m.
 - Pendiente de 12%, espaciamiento entre vigas de 30 m.
 - Pendiente de 15%, espaciamiento entre vigas de 20 m.
 - Pendiente de 20% o más, espaciamiento entre vigas de 15 m.

6.2.13. Cama o base de arena

- a) La arena debe ser tamizada y luego mezclada varias veces hasta alcanzar una humedad uniforme.
- b) La arena se coloca suelta, de forma uniforme con un contenido de humedad del 5%.
- c) Para su colocación, se puede hacer uso de 3 reglas de madera o aluminio, 2 de ellas como guías y la otra se emplea para nivelar.
- d) Las guías deben colocarse paralelas, sobre la base ya nivelada y compactada y en el espacio entre ellas se riega suficiente arena suelta como para que quede un poco para ser arrastrada.
- e) La regla niveladora debe ser manipulada por dos personas desde afuera de las guías, pasándola un par de veces a lo largo, sin hacer movimientos en forma de zigzag.
- f) El espesor de la cama de asiento debe estar entre 2.5 cm y 4 cm, con arena gruesa con pocos finos, la misma debe cumplir con lo estipulado en el CR-2010.

6.2.14. Transporte de los adoquines

- a) El transporte desde la fábrica suele realizarse en estibas, cargadas en camiones.

- b) No se debe descargar el material por volteo, debido a que se desportillan los adoquines.
- c) Se almacenarán en montones trabados, de máximo 1.5 metros repartidos a lo largo de la obra.

6.2.15. Instalación de los adoquines

- a) Los patrones de colocación para tránsito vehicular son los de tipo espina de pescado a 45 grados y a 90 grados.
- b) Antes de iniciar con la colocación de los adoquines, se debe verificar el confinamiento lateral, este suele no quedar alineado a 90 grados por lo que se debe colocar hilos como referencia.
- c) Se recomienda colocar un tramo de prueba de 2 a 3 metros, lo cual permite al personal que lo está colocando poder corregir alineamientos y verificar la secuencia de colocación según el patrón establecido.
- d) El espacio entre la línea del primer hilo y el confinamiento lateral, puede ser rellenado con cortes de adoquines, y de esta forma ajustar.
- e) Si existen interrupciones en el pavimento, como cajas de registro, tragantes, jardineras, se deben colocar hilos alrededor de éstas, y de esta forma mantener el alineamiento de los adoquines.
- f) Secuencia de colocación:
 - En los tramos que se alejen de los hilos de guía, se deben formar caminos (tablas) sobre los adoquines ya colocados sin compactar y así transportar los materiales necesarios.
 - Los adoquines deben colocarse sobre la cama de asiento, y directamente donde va a ir la pieza, se debe evitar arrastrar el adoquín sobre la arena.
 - Se recomienda realizar el ajuste de los adoquines con golpes laterales, con un martillo de punto de goma o de caucho, esto se realiza cuando es necesario cerrar la junta o conservar el alineamiento.
 - Cuando hay presencia de pendientes pronunciadas, se debe colocar los adoquines de abajo hacia arriba, con la técnica de golpear y soltar.
 - De ser necesario, los adoquines se pueden cortar con un disco, donde la pieza resultante no debe ser menor a un tercio de la dimensión mayor de la pieza. Se debe cortar la pieza unos 2 mm más pequeña que el espacio requerido.

6.2.16. Sellado de juntas y compactación

- a) Si los adoquines no cuentan con elementos separadores, se recomienda que la junta no exceda los 4 mm.

- b) La compactación inicial se debe realizar inmediatamente se hayan colocado todos los adoquines y las piezas de ajuste, se realizan al menos dos pasadas con el equipo de compactación desde diferentes direcciones, recorriendo toda el área.
- c) Se recomienda que el equipo de compactación, el cual puede ser una plancha vibratoria, contenga una fuerza centrífuga de 1.350 kg a 2.270 kg y una frecuencia entre 80 y 90 Hertz.
- d) La compactación inicial y sellado deben realizarse hasta un metro antes de los extremos no confinados.
- e) Seguidamente, se coloca la arena fina para el sellado de las juntas, la cual debe cumplir con el CR-2010.
- f) Se debe esparcir la arena sobre los adoquines formando una capa delgada que no cubra totalmente los adoquines, después debe barrerse en distintas direcciones. La arena debe estar seca para poder sellar de buena manera.
- g) Por último, se realiza la compactación final, de la misma manera que se realizó la compactación inicial, se deben dar como mínimo 4 pasadas del equipo de compactación.

6.2.17. Limpieza final

- a) Antes de la entrega de la obra, el sitio debe estar limpio de todo desecho, sobrantes de materiales, estructuras provisionales, señales y mecanismos de seguridad, equipo.
- b) La zona debe dejarse en condición aceptables y bien drenada. Asimismo, se debe seguir lo estipulado en el plan de manejo de residuos o realizar la mejor gestión de residuos posible.
- c) De ser necesario se pueden tomar algunas fotografías de referencia, que permitan evidenciar la finalización y cierre del trabajo.
- d) El profesional a cargo de la obra deberá realizar la inspección de cierre, donde verifique que se cumplió con lo estipulado en los planos, y por consecuente dar el cierre del proyecto.
- e) Finalmente, se debe llenar algún documento de cierre, generalmente se utiliza una boleta de cierre de proyecto, con dicha acción se daría por terminada la obra y se puede generar su debido registro en la Municipalidad.

7. Referencias Bibliográficas

- 1) A. Leandro. *Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción. Tecnológico de Costa Rica, 2018.*
- 2) *Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica / Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. Guía para el Diseño y Construcción de Aceras en Costa Rica, diciembre 2009.*
- 3) *Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica / Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto. Guía para el Diseño y Construcción del Espacio Público en Costa Rica, 2020.*
- 4) *Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica, CFIA. Manual de Recepción de Obra Vial. Universidad de Costa Rica, 2017.*
- 5) *Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto, ICCYC. Pavimentos de Adoquines de Concreto: Daños y Correcciones más Comunes, noviembre 2013.*
- 6) *Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. Reglamento de Construcciones. Publicado en el Alcance No. 62 La Gaceta N 54 del 22 de marzo de 2018, 2018.*
- 7) *Ley 7600. Igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad y su reglamento, 1996.*
- 8) *Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes. CR-2010, agosto 2009.*
- 9) *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Reglamento General de Seguridad en Construcciones. Publicado en el Alcance Digital No. 31 de La Gaceta No. 26 el 12 de febrero de 2018, 2018.*