



DIVISIÓN DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA URBANA

LÍNEA TERMINAL CONSTRUCCIÓN

AVANCE DE TESIS

**PLANIFICACIÓN Y ANALISIS ECONÓMICO DE UNA OBRA DE
INFRAESTRUCTURA VIAL EN HERMOSILLO, SONORA**

AUTOR:
CARLOS ANDRES MARTINEZ COTA

DIRECTOR:
DR. ARTURO OJEDA DE LA CRUZ

16 DE AGOSTO DE 2021

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha podido observar en la ciudad de Hermosillo sonora que después de realizar un recarpeteo en alguna vialidad del municipio ha sido común que al poco tiempo se lleguen a realizar reparaciones en estas, generalmente provocadas por fugas en las tuberías o conexiones de gas, agua potable, etc. Tal situación genera un costo de reparación y usualmente en las reparaciones que se realizan en algunos casos persisten los problemas, lo cual facilita la filtración del agua y aumenta el deterioro de las vialidades disminuyendo así el tiempo de vida útil de estos elementos de la infraestructura. En este trabajo se pretende analizar el costo de este tipo de reparaciones y el ahorro generado si se hubieran previsto.

PERIFÉRICO ORIENTE CASI NUEVO... LE HACEN ZANJAS

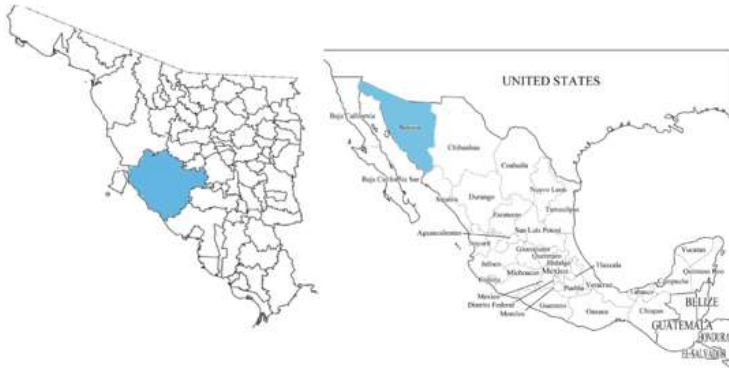
Apenas en diciembre pasado concluyeron los trabajos de rehabilitación del bulevar De los Ganaderos y ya se realizaron zanjas. Ayer se observó a trabajadores levantando el pavimento a la altura del vertedor de la presa Abelardo L. Rodríguez, por lo que fueron cerrados dos carriles.

PEPE ÁVILA/EXPRESO



Fuente: Nota de periódico Expreso donde se muestra trabajos de reparación en el periférico oriente poco tiempo después de haberlo rehabilitado

LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia



OBJETIVOS ESPECIFICOS

01

IDENTIFICAR

Identificar y recolectar la información del presupuesto y las actividades desarrolladas en los trabajos de rehabilitación del caso de estudio

02

PROPONER

Proponer un proceso constructivo similar al original para la reparación de vialidades, para estimar el costo y compararlo con el análisis del procedimiento constructivo usado originalmente en el proyecto

03

Estimar

Estimar el porcentaje de ahorro generado por el método propuesto mediante la comparativa realizada.

REVISION BIBLIOGRAFICA

ELEMENTOS DE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

- SUBBASE
- BASE HIDRAULICA
- RIEGO DE IMPREGNACION
- RIEGO DE LIGA
- CARPETA ASFALTICA

DETERIORO Y FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

- FACTORES
- FASES
- EVALUACION
- REPARACION

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

- METODO DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM
- METODO DE LA AASHTO
- METODO DE DISEÑO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO DE LOS EUA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- TUBERIA
- PROFUNDIDAD DE ZANJAS

REVISION BIBLIOGRAFICA

COSTO DIRECTO

- MATERIALES
- MANO DE OBRA
- HERRAMIENTA Y EQUIPO

COSTOS INDIRECTOS

- Gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos

- COSTO POR FINANCIAMIENTO
- CARGOS POR UTILIDAD
- CARGOS ADICIONALES



DISEÑO METODOLOGICO

Se realizará un análisis con base en los generadores presentados durante la ejecución del proyecto de rehabilitación en la calle domingo Olivares, Junto con las reparaciones realizadas a la línea de drenaje. Partiendo de estos conceptos se propuso programa de obra con las actividades de forma ordenada para no tener que realizar reparaciones y se conformará un catalogo de conceptos para cada procedimiento con su análisis de precios unitarios para su comparación.

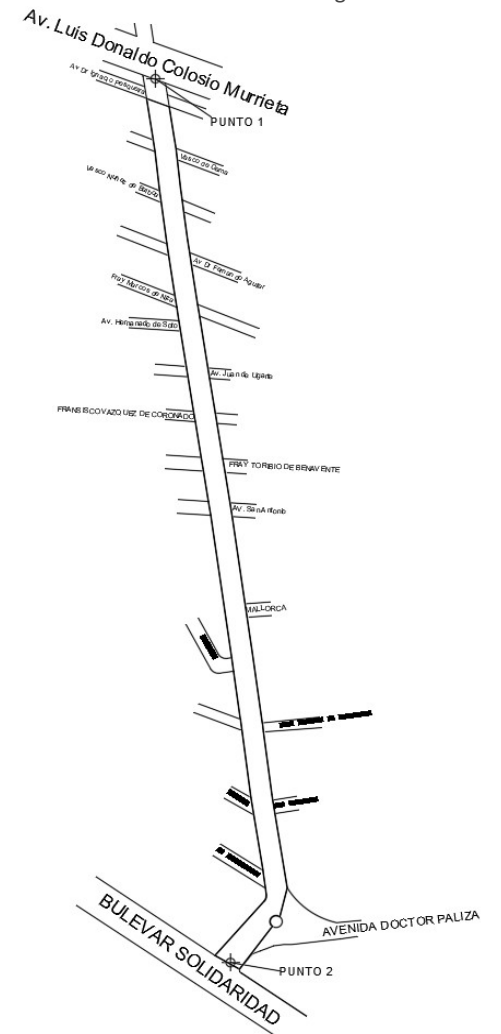
ALCANCE

El estudio se enfoca en la calle Domingo Olivares, entre el boulevard Colosio hasta el boulevard solidaridad y el análisis de los costos será en base a los generadores entregados a la dependencia encargada más el costo del daño ocasionado por la reparación de la línea de agua.

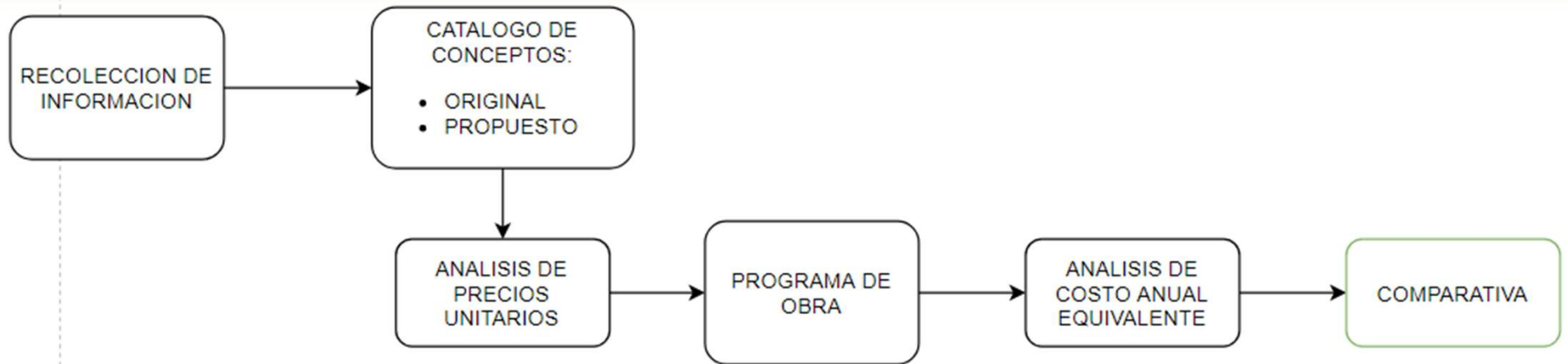


Sitio del estudio. Calle Domingo Olivares

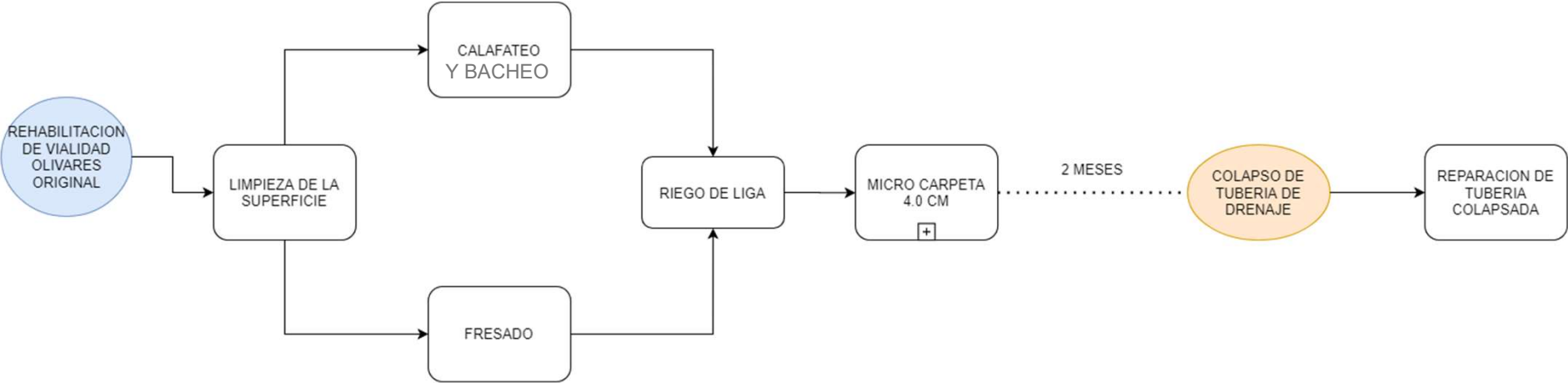
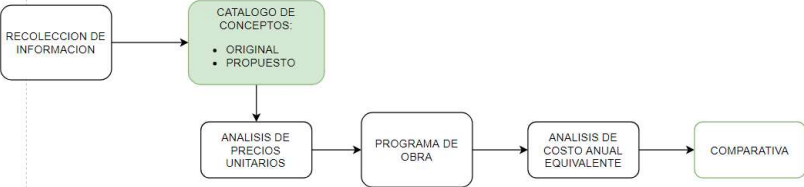
Sitio del estudio. Calle Domingo Olivares



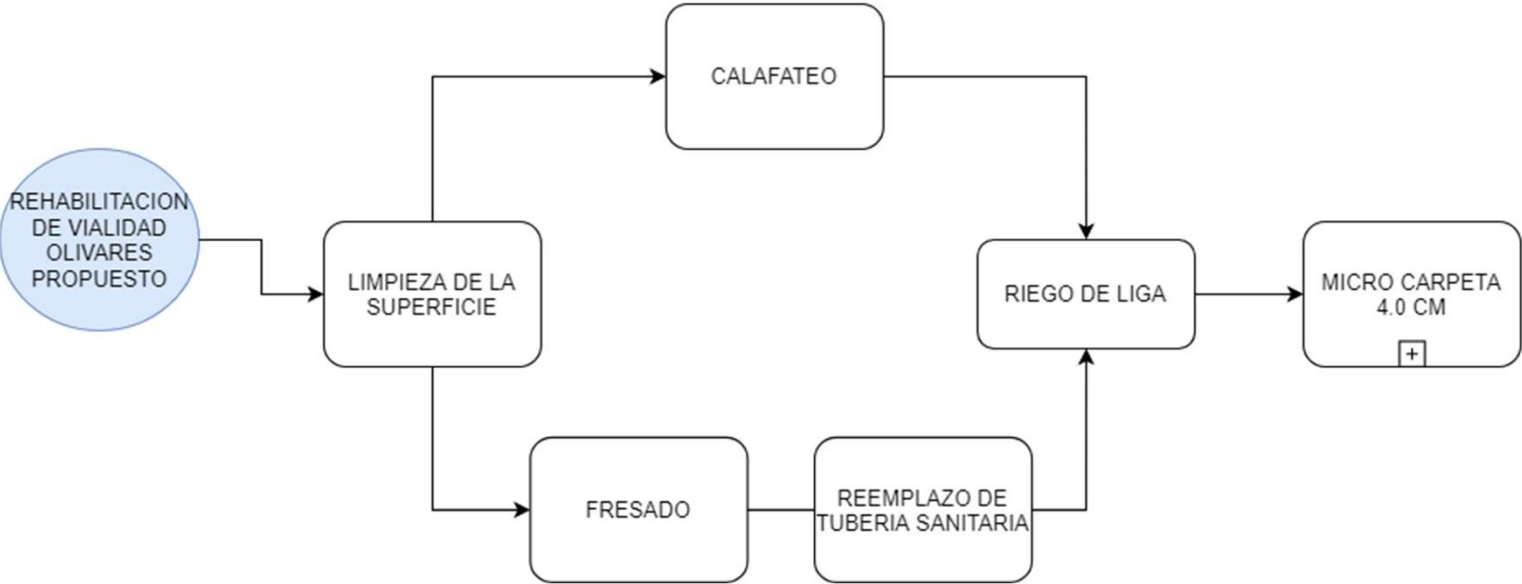
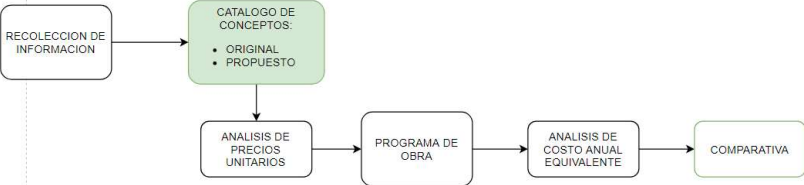
METODOLOGIA



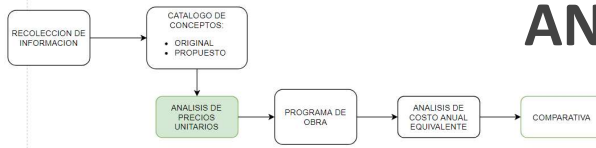
ACTIVIDADES BASICAS DEL CATALOGO DE CONCEPTOS ORIGINAL



ACTIVIDADES BASICAS DEL CATALOGO DE CONCEPTOS PROPUESTO



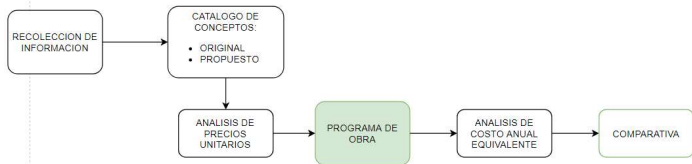
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Presupuesto normal						
Tipo	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
RED DE DRENAJE						4'497,856.64
Concepto	RL-01	CORTE CON CORTADORA DE DISCO DIAMANTADO HASTAA	ML	600.00	\$ 41.98	\$ 25,188.00
Concepto	RL-02	DEMOLICION DE CONCRETO ASFALTICO UTILIZANDO EQUIPC	M2	1,494.19	\$ 399.66	\$ 597,167.98
Concepto	RL-04	EXCAVACION CON EQUIPO MECANICO Y/O MANUAL EN MAT	M3	2,799.88	\$ 55.23	\$ 154,637.37
Concepto	RD-01	DEMOLICION DE TUBERIA DE DRENAJE EXISTENTE, CON USO	M3	9.00	\$ 356.36	\$ 3,207.24
Concepto	RD-02	PLANTILLA CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN	M3	21.00	\$ 144.06	\$ 3,025.26
Concepto	RD-03	TUBERIA PVC SANITARIA DE 24" DIAMETRO TIPO S-20, INCLU	ML	300.00	\$ 3,147.70	\$ 944,310.00
Concepto	RD-04	ACOSTILLADO DE TUBERIA CON MATERIAL PRODUCTO DE E	M3	90.00	\$ 144.06	\$ 12,965.40
Concepto	RD-05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PRODUCCTO DE EX	M3	2,649.88	\$ 181.15	\$ 480,025.76
Concepto	RD-06	BASE HIDRAULICA DE 20 CMS. DE ESPESOR FORMADA CON	M2	298.84	\$ 379.01	\$ 113,263.35
Concepto	RL-07	REGIO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA ECI-6C	M2	1,494.19	\$ 24.72	\$ 36,936.38
Concepto	RL-09	REGIO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA ECR-65 A RAZO	M2	1,494.19	\$ 12.44	\$ 18,587.72
Concepto	FP-01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MICROCARPETA DE 4.0 CM	M3	59.77	\$ 3,547.32	\$ 212,023.32

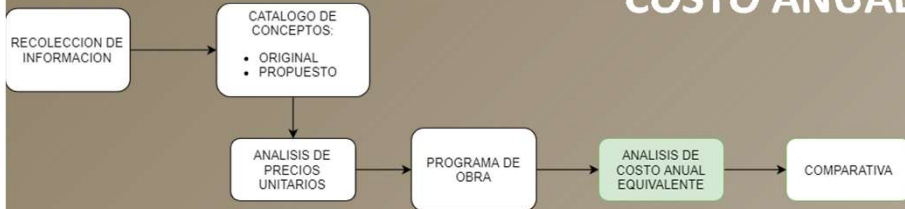
Materiales	Mano de Obra	Herramienta	Equipo	Auxiliares	Conceptos	Todos	Resumen PU	Vincular Documento
2,424.05	145.24	4.38	4.58	2.31	0.00	2,580.52	3,147.70	

Da ito	C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
	H	AEQ07	EQUIPO PARA REALIZAR PRUEBAS	HORA	0.05000	\$ 91.21	\$ 4.56
		TUBS_24	TUBERIA PVC SANITARIA DE 24" DIAMETRO TIF	TRAMO	0.16667	\$ 14,544.00	\$ 2,424.05
	X	+ CUAD08	CUADRILLA DE 1 OFICIAL PLOMERO + 1 AYUD	JOR	0.12500	\$ 1,161.89	\$ 145.24
		HER	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.03000	\$ 145.24	\$ 4.36
		+ SUMAGUA	SUMINISTRO DE AGUA EN CAMION PIPA DE 10	M3	0.02500	\$ 92.42	\$ 2.31



FORMATO:	PE-2	PROGRAMA DE MONTOS DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS									
DESCRIPCION:	CALENDARIO FINANCIERO										IMPORTE (\$)
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	FEB		
PRELIMINARES	\$ 15,919.20	\$ 46,492.95	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 62,412.15
BARRIDO DE SUPERFICIE	\$ 56,718.97	\$ 48,351.64	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 105,070.61
TAPONAMIENTO DE GRIETAS CON MORTERO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
RIEGO DE LIGA											\$ -
RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA ECR-65	\$ 33,976.80	\$ 71,458.70	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 105,435.50
CARPETA											\$ -
FRESADO Y EXTRACCION DE CARPETA ASFALTICA	\$ -	\$ 74,458.94	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 74,458.94
INFRAESTRUCTURA											\$ -
RENIVELACION DE POZOS DE VISITA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 81,815.49	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 81,815.49
RENIVELACION DE CAJAS DE VALVULAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 11,420.65	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 11,420.65
SEÑALIZACION											\$ -
PINTURA TERMOPLASTICA COLOR BLANCA	\$ -	\$ 198,916.39	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 198,916.39
PINTURA TRAFICO COLOR AMARILLA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 45,007.01	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 45,007.01
RENTA DE SEÑALAMIENTO PARA CONTROL DE OBRA	\$ 19,764.77	\$ 19,764.77	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 39,529.54
FUERA DE PRESUPUESTO											\$ -
MICROCARPETA DE 4.0 CM DE ESPESOR	\$ 541,794.53	\$ 1,139,478.72	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,681,273.25
RENIVELACION CON MORTERO ASFALTICO	\$ 166,489.08	\$ 351,630.11	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 518,119.19
VIALETAS; P.O.U.T. VIALETAS SOBRE EL PAVIMENTO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10,739.40	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10,739.40
RED DE DRENAJE											\$ -
CORTE CON CORTADORA DE DISCO DIAMANTADO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19,710.00	\$ -	\$ -	\$ 19,710.00
DEMOLICION DE CONCRETO ASFALTICO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 24,938.03	\$ -	\$ -	\$ 24,938.03
EXCAVACION CON EQUIPO MECANICO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 292,727.45	\$ -	\$ -	\$ 292,727.45
DEMOLICION DE TUBERIA DE DRENAJE EXISTENTE	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 24,427.44	\$ -	\$ -	\$ 24,427.44
PLANTILLA CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXC.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,488.10	\$ -	\$ -	\$ 3,488.10
TUBERIA PVC SANITARIA DE 24" DIAMETRO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 565,936.20	\$ 377,290.80	\$ -	\$ 943,227.00
ACOSTILLADO DE TUBERIA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 14,184.00	\$ -	\$ 14,184.00
RELLENO COMPACTADO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 516,991.59	\$ -	\$ 516,991.59
BASE HIDRAULICA DE 20 CMS. DE ESPESOR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110,600.68	\$ -	\$ 110,600.68
RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 28,778.10	\$ -	\$ 28,778.10
RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12,820.15	\$ -	\$ 12,820.15
MICROCARPETA DE 4.0 CM DE ESPESOR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 204,438.50	\$ -	\$ 204,438.50
TOTALES DE ESTA HOJA:	\$ 834,663.35	\$ 1,950,552.22	\$ 10,739.40	\$ 138,243.15	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 931,227.22	\$ 1,265,103.82	\$ 5,130,529.16	
ACUMULADOS HASTA ESTA HOJA:	\$ 834,663.35	\$ 2,785,215.57	\$ 2,795,954.97	\$ 2,934,198.12	\$ 2,934,198.12	\$ 2,934,198.12	\$ 2,934,198.12	\$ 3,865,425.34	\$ 5,130,529.16		
PORCENTAJE DE AVANCE FINANCIERO:	16.3%	38.0%	0.2%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	24.7%	100%	

COSTO ANUAL EQUIVALENTE



PROPUESTA								
	MES1	MES 2	MES3	MES4	MES5	MES6	MES7	MES8
Valor del bien								
Costo Operacion y Mantenimiento	-1,317,991	-2,653,796	-10,198	-95,093	-1,799,297			
Valor residual								
FLUJO DE CAJA	-1,317,991	-2,653,796	-10,198	-95,093	-1,799,297	0	0	0
VALOR ACTUALIZADO	-5,838,394							
CAE	-44,731							
PROYECTO ORIGINAL								
	MES1	MES 2	MES3	MES4	MES5	MES6	MES7	MES8
Valor del bien								
Costo Operacion y Mantenimiento	-1,317,991	-2,653,796	-10,198	-95,093	0	0	-1,503,124	-1,300,824
Valor residual								
FLUJO DE CAJA	-1,317,991	-2,653,796	-10,198	-95,093	0	0	-1,503,124	-1,300,824
VALOR ACTUALIZADO	-6,802,562							
CAE	-52,118							

COSTO ANUAL EQUIVALENTE (CAE)

COSTO MENSUAL	PROYECTO ORIGINAL	PROYECTO PROPUESTO
MES 1	\$ 1,317,991.06	\$ 1,317,991.06
MES 2	\$ 2,653,796.49	\$ 2,653,796.49
MES 3	\$ 10,197.60	\$ 10,197.60
MES 4	\$ 95,092.72	\$ 95,092.72
MES 5		\$ 1,799,297.42
MES 6		
MES 7	\$ 1,503,124.00	
MES 8	\$ 1,300,823.66	
MES 9		
VIDA UTIL (MESES)	180	180
Valor residual	-	-
TASA DE INTERES	0.3769%	0.3769%
RESUMEN:		
CAE	52,118	44,731
INCREMENTO EN COSTOS		117%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AUMENTO EN COSTO 17%

Considerando el mismo tiempo de vida útil, se obtuvo como resultado un costo mensual del proyecto original de 52,155 pesos m.n. mientras que en el proyecto propuesto se tuvo un costo de 44,731 pesos m.n. lo que representa un incremento de 17%.

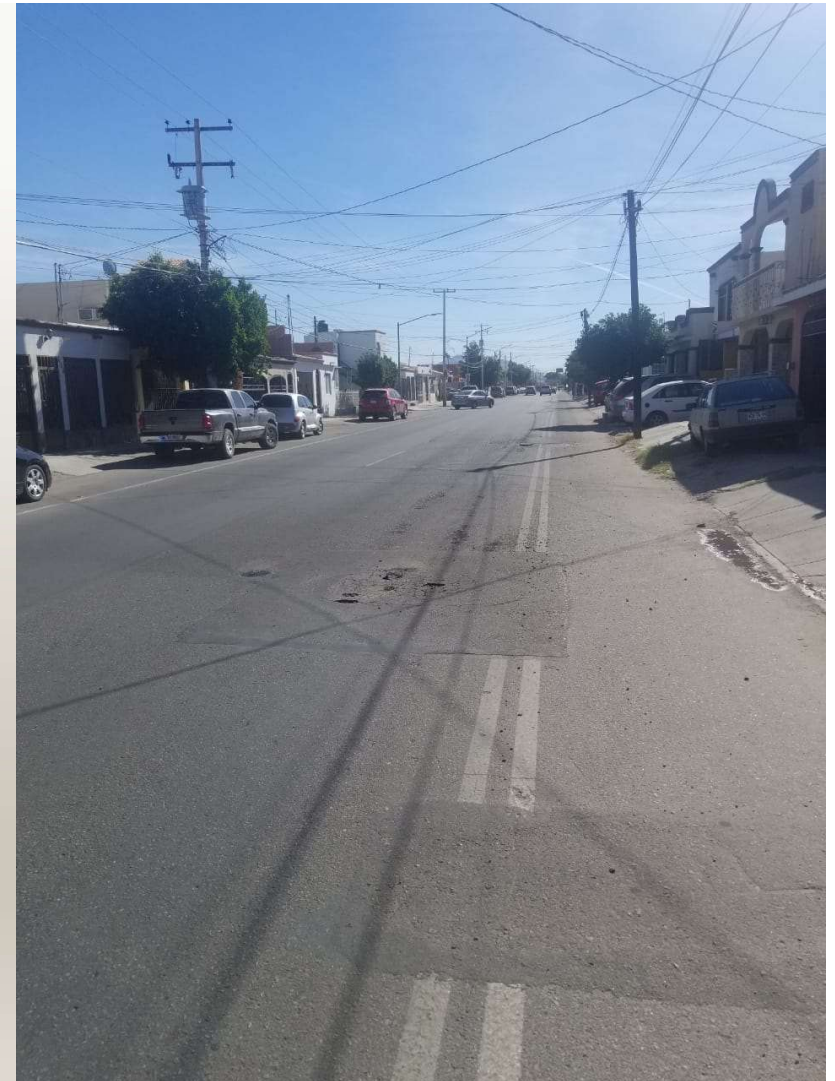
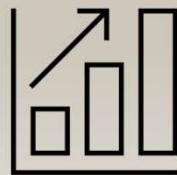
AUMENTO EN COSTO 52%

Tomando en cuenta las variaciones en los periodos de vida útil mencionadas anteriormente de un 30% se obtienen los resultados presentados en la figura 4.2, al considerar la variación en los periodos de vida útil se obtiene un incremento en los costos del proyecto de un 52%.

COSTO ANUAL EQUIVALENTE (CAE)		
COSTO MENSUAL	PROYECTO ORIGINAL	PROYECTO PROPUESTO
MES 1	\$ 1,317,991.06	\$ 1,317,991.06
MES 2	\$ 2,653,796.49	\$ 2,653,796.49
MES 3	\$ 10,197.60	\$ 10,197.60
MES 4	\$ 95,092.72	\$ 95,092.72
MES 5		\$ 1,799,297.42
MES 6		
MES 7	\$ 1,503,124.00	
MES 8	\$ 1,300,823.66	
MES 9		
VIDA UTIL (MESES)	126	180
Valor residual	-	-
TASA DE INTERES	0.3769%	0.3769%
RESUMEN:		
	PROYECTO ORIGINAL	PROYECTO PROPUESTO
CAE	67,919	44,731
INCREMENTO EN COSTOS		152%

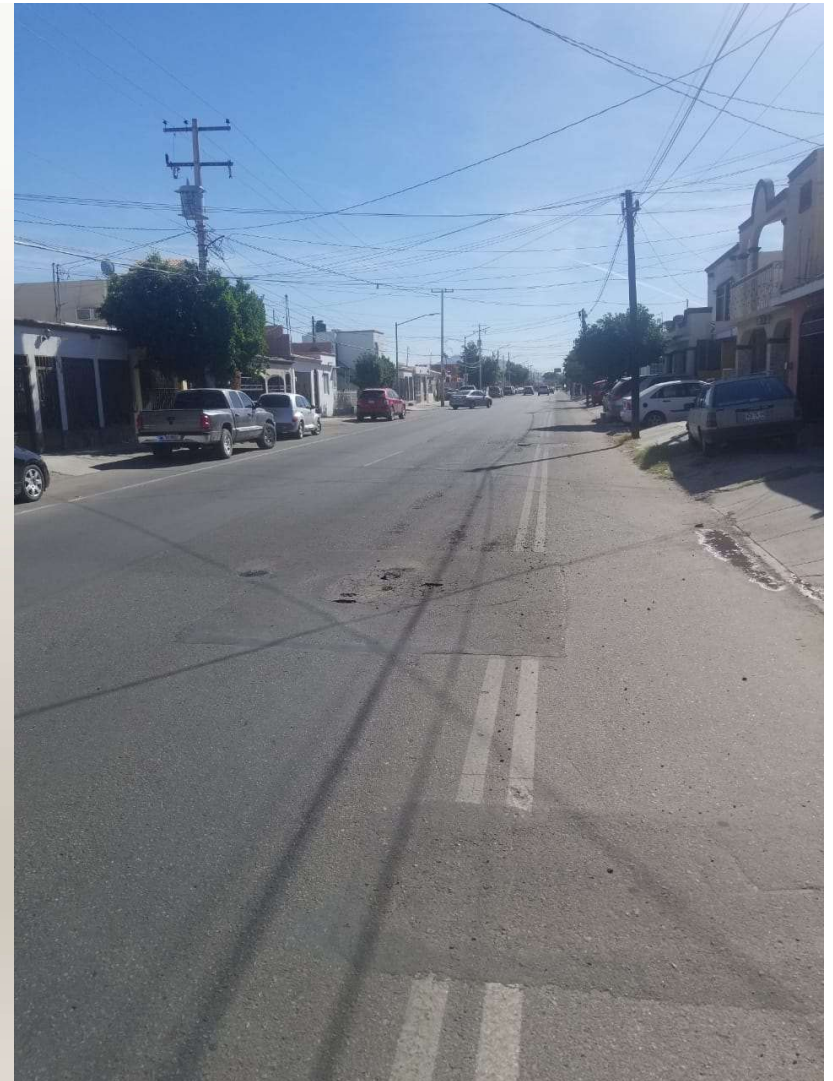
CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio permitió evaluar el costo de los trabajos de rehabilitación realizados en la calle Domingo Olivares en cuestión, en cual se logró en primera instancia recolectar la información de las actividades ejecutadas en los trabajos de rehabilitación en el caso de estudio, con base a esta información se propuso un proceso constructivo que integraba a la infraestructura de pavimento y a la infraestructura sanitaria el cual presento un decremento en los costos y se pudo obtener el porcentaje de ahorro generado al tener consideradas ambas áreas de construcción en el programa de obra.



RECOMENDACIONES

Se recomienda sería un Sistema de gestión de la estructura vial de la ciudad que considere la infraestructura construida de agua potable y alcantarillado, así como de telefonía, eléctrica, gas e instalaciones subterráneas. Esto permitirá tener un mejor control de los trabajos para que estos se realicen de manera coordinada y se genere un ahorro el cual se podría invertir en otra área que lo necesite. Otra ventaja del Sistema de gestión sería poder tener una referencia para seleccionar las calles que necesiten reparaciones, en lugar de seleccionarlas de una manera arbitraria y así tener un control de cuándo y cuánto costaría y en qué momento repararse.



REFERENCIAS

1. Araya K., T. E. (2010). Calibración de los modelos de grietas y baches de pavimentos flexibles del programa hdm-4 para el salvador. El Salvador: Universidad de el Salvador.
2. Banco Mundial. (1988). El deterioro de los Caminos en los Países en Desarrollo- Causas y Soluciones. Washington, D.C.: Banco Mundial.
3. Betanzo Quezada E., Z. P. (2008). El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas: El caso de la Zona Metropolitana de. Ingeniería, 67-75.
4. CNA. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales .
5. IMPLAN. (2016). Programa de desarrollo metropolitano de hermosillo. Hermosillo, Sonora.
6. Marcelo, A. (2015). Ventajas comparativas entre pavimentos de concreto y pavimentos de asfalto. Obtenido de <http://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto>
7. Marcus, W. B. (1998). Economic Report: Estimated Costs of Accelerated Repaving Required as a Result of Utility Excavation in San Fransisco Streets. Sacramento, CA.
8. Montañez Tupayachi, A. (2018). Sistema de gestión de mantenimiento vial para las vías urbanas de la ciudad del Cusco - caso estudio Av. De la Cultura. Universidad Peruana de.
9. Rico A., T. G. (1998). Pavimentos flexibles. Problemática, metodologías de diseño y tendencias. Publicación técnica No. 104, 145.
10. RLOPSRM. (2010). Reglamento de la ley de obras publicas y servicios relacionados con las mismas. Ciudad de México.
11. Robles, M. L. (21 de Diciembre de 2019). el imparcial. Obtenido de <https://www.elimparcial.com/sonora/hermosillo/Aprueban-Presupuesto-de-Egresos-2020-vialidades-e-infraestructura-seran-prioridad-20191221-0065.html>
12. Robles, M. L. (25 de Septiembre de 2019). El Imparcial. Obtenido de <https://www.elimparcial.com/sonora/hermosillo/Hermosillenses-se-quejan-de-los-baches--20190925-0009.html>
13. S. Tigue, M. K. (2002). User cost savings in eliminating pavement excavations throuh employing trenchless technologies. Canadian Journal of Civil Engineering, 751-761.
14. SCT. (2011). Subbases y Bases. N-CTR-CAR-1-04-002-11.
15. SCT. (2014). Carpetas Asfálticas con Mezcla en Caliente . N-CTR-CAR-1-04-006-14.
16. SCT. (2015). Riegos de Impregnación. N-CTR-CAR-1-04-004-15.
17. SCT. (2015). Riegos de Liga. N-CTR-CAR-1-04-005-15.
18. SCT. (2018). Determinación de los deterioros superficiales de los pavimentos (DET). N CSV CAR 1 03 008/18, 15.
19. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2014). Guía de procedimientos y técnicas para la conservación de carreteras en México 2014. México D.F: Dirección General de Servicios Técnicos.