



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN - MANAGUA



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
INGENIERÍA CIVIL**

Seminario de Graduación

**Tema: Mejoramiento vial de calles y caminos rurales del
Municipio de Managua.**

**Subtema: Propuesta de mejoramiento vial con concreto hidráulico
de 366 metros lineales del camino de acceso de la comarca San
José de la Cañada, Distrito-III del Municipio de Managua.**

Elaborado por:

Br. Raymundo Flores Borge

Br. William Manuel Solís Dávila

Revisado:

Ing. Carlos Zepeda Navarrete

Managua – Nicaragua

Mayo del 2020

Contenido

Dedicatoria:	4
Agradecimiento:	5
Resumen:	6
1. Introducción:	7
2. Antecedentes:	8
3. Justificación:	10
4. Objetivos:	12
4.1. Objetivo General:	12
4.2. Objetivo Específico:	12
5. Desarrollo del Subtema:	13
5.1. Datos del sitio de estudio:	13
5.2. Conceptualización:	17
5.3. Ensayos de laboratorio de suelo.....	22
6. Metodología Aplicada	23
6.1. Metodología de Perforación.....	23
6.2. Diseño de pavimento rígido (pavimento de concreto).....	28
6.3. Método de Diseño	29
6.4. Estimación de las Cargas de Diseño.....	29
6.5. Coeficiente de Drenaje para Pavimento Rígido (Cd)	31
6.6. Métodos de Cálculo para el Diseño de Espesores de Pavimento	33
6.7. Ejes equivalentes acumulados en el período de diseño (W_{T18})	34
6.8. Espesores de la estructura de pavimento	37
7. Especificaciones Técnicas	39
7.1. Limpieza inicial:	40
7.2. Rotulo:	40
7.3. Trazo y Nivelación:.....	41
7.4. Movimiento de tierra:	42
7.5. Excavación:	44
7.6. Base:	45
7.7. Capas de Agregados Tratados:	47
7.8. Requisitos para la Construcción:	47
7.9. Revoltura	48
7.10. Colocación, Compactación y Acabado:.....	48
7.11. Juntas de Construcción:.....	49
7.12. Curado:	49
7.13. Aceptación:.....	49
7.14. Método de Medición:.....	50
7.15. Base para el Pago:.....	50
7.16. Pavimento de concreto de cemento hidráulico:	51
7.17. Losas de concreto hidráulico para el rodamiento:	51



7.18. Materiales:.....	53
8. Presupuesto:.....	69
9. Conclusiones:.....	73
10. Recomendaciones:.....	74
11. Bibliografía:.....	76
12. Anexos:.....	77

Dedicatoria:

Dedicamos este trabajo en primer lugar a nuestro Dios por darnos la oportunidad de darnos salud, sabiduría y entendimiento, durante estos años para concretar nuestra meta y objetivos para llegar a culminar nuestra carrera profesional.

A nuestra familia por el apoyo incondicional que es nuestro motor para seguir a adelante para un futuro mejor para nuestros hijos.

A nuestros maestros por su enseñanza en la ciencia de la ingeniería con voluntad y entrega pedagógica profesionalmente.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, que nos brindó la oportunidad de la educación superior en especial a la facultad de Ciencias de la Ingeniería, por brindarnos el apoyo académico para obstar a un título profesional y formar parte de los profesionales que aporten un granito de arena para el desarrollo de nuestro país.

Agradecimiento:

Agradecemos en primer lugar a Dios nuestro señor Jesucristo por darnos la oportunidad de culminar este trabajo investigativo e iluminarlos para entender que con esfuerzo y perseverancia se logran los objetivos y metas.

De manera especial agradecemos al Gobierno Nacional de Reconciliación y Unidad Nacional, porque nos ha facilitado la capacitación y profesionalización a través de sus distintos órganos de aplicación como SINACAM, sabemos que este esfuerzo ha sido con el objetivo de que brindemos una mejor atención profesional con calidad y calidez humana a la población.

De la misma manera agradecemos a todos los docentes profesionales que nos impartieron las clases durante el periodo de estos años de formación profesional de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

A nuestro tutor Ing. Carlos Zepeda Navarrete, que no brindo gran apoyo y ayuda incondicional para la conclusión de este tema investigativo.

A nuestro coordinador Ing. Mario Guido, por su atención y seguimiento en el camino durante estos cuatro años para finiquitar nuestra carrera de ingeniería civil de profesionalización.

Resumen:

La presente investigación fue desarrollada en la comarca San José de la Cañada del Distrito-III del Municipio de Managua, delegación Distrital III es la responsable de desarrollar proyectos de desarrollo humano en beneficio de la población.

Se ha identificado el problema en la comarca San José de la Cañada en el Distrito III del Municipio de Managua, puntualizado en el acceso principal del Colegio Alemán Nicaragüense 500 metros al oeste camino de tierra intersección conocido como Pata de Pollo, cabe mencionar que el tramo de estudio es de 366 metros de longitud que son los afectados mayormente causado en épocas de lluvias dejando incomunicadas a las familias sin poder transitar en vehículos, caponeras y carretas de caballo.

El resultado de la investigación es la propuesta de revestimiento de 366 metros de carpeta de rodamiento con concreto hidráulico simple MR-36 con bordillo integrado y obras de protección.

1. Introducción:

La Municipalidad de Managua, es la encargada de la construcción de la infraestructura vial de la ciudad, en esfuerzos conjuntos con el gobierno central, para mejorar la efectividad, aspirando a un desarrollo de la infraestructura vial, de acuerdo al desarrollo progresivo de manera dinámica, suficientemente segura y garantizando el desplazamiento vehicular de sus habitantes fortalecidos en una cultura vial sostenida en el tiempo.

El Plan Calles para el Pueblo impulsado por el gobierno a través de la municipalidad de Managua, el revestimiento con concreto hidráulico en estos puntos vulnerables; El cual pertenece al plan denominado PIA (Plan de Inversión Anual), ejecutado por la Alcaldía de Managua anualmente para mejorar la calidad de vida de los habitantes, específicamente en el distrito III de Managua.

En este caso el proyecto fue aprobado para la comarca San José de la Cañada que se ubica en el kilómetro 12.5 Carretera Sur, 2 km al Oeste. Habitan unas 292 familias aproximadamente y el 50% de ellas se dedican al trabajo de la agricultura lo que indica que la mayor parte de las familias dependen de la producción de vegetales que son trasladados en camioneta y carretas de caballos hacia los mercados populares y pulperías cercanas.

La vía más importante y única para transportar es de tierra por lo tanto es más vulnerable en épocas de lluvias y esto genera cambios significativos en el camino como; baches, acumulación de sedimentos y escorrentías de aguas pluviales, quedando el camino inaccesible para el tránsito de vehículos.

Por tal motivo se propone la ejecución en el Plan de Inversiones Anual, PIA-2020, el proyecto solucionará la problemática expuesta de los habitantes de la comarca San José de la Cañada cumpliendo con las obras anuales para un mejor desarrollo de la economía de las familias.

2. Antecedentes:

El Incyc (Instituto Nicaragüense de Concreto y Cemento) ha realizado varios estudios y análisis, con el fin de proponer a las autoridades gubernamentales que poco a poco se vaya cambiando la matriz vial, de asfalto o adoquín a concreto, porque así las ventajas para el país incrementarían. (Nuevo Diarió, 2012)

En el municipio de Managua el 70% de las calles de las comarcas son de tierra debido a que la mayoría son caminos cauces donde circulan una cantidad de escorrentías pluviales considerables, lo que genera inundaciones, deterioro de los caminos e incomunicación entre la comarca y la vía principal, provocando la no transitividad y deterioro de los vehículos de los pobladores que circulan en ellas. (ALMA, 2012)

Se ejecutó el proyecto “Mejoramiento de Calles con Concreto Hidráulico en Barrios de Managua año 2012”, en Plan Calles para el Pueblo impulsado por el Gobierno Central y la Municipalidad, se ejecutó 8,135 metros en 15 calles y avenidas equivalentes 97 cuadras. (ALMA, 2012)

Asimismo, se revistieron con concreto hidráulicos caminos comarcales que sirven de vías alternas para descongestionar carretera a Masaya; Camino a los Vanegas (Tramo: Entrada a los Vanegas – Colegio Pablo Antonio Cuadra – Cuatro Esquina) y El Camino a Las Jagüitas (Tramo: Campo Deportivo Las Jagüitas – Cuatro Esquinas). (ALMA, 2018)

Se ejecutó el proyecto Prolongación Pista Larreynaga II-Etapa, entre los años 2015-2016 un tramo comprendido entre el mercado Mayoreo hasta cauce El Borbollón, sector noroeste de la urbanización Ciudad Belén con una longitud de 4,274 metros, se construyeron dos calzadas revestidas con concreto premezclado cada una con dos carriles separadas por boulevard. (ALMA, 2018)

Asimismo, fue construida La Pista Xolotlán entre los años 2015 y 2016 con el propósito de facilitar el acceso al centro recreativo y turístico en el Paseo Xolotlán, Puerto Salvador Allende y al Centro Histórico desde la Carretera Norte, con el financiamiento de la Cooperación Taiwanesa y contrapartida de la Municipalidad. Tiene una longitud de 904 metros con dos calzadas revestidas con concreto premezclado.

Entre los años 2014 al 2017 se construyó la Vía Alternativa Managua con una longitud 5,669 metros, la cual fue financiada con fondos de Cooperación Japonesa y contrapartida de Alcaldía de Managua. (ALMA, 2018)

3. Justificación:

Managua cuenta con una red vial de **2,343.53** kilómetros, la mayoría están revestidas con diferentes tipos de carpetas de rodamiento, **647.54** kilómetros de tierra (sin ningún tipo de revestimiento), **369.63** kilómetros son adoquinadas y **783.71** kilómetros de revestida con carpeta asfáltica, en estos últimos años se ha implementado tratamiento superficial de **276.07** kilómetros revestidos, **266.58** kilómetros de concreto hidráulico. (Inventario Vial de la Red Vial del Municipio de Managua , 2017)

La Alcaldía de Managua es la entidad encargada del desarrollo de la infraestructura red vial, encontrándose con 647,540 metros de calles de tierra equivalente a un 28%, consciente de la importancia para el desarrollo económico local y nacional que tiene la infraestructura vial.

La municipalidad tiene en sus prioridades de revestimiento de calles, avenidas y camino rurales donde circula el transporte urbano colectivo y selectivo, así como el tráfico particular que a diario se desplaza por dichas vías, mejorando así la calidad de vida de sus pobladores.

Al realizar revestimiento de calle con carpeta de rodamiento de concreto hidráulico se evitaría la erosión del suelo y acumulación de sedimentos, los pobladores se transportarían fácilmente en corto tiempo y elevaría la economía de los productores ya que se les facilita el traslado de los productos, de igual forma tener mayor acceso en temporadas de invierno o en verano.

En la comarca San José de la Cañada, cuenta con un camino de 2.48 km equivalente a 2,480 metros de longitud total, están revestido actualmente con diferentes tipos de carpeta de rodamiento de cuales 191 metros revestido de carpeta de asfáltica, 696 metros de carpeta de adoquín, 292 de concreto

hidráulico y en estado natural de tierra 1,301 metros de los cuales el tramo afectado directamente es 400 metros por aguas pluviales.

Los principales afectados son las familias de la comarca, siendo protagonistas directos 716 hombres y 746 mujeres, evitando el tránsito hacia la vía principal, adicional el 50% de las familias trabajan de la producción de vegetales que trasladan hacia los mercados y que se ven afectados por las lluvias.

Factores que limitan la calidad de vida de los habitantes de la comarca y que principalmente no permite la regularidad de comercialización de los productos que son el principal sustento de las familias.

Debido a las escorrentías pluviales que drenan superficialmente en el camino principal de tierra en la comarca San José de la Cañada afecta directamente al acceso vial principal del tramo de 366 metros lineales hasta conectar con vías alternas revestidas de rampas de concreto hidráulicas y adoquinadas existente en el camino.

Tabla No.1, Red Vial del Municipio de Managua

ALCALDÍA DE MANAGUA							
RED VIAL DEL MUNICIPIO DE MANAGUA AÑO 2017							
CLASIFICACIÓN DE CALLES POR EL TIPO DE REVESTIMIENTO							
DISTRITOS	REVESTIDAS (KM)					SIN REVESTIR	LONGITUD TOTAL (KM)
	ASFALTO	TRATAMIENTO SUPERFICIAL	ADOQUINADO	CONCRETO HIDRÁULICO	TOTAL (KM)		
I	209.46	74.33	52.36	30.58	366.73	77.03	443.76
II	95.89	61.45	47.20	17.77	222.31	14.23	236.54
III	96.44	34.34	76.55	24.91	232.24	163.20	395.44
IV	106.24	15.98	67.63	7.04	196.89	8.38	205.27
V	125.57	35.84	70.29	48.51	280.21	108.37	388.58
VI	89.13	20.76	40.01	59.59	209.49	144.65	354.14
VII	60.98	33.37	15.59	78.18	188.12	131.68	319.80
TOTAL	783.71	276.07	369.63	266.58	1,695.99	647.54	2,343.53

Fuente: Departamento de Formulación y Evaluación de Proyecto, ALMA

4. Objetivos:

4.1. Objetivo General:

Evaluar propuesta del mejoramiento vial de 366 metros lineales con concreto hidráulico del camino acceso principal de la comarca San José de las Cañadas en el Distrito-III del Municipio de Managua.

4.2. Objetivo Específico:

1. Evaluar las condiciones topográficas e hidráulicas existentes en el tramo de camino de acceso a la comarca San José de las Cañadas en el Distrito-III del Municipio de Managua.
2. Proponer el tipo de revestimiento de 366 metros lineales de concreto hidráulico para mejorar el camino de acceso de la comarca.
3. Justificar técnicamente el tipo de revestimiento hidráulico a utilizar para la ejecución del proyecto planteado.
4. Elaborar estructura de costos de presupuesto para la ejecución del proyecto.

5. Desarrollo del Subtema:

5.1. Datos del sitio de estudio:

❖ Ubicación y extensión:

El municipio de Managua pertenece al departamento de Managua y se encuentra localizado en el occidente de Nicaragua. En términos de población y extensión geográfica esta es la ciudad más grande del país. Está ubicada entre los meridianos 86° y 40' y 86° 16' de longitud oeste y los paralelos 12° 7' y 110° 43' de latitud norte.

Limita al norte con el lago Xolotlán o lago de Managua; al sur con los municipios El Crucero y los municipios Ticuantepe y Nindirí, al este con los municipios de Tipitapa, y al oeste con los municipios de Ciudad Sandino y Villa Carlos Fonseca.

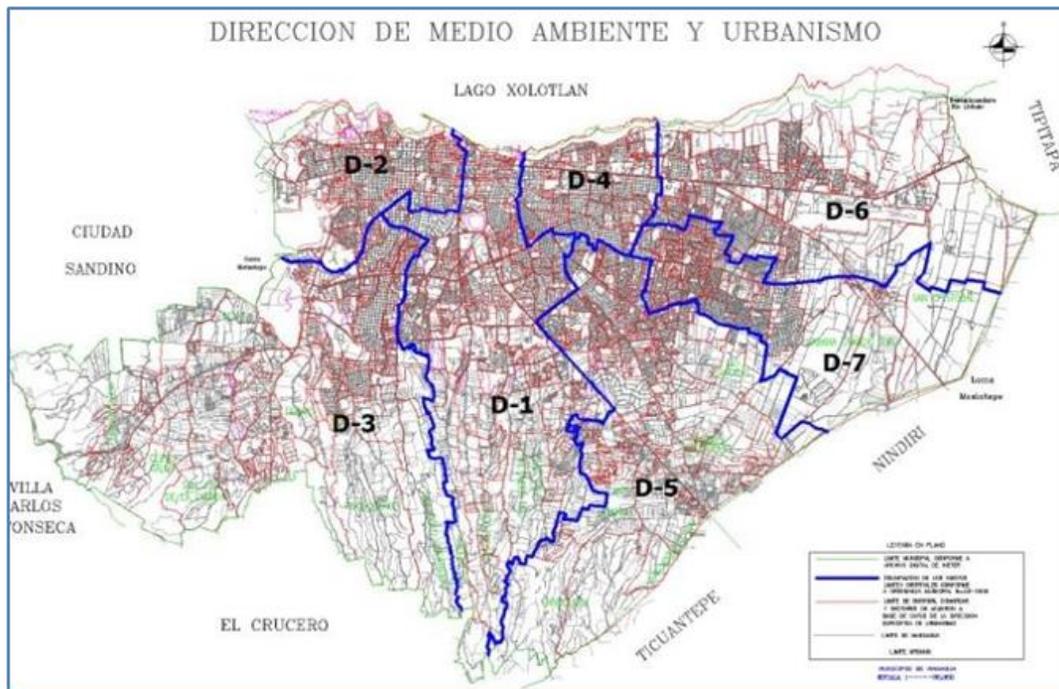
El Municipio de Managua posee una superficie territorial de 273 km², al conformarse los Municipios de Ciudad Sandino y El Crucero.

Conforme Ordenanza Municipal N° 03-2009, en el 2009 se redefinieron los límites distritales, creándose dos nuevos territorios (1 y 7), con objetivo final de reorganizar y modificar la estructura político y administrativa del Municipio, garantizando mayor equilibrio en su tamaño y en densidad poblacional. (ALMA, 2013)

El municipio de Managua es uno de los más vulnerables de Centroamérica, se encuentra afectado por fallas geológicas locales que representan mayores riesgos por actividad sísmica.

Afectaciones por escorrentías superficiales de las aguas de lluvias que drenan desde las Sierras de Managua, a través de la cuenca Sur hacia el Lago Xolotlán, lo que provoca problemas de inundación y sedimentación en las partes bajas de esta cuenca. El manejo adecuado de la cuenca Sur, en su conjunto trasciende el nivel municipal y requiere ser compartido y coordinado entre los municipios involucrados.

Imagen No.1 Plano de Macro localización del Municipio de Managua



Fuente: Dirección de Medio Ambiente y Urbanismo, ALMA

El Municipio de Managua, centro urbano principal del país, concentra en su territorio el 28.9% de la población nacional.

De acuerdo a estimaciones de esta municipalidad para el año 2016, Managua posee **1, 495,385** habitantes, distribuidos en los siete distritos del Municipio.

Tabla No.2, Distribución de Población por Distritos

Distrito	Población	Porcentaje
Distrito I	218,252	14.60%
Distrito II	164,254	10.98%
Distrito III	233,456	15.61%
Distrito IV	163,966	10.96%
Distrito V	230,758	15.43%
Distrito VI	236,939	15.84%
Distrito VII	247,760	16.57%
Total	1,495,385	100.00%

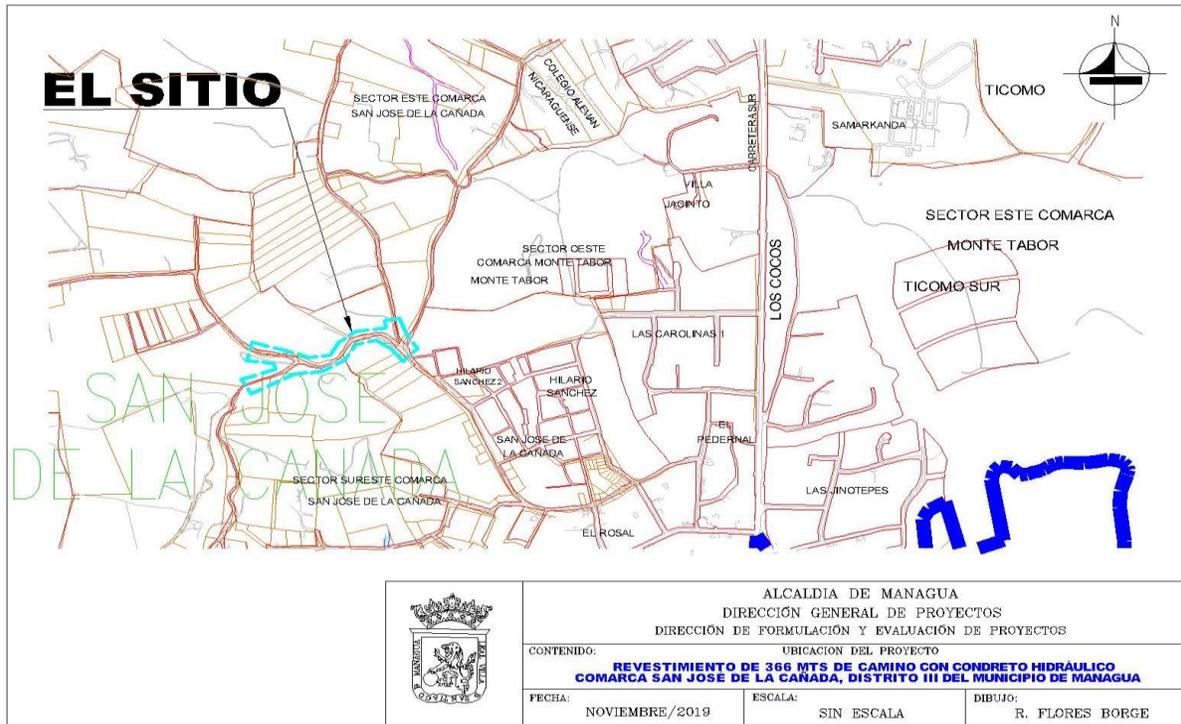
Fuente: ALMA y Estimaciones JICA-PDUM, 2016.

La investigación fue realizada en la Comarca San José de la Cañada en Mangua en el Distrito-III. La población de la comarca es de 1,462 habitantes y 292 familias. El área de afectación se encuentra ubicada en la Carretera Sur kilómetro 12.5, 2 kilómetros al Oeste.

La comarca cuenta con un camino de 2.48 km equivalente a 2,480 metros de longitud total, están revestido actualmente con diferentes tipos de carpeta de rodamiento de cuales 191 metros revestido de carpeta de asfáltica, 696 metros de carpeta de adoquín, 292 de concreto hidráulico y en estado natural de tierra 1,301 metros de los cuales el tramo afectado conocido como “Pata de Pollo” directamente es 366 metros por aguas pluviales.

Los principales afectados son las familias de la comarca, siendo protagonistas directos 716 hombres y 746 mujeres, evitando el tránsito hacia la vía principal, adicional el 50% de las familias trabajan de la producción de vegetales que trasladan hacia los mercados y que se ven afectados por las lluvias.

Imagen No.2 Plano de Micro localización del Municipio de Managua



Fuente: Dirección de Formulación de Proyecto, ALMA

Factores que limitan la calidad de vida de los habitantes de la comarca y que principalmente no permite la regularidad de comercialización de los productos que son el principal sustento de las familias.

Debido a las escorrentías pluviales que drenan superficialmente en el camino afecta directamente al acceso vial principal del tramo de 366 metros lineales hasta conectar con vías alternas revestidas de rampas de concreto hidráulicas y adoquinadas existente en el camino.

5.2. Conceptualización:

❖ **Concreto:**

Es la mezcla de cemento, arena, piedra y agua. La cantidad de cada uno de estos materiales dependerá de la resistencia que se quiera lograr, la cual se indica en los planos con el símbolo $f'c$.

❖ **Concreto hidráulico:**

Es una mezcla de cemento, agua, arena, grava, y en algunos casos se utiliza aditivos. Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por la duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía.

❖ **Vía:**

Es el espacio destinado al paso de personas o vehículos que van de un lugar a otro. También puede utilizarse como sinónimo de calles, rúa, pasaje, alameda, sendero paseo o avenida, también se caracterizan por cortadas por el cruce de otra vía o por su finalización en algún límite físico.

❖ **Topografía:**

Es la que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen como objeto la representación gráfica de la superficie terrestre con sus formas y detalles tanto como naturales como artificiales.

❖ **Planimetría:**

Es el conjunto de trabajo efectuado en el campo para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

❖ **Altimetría:**

Son los trabajos necesarios necesario para representar sobre el plano vertical la tercera dimensión sobre el terreno definiendo la diferencia de niveles existente entre los puntos de un terreno o construcción, para ellos es necesario medir distancias verticales ya sea directas e indirectas en base de un banco de marcas o punto de referencia y a todo este procedimiento se le llama nivelación.

❖ **Revestimiento:**

Es la acción y efecto de revestir (cubrir, disfrazar, simular). El concepto se utiliza para renombra a la cubierta o capa que permite decorar o proteger una superficie.

❖ **Mezclado, colocación y manipulación del Concreto Hidráulico.**

El concretó hidráulico debe mezclarse completamente en una mezcladora o manualmente hasta que adquiera una apariencia uniforme. Entre las mezcladoras mecánicas incluye las mescladoras a pie de obra y las mezcladoras centrales en las plantas de fabricación de concreto premezclado.

❖ **Mezclado, colocación y manipulación del Concreto Hidráulico.**

Preparación del sitio de colocación; que se refiere a las condiciones que deben cumplirse en el sitio, previo a la colocación del hormigón.

Hormigonado en casos corrientes; que se refiere a la altura de vertido del hormigón, la resistencia del moldaje, y la presión que ejerce el hormigón sobre él.

Hormigonado de casos especiales; que se refiere a las condiciones que se deben cumplir en tiempo frío, en tiempo caluroso, o en ambientes con viento.

Hormigonado bajo agua, en ambientes agresivos, juntas de hormigonado, compactación; que se refiera a como se debe efectuar la misma, los equipos que deben utilizarse y la correcta elección del equipo de compactación.

❖ **Juntas:**

Se llama junta al pequeño espacio que queda entre las dos superficies de los sillares o ladrillos inmediatos unos a otros de una construcción que se llena de mortero o de cemento a fin de unirlos y ligarlos sólidamente.

- Juntas longitudinales
- Juntas transversales.

❖ **Juntas longitudinales:**

En las zonas en las que la anchura de hormigonado sea superior a 5 metros se proyectarán juntas longitudinales de alabeo, dividiendo el pavimento en franjas aproximadamente iguales, procurando que coincidan sensiblemente con las separaciones entre los carriles de circulación y evitando que lo hagan con las zonas de rodadura del tráfico, con una marca vial o con un pasador. Se ejecutarán por aserrado, con una profundidad de corte no inferior al tercio del espesor de la losa.

❖ **Juntas transversales**

Las juntas transversales que se proyecten en los pavimentos de hormigón podrán ser de contracción, o de dilatación. Las juntas transversales de contracción se realizarán por aserrado, con una anchura de corte no superior a 4 mm, y profundidad no inferior al cuarto del espesor de la losa.

❖ **Sellante para juntas**

El material sellante para la parte superior de las juntas deberá asegurar la estanqueidad de las mismas y ser resistente a la agresión de agentes externos, para lo cual deberá permanecer adherido a los bordes de las losas.

El material debe ser flexible bajo cualquier condición de clima y dúctil para adaptarse a cualquier movimiento, así como impermeable. El material sellante podrá estar constituido por cualquiera de los tipos aprobados por las Normas ASTM-D994-71, D1190-74 (1980) ó D2628-81.

❖ **Distribución y acabado**

Existen diferentes métodos para distribuir el concreto hidráulico y realizar su acabado, dependiendo de la naturaleza de la estructura y los equipos disponibles. Entre las herramientas más usadas están: aplanadoras manuales, mecánicas, niveladoras, allanadoras, engrasadora, vibratorias, encofrado deslizante.

❖ **Alternativas al concreto hidráulico convencional:**

Hay varias alternativas que incrementan la flexibilidad y las aplicaciones del hormigón. El ingeniero debe ser consciente de algunos de los materiales utilizados para proporcionar capacidades adicionales al hormigón.

❖ **Alternativas al concreto hidráulico convencional**

Entre estas alternativas podemos citar: Hormigón auto consolidan té, Relleno de fluido hormigón proyectado, ligero, de alta resistencia, reforzado con fibra, pesado.

❖ **Cualidades del concreto hidráulico:**

Resistencia a la compresión, es afectada fuertemente por la relación agua/cemento y la edad o la magnitud de la hidratación. Durabilidad y flexibilidad, ya que es un material que no sufre deformación alguna. El cemento es hidráulico porque al mezclarse con agua, reacciona químicamente hasta endurecer. El cemento es capaz de endurecer en condiciones secas y húmedas e incluso, bajo el agua.

El cemento es notablemente moldeable: al entrar en contacto con el agua y los agregados, como la arena y la grava, el cemento es capaz de asumir cualquier forma tridimensional. El cemento (el hormigón o concreto hecho con él) es tan durable como la piedra. A pesar de las condiciones climáticas, el cemento conserva la forma y el volumen, y su durabilidad se incrementa con el paso del tiempo.

El cemento es un adhesivo tan efectivo que una vez que fragua, es casi imposible romper su enlace con los materiales tales como el ladrillo, el acero, la grava y la roca. Los edificios hechos con productos de cemento son más impermeables cuando la proporción de cemento es mayor a la de los materiales agregados.

El cemento ofrece un excelente aislante contra los ruidos cuando se calculan correctamente los espesores de pisos, paredes y techos de concreto.

❖ **Concepto de durabilidad durante su vida útil:**

El hormigón está permanentemente expuesto a acciones provenientes de agentes externos o internos, que pueden afectar su durabilidad, si no se les tiene debidamente en cuenta.

❖ **Causas externas (agentes físicos, químicos o mecánicos):**

El intemperismo, temperaturas extremas, abrasión, ataques de líquidos gases naturales o industriales.

❖ **Causas internas:**

Reacción álcali-árido cambios de volumen por diferencias en las propiedades térmicas de los áridos y la pasta de cemento. Permeabilidad del hormigón.

La propiedad más característica del hormigón endurecido, después de la resistencia a la compresión es su durabilidad.

Estando ésta muy relacionada con el grado de permeabilidad que tenga asociado. La permeabilidad determina en gran medida la vulnerabilidad del hormigón a los factores externos. De tal manera que, para ser durable, el hormigón tiene que ser relativamente impermeable.

5.3. Ensayos de laboratorio de suelo

Las muestras que se obtengan de los sondeos SPT y sondeos manuales, se someterán a los siguientes tipos y procedimientos de ensayos de laboratorio las que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla No3. Ensayos de Laboratorio para Sondeo SPT.

No.	Tipo de Ensayo	Asignación
1	Granulometría	AASHTOT 88
2	Límites de Atterberg	AASHTOT 89
3	Pesos Volumétricos	AASHTO T19
4	Humedad Natural	AASHTO T 22

Tabla No.4, Ensayos de Laboratorio para Sondeo Manuales.

No	Tipo de Ensayo	Asignación
1	Granulometría	AASHTOT 88
2	Límites de Atterberg	AASHTOT 89
3	Pesos Volumétricos	AASHTO T19
4	Humedad Natural	AASHTO T 22
5	Proctor	AASHTO T 180 02
6	CBR/DCP	AASHTO T 193

Con los resultados obtenidos de los dos primeros tipos de ensayos, se clasifican los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y ASSTHO.

6. Metodología Aplicada

6.1. Metodología de Perforación

Los trabajos de perforación se efectuarán con una máquina Perforadora Rotativa marca ACKER DRILL – modelo ACE, provista con todos sus aditamentos para la exploración de suelos por el método de percusión.

Durante la ejecución de los sondeos se cada etapa de perforación en el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) de acuerdo al método ASTM D – 1586, extrayéndose de manera continua muestras alteradas del sub-suelo por medio de la cuchara partida (CN).

El ensayo de penetración estándar o SPT, es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico. Constituye el ensayo o prueba más utilizada en la realización de sondeos, y se realiza en el fondo de la perforación.

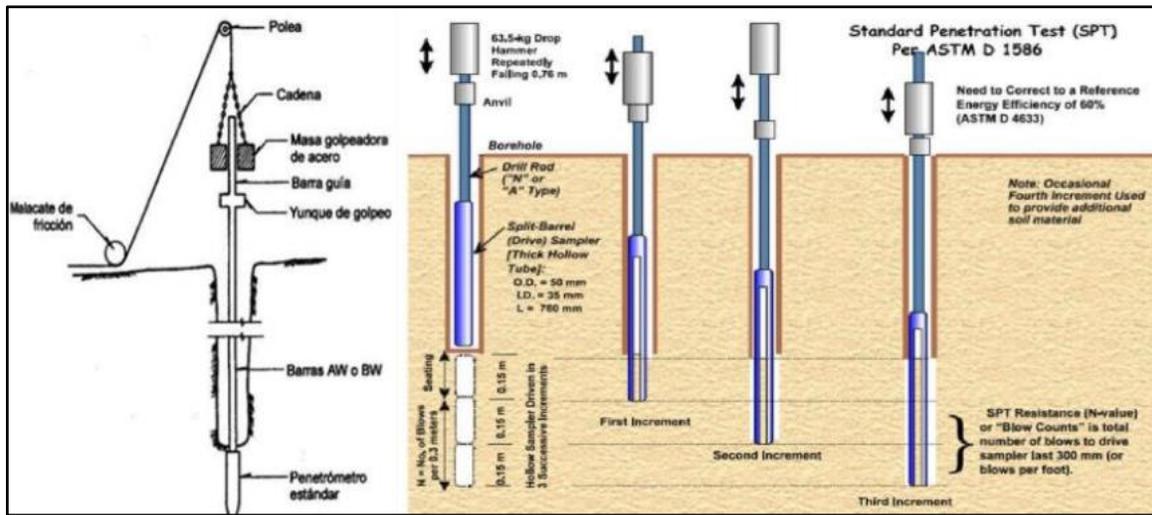
El ensayo SPT consiste en medir el número de golpes necesarios para que se introduzca a una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normando, así como la altura de caída libre.

Las muestras extraídas de los sondeos son protegidas adecuadamente en cajas de madera para su preservación y traslado adecuado al laboratorio donde se clasificaron mediante procedimientos de vista y tacto, y seguidamente se les efectuaron las pruebas necesarias para su identificación definitiva de acuerdo al método de clasificación SUCS.

También se tomarán muestras del sub-suelo, protegidas en bolsas plásticas, las que luego serán llevadas al laboratorio para la obtención del contenido de humedad natural.

Para el trabajo Geotécnico de Cimentación se conformará una brigada de campo compuesta por un (1) Técnico de Perforación, un (1) Anotador y dos (2) Ayudantes de Perforación, bajo la supervisión de un (1) Ingeniero-Geotécnico.

Ilustración No.1: Esquema de Ensayo de Penetración Estándar



ASTM D 1586

Describe el procedimiento SPT, para hincar un muestreador de tubo partido y obtener muestra representativa de suelo para fines de identificación y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador.

Los resultados e información de identificación se utilizan para estimar las condiciones del subsuelo para el diseño de cimentación. La prueba de resistencia a la penetración se realiza típicamente a intervalos de profundidad de 5 pies o cuando se observa un cambio significativo de los materiales durante la perforación a menos que se especifique lo contrario.

La litificación del uso en suelos o no, cuyo tamaño máximo de partícula es de aproximadamente menos de la mitad del diámetro de la toma muestras. Implica el uso de equipos de perforación rotatoria, otros procedimientos de perforación y muestreo están disponibles y pueden ser más apropiados.

La prueba por lo general implica el uso de equipos de perforación. Por lo tanto, se deben tener requisitos de seguridad aplicables.

Este método de ensayo proporciona una muestra de suelo alterado para la determinación de contenido de humedad, para fines de identificación y clasificación (Prácticas D-2487 y D-2488) y para las pruebas de laboratorio adecuadas para el suelo obtenido a partir de un muestreador que produce grandes alteraciones, tales como métodos de ensayo D-854, D-2216 y D-6913. Depósitos de suelos que contienen gravas, guijarros o cantos rodados suelen dar lugar a la denegación de penetración y daños en el equipo.

El procedimiento debe iniciar con la perforación que deberá avanzar por incrementos de manera que permita tomar muestras intermitentes o continuas. Por lo general, los intervalos son de 5 pies (1,5m) o menos en estratos homogéneos con su respectivo muestreo a cada cambio de estrato, se registra la profundidad con precisión de 0.1 pie (0.030 m), cualquier procedimiento de perforación que proporciona un hoyo adecuadamente limpio y estable antes de la inserción de toma muestra.

Se puede utilizar cualquier equipo de perforación que proporciona en el momento de muestreo una perforación de sondeo adecuado antes de la inserción del muestreador con diámetros menores de 6 ½” y mayores de 2 ¼”. Equipos de perforación o de percusión y lavado, rotatorio para abrir el orificio o para el avance del revestimiento de perforación y equipo accesorio como etiquetas, recipientes para muestras, varillas o tubos para muestreo, martinete o equipo de hincado.

🔗 **ASTM D 1584**

Esta norma se utiliza cuando un sondeo alcanza una capa de rocas más o menos firme o cuando en el curso de la perforación las herramientas hasta aquí descritas tropiezan con un bloque grande de naturaleza rocosa no es posible lograr penetración con los métodos estudiados y ha de recurrirse a un procedimiento diferente.

Capas de grava pueden ser atravesadas con barrenotes o herramientas pesadas similares, manejadas a percusión, pero estos nos suelen dar un resultado conveniente en roca más o menos sana y además tienen el inconveniente básico de no proporcionar muestras de los materiales explorados. Cuando un gran bloque o un estrato rocoso aparezcan en la perforación se hace indispensable recurrir al empleo de máquinas perforadoras a rotación, con broca de diamantes o del tipo cáliz.

En las primeras pruebas, en el extremo de la tubería de perforación va colocado un muestreador especial, llamado “corazón”, en cuyo extremo inferior se acopla una broca de acero duro con incrustaciones de diamante industrial que facilitan la perforación. En la segunda prueba, los muestreadores son de acero duro y la penetración se facilita por medio de municiones de acero que se echan a través de la tubería hueca hasta la perforación y que actúen como abrasivos.

En roca muy fracturada puede existir el peligro de que las municiones se pierdan. Para este ensayo en rocas duras es recomendable usar brocas con diamantes tanto en la corona como en el interior para reducir el diámetro de la muestra, y en el exterior para agrandar la perforación y permitir el paso del muestreador.

Se estiman velocidades de rotación variables de acuerdo con el tipo de roca a atacar. Sin embargo, las velocidades varían en intervalos muy amplios (frecuentemente de 40 a 1000 rpm) y pueden ser de avance mecánico o hidráulico.

Es necesario que, a causa del calor desarrollado por las grandes fricciones producidas por la operación de muestreo, se hace indispensable inyectar agua fría de modo continuo, por medio de una bomba situada en la superficie. También se ejerce presión vertical sobre la broca, a fin de facilitar se penetración.

Una vez que el muestreador ha penetrado toda su carrera se precisa desprender la muestra de roca, que ha ido penetrando en su interior de la roca matriz.

En algunos casos resulta apropiado el interrumpir la inyección del agua, lo que hace que el espacio entre la roca y la parte inferior de la muestra se llene de fragmentos de roca, produciendo un empaque apropiado; otras veces un aumento rápido de la velocidad de rotación produce el efecto deseado.

6.2. Diseño de pavimento rígido (pavimento de concreto)

En este se analizan las diferentes variables independientes que son consideradas en la metodología recomendada para el diseño estructural de los componentes del pavimento rígido y se determina la combinación de tipos de materiales y espesores de capas más ajustadas a las condiciones de diseño.

6.3. Método de Diseño

El Método de diseño adoptado es el desarrollado por la Asociación Americana de Administradores de Carreteras y Transporte AASHTO 1993, y el cálculo de espesores se lleva a cabo mediante la utilización de AASHTO Supplement Worksheet de la Supplement to the AASHTO Guide For Design of Pavement Structures, 1993; cuyos lineamientos. El cálculo se realiza para 20 años.

6.4. Estimación de las Cargas de Diseño

➤ **Condición de servicio del pavimento al inicio del período de diseño (p_0)**

El Método AASHTO-93 recomienda asignar a esta variable independiente un valor de 4.5, en el caso de pavimentos rígidos, valor éste que será empleado en la solución de la ecuación de diseño.

➤ **Condición de servicio del pavimento al final del período de diseño (p_t)**

En el análisis de esta alternativa de pavimento rígido se empleará el valor de 2.50.

➤ **Confiabilidad en el diseño (R) y desviación estándar del sistema de pavimentos (S_o)**

El Método AASHTO-93 presenta, para el valor (R), que se transcribe a continuación como Tabla 3.

Tabla No.5, Valores de Confiabilidad Recomendados por la AASHTO

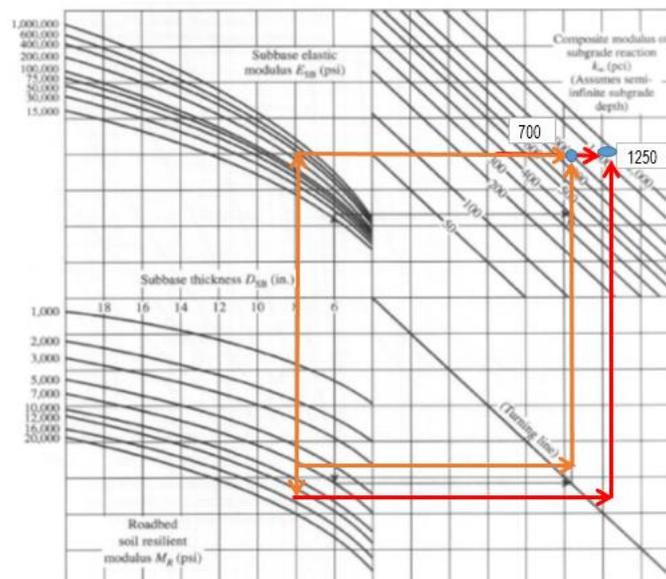
Clasificación funcional de la vía bajo proyecto	Valor recomendado de Confiabilidad (R)	
	Vías urbanas	Vías rurales
Autopistas Interestatales y otras autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Vías colectoras	80-95	75-95
Vías locales	50-80	50-80

- **Se empleará un valor de 90% en vista que la vía actualizar, demandará un nivel de servicio**

El valor de la “desviación estándar- s_o ”, por otra parte, sugerido por el propio Método AASHTO-93 es de **0.35** para el caso de diseño de un nuevo pavimento rígido; este valor será, en consecuencia, empleado en la solución de la ecuación de diseño de la AASHTO para el caso del pavimento de concreto hidráulico.

- **Calidad del material de fundación (MR)**

En la guía suplementaria para los **pavimentos rígidos 93**, el valor de k corresponde a la sub-rasante; no incluye la sub-base de la estructura de pavimento. La sub-base es considerada en este método como una capa estructural del pavimento. De igual manera en el Suplemento a la Guía AASHTO 98, incluye la siguiente tabla, denominada Relación Aproximada de Rango de Valores entre el valor del CBR y el valor de k y se muestra a continuación:



Grafica no.2. Aproximacion relativa de K con el valor de CBR

En la tabla anterior se introduce al gráfico con un espesor de **8 in**, y con un módulo de elasticidad del de la base con cemento igual a **580,000 psi** y con **módulos resiliente de 15,000 psi** en época de verano y **7,500 psi** en época de invierno y, resultando valores de **K (pci) = 1250 y 700** respectivamente. Ahora considerando la variación del daño en las diferentes estaciones, aplicando la siguiente ecuación:

$$Ur = (D^{0.75} - 0.39K^{0.25})^{3.42} \quad K = \left(\frac{D^{0.75} - Ur^{\frac{1}{3.42}}}{0.39} \right)^4$$

6.5. Coeficiente de Drenaje para Pavimento Rígido (Cd)

➤ Selección de Coeficiente de Drenaje

La guía suplementaria AASHTO para estructuras de pavimento rígido, recomienda los coeficientes de drenaje **Cd**, que se muestran en el cuadro siguiente y en vista que la estructura contará con un buen sistema de drenaje con protección para evitar infiltraciones en las diferentes capas de pavimento, se establece el **Cd= 1.00**.

Tabla No.6, Coeficientes de Drenaje, Cd, recomendados para pavimentos rígidos

Valores de coeficiente de drenaje recomendados para el diseño de pavimentos rígidos				
Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo que la estructura de pavimento es expuesta a niveles de humedad aproximados a la saturación			
	Menos de 1%	1-5%	5-25%	Más de 25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Malo	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy malo	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

➤ **Transferencia de Carga**

Se estableció que la transferencia de carga será a través de dovelas longitudinales y transversales. También la guía suplementaria considera diversas condiciones de soporte lateral, se asumirá la condición con soporte lateral.

➤ **Módulo de Ruptura del Concreto (Mr)**

El valor que se utilizará corresponde a la resistencia a la flexión del concreto y deberá ser el valor medio obtenido a los 28 días utilizando una viga simple con carga en los tercios del claro según AASHTO T97 / ASTM C78. Para el caso del proyecto, se usará un módulo de ruptura igual a **54 kg/cm² (829.02 psi)**.

➤ **Módulo de Elasticidad del Concreto, (Ec)**

El Módulo de Elasticidad para cualquier tipo de material puede ser estimado usando la correlación recomendada por el Instituto Americano del Concreto, ACI para Concreto de Cemento Portland de Peso Normal.

$$E_c = 55,000 * (f'c)^{0.5} \text{ psi}$$

Dónde:

Ec = Modulo de Elasticidad de Concreto (en psi) y **f'c** = Resistencia a la compresión.

Ec = 5, 188,476.24, Valor a utilizar en la solución del sistema.

➤ **Diseño de pavimento rígido**

El cálculo de espesores se llevó a cabo mediante la utilización de AASHTO 1993 para un periodo de 20 años:

Tabla No.7, Cálculos de Espesores

VARIABLE		VALOR
ESPELOR DE LOSA (PLG)	D	4.80 se hizo la iteración
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO DE LA LOSA (PSI)	E_c	5,188,477
MODULO ELASTICO EFECTIVO DE SOPORTE DE LA SUBBASE (PSI/PULG)	k	923.20
MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE (PSI)	E_b	580,000.00
ESPACIAMIENTO DE JUNTAS (PLG)	L	137.79
ESPELOR DE BASE (PLG)	H_b	8.00
INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	P_1	4.50
INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	P_2	2.50
ESFUERZO A LA FLEXION (PSI)	$(S'c)'$	829.20
COEFICIENTE DE DRENAJE	C_d	1.00
CONFIABILIDAD (R)	R	90%
DESVIACION ESTANDAR DEL SISTEMA	S_o	0.35
EJES DE DAÑO (ESAL`S) 20 AÑOS	W_{t18}	13,816,790

6.6. Métodos de Cálculo para el Diseño de Espesores de Pavimento

El proceso de diseño de pavimentos aquí desarrollado tiene por objetivo evaluar las distintas alternativas disponibles en el medio nacional, y hacer las recomendaciones más adecuadas al caso del proyecto bajo estudio.

La estrategia aplicada es una adaptación a las condiciones locales del procedimiento de diseño de pavimentos empleado por el departamento de transporte del estado de Washington. Este procedimiento es conforme a los lineamientos de la Norma AASHTO “Guide for Design of Pavement Structures”, edición 1993. Se incorporan además otros aspectos complementarios al cálculo, que definen de una manera más integral el problema, a fin de poder efectuar una recomendación válida y aceptable.

En resumen, el procedimiento comprende el análisis, primeramente, de los factores primarios que afectan la evaluación. Dicho análisis comprende el proceso de cálculo que determina una cuantificación de las distintas variables del entorno de la obra, y de las alternativas propuestas, tales como tráfico, subrasante, materiales, etc., y su posterior entrada al proceso de cálculo de espesores mediante el método de AASHTO. Subsecuentemente, se efectúa un análisis del costo de inversión del pavimento.

Este análisis da por resultado una evaluación de alternativas basada en factores económicos.

Finalmente, se procede a analizar los elementos secundarios que pueden incidir de forma complementaria en la selección de la alternativa más favorable al proyecto. Entre estos elementos tenemos factores tales como seguridad al tráfico, disponibilidad de materiales y otros similares.

6.7. Ejes equivalentes acumulados en el período de diseño (W_{T18})

Las cargas equivalentes acumuladas para el período de diseño, fueron computadas para la estructura de pavimento rígido.

PARA 20 AÑOS

PAVIMENTO RIGIDO:

Tabla No.8, Tabla de Daños Relativo de Pavimento Rígido

Tipo de Vehículo	Veh. Liv.	Pesados de Pasajeros		Pesados de Carga									
		M Bus	Bus	C2 Liv	C2	C3	T2 S2	T3 S2	C4	C2 R2	V.A .	OTROS	
Totales	446,671.18	89,334.24	0.00	0.0 0	29,77 8.08	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 0	0.00	0.00
FC	0.00	0.06	0.66	0.1 4	2.36	2.78	3.9 3	4.8 1	2.32	2.2 7	4.81	4.81	
DD	0.50												
DIAS AÑO	365.00												
FUC	1.00												
REE	21,984.08	953,754.6 3	0.00	0.0 0	12,84 1,050. 98	0.00	0.0 0	0.0 0	0.00	0.0 0	0.00	0.00	
ESAL FLEXIBLE	13,816,790												

En la tabla anterior se han empleado los siguientes valores:

- factor de distribución por sentido (fds) = 0.50, obtenido del estudio de tráfico.
- factor de utilización de canal (fuc) = 1.00, ya que, por ser la vía de un canal por sentido, todos los vehículos que van en un sentido circulan obligatoriamente por ese canal.
- Factor de tráfico balanceado = 1.0 Este valor se asume en función de la recomendación del Método AASHTO-93, de que se empleen solo “valores promedios” y no “valores conservadores” para las diferentes variables independientes (Guía AASHTO-93, Capítulo II (Requisitos de Diseño), Aparte 2.1.3 (Confiabilidad), Página II-9).
- Tasa de crecimiento inmersa en la vida útil, al acumular todos los tipos de vehículos que circularan en el periodo de la vida útil. Se suman todos los vehículos por tipo.

➤ **Alcance**

En este punto se analizan las diferentes variables independientes que son consideradas en la metodología recomendada para el diseño estructural de los componentes del pavimento rígido y se determina la combinación de tipos de materiales y espesores de capas más ajustadas a las condiciones de diseño.

➤ **Determinación de numero estructural de capa**

La determinación del número estructural, para esto nos basamos según la metodología definida en AASHTO 93, ver ecuación siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{Log}(W_{18}) = & Z_R * s_o + 7.35 * \text{Log}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\
 & + (4.22 - 0.32p_t) * \text{Log} \left[\frac{[S'_c * C_d * D^{0.75}] - 1.132}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c / k)^{0.25}} \right]} \right]
 \end{aligned}$$

Variable Z (Conf:R) → Z_R
 Desvío Estándar Global → s_o
 Espesor → D
 Cambio de Serviciabilidad → ΔPSI
 Módulo de Rotura → S'_c
 Coeficiente de drenaje → C_d
 Serviciabilidad Final → p_t
 Transferencia de Carga → J
 Módulo de elasticidad → E_c
 Modulo de reacción → k

Tabla no.6: Resumen de ESAL por periodo

- **Se empleará un valor de 90% debido a que la vía subirá de nivel de servicio a tipo otras autopistas.**

El valor de la “desviación estándar- s_0 ”, por otra parte, sugerido por el propio Método AASHTO-93¹ es de **0.35** para el caso de diseño de un nuevo pavimento rígido; este valor será, en consecuencia, empleado en la solución de la ecuación de diseño de la AASHTO para el caso del pavimento de concreto hidráulico.

6.8. Espesores de la estructura de pavimento

La metodología de cálculo y la aplicación de criterios técnicos que se desarrollaron anteriormente, permiten presentar resumen de los resultados a continuación:

Tabla No. 9, Espesores de Estructura de Pavimentos Rígidos

METODO	Espesor capa de rodamiento (cm)	Espesor capa de base estabilizada (cm)	TOTAL (cm)
AASHTO 93	12.00	20.00	32.00

Es recomendación que se seleccionen los espesores de pavimento indicados en la Tabla anterior, los cuales son el resultado de la aplicación de la optimización de la losa para los diferentes valores de las variables independientes, y las dimensiones de las losas: aserradas en cuadros de ancho de 3.00 m. y largo de 4.50 para los carriles.

Tabla No.10, Dimensiones de la Losa

Revisión de la Esbeltez			
DIMENSION	<i>Losa del carril</i>		<i>hombro</i>
	<i>interna</i>	<i>externa</i>	
<i>ancho (m)</i>	3.00	3.00	
<i>largo (m)</i>	4.50	4.50	
<i>relación de esbeltez</i>	1.00	1.40	
<i>Criterio</i>	$0.71 < \text{largo/ancho} < 1.00$		
<i>condición</i>	cumple	cumple	cumple

7. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas contenidas en este documento, corresponden al proyecto: *Propuesta de mejoramiento vial con concreto hidráulico de 366 metros lineales de camino de acceso de la comarca San José de la Cañada, Distrito III del municipio de Managua*, ubicado según plano de localización.

Para la construcción de las obras aquí descritas el oferente incluirá todos los costos de: suministro y transporte de materiales, mano de obra, movilización y desmovilización del equipo pesado, transporte general, equipos secundarios de apoyo, herramientas, construcción total de obras, cuadrilla de topografía, pruebas de control de calidad, instalaciones provisionales, instalaciones derivadas para el funcionamiento del sistema de iluminación de la red pública y otros que se requiere por efectos de construcción.

La construcción de la obra se regirá por las especificaciones generales para la construcción de caminos y calles (NIC-2000), En los casos que aplicase, condiciones especiales y las estipuladas en los demás documentos del contrato. Se mantienen para estricto cumplimiento, todos los parámetros y requerimientos de ejecución de las obras de mantenimiento que no son modificadas en las condiciones especiales.

7.1. Limpieza inicial:

Antes de proceder al inicio de las obras el Contratista deberá efectuar limpieza, para eliminar obstáculos tanto en el sitio de la obra como en lugares aledaños que puedan incidir en la ejecución de la misma.

Antes de comenzar cualquier trabajo de construcción, removerá todo escombros, desechos que estorbe tanto a la construcción, replanteo o circulación del equipo de construcción o de las vías de comunicación pública.

Así mismo el contratista deberá tomar todas las previsiones necesarias para evitar daños a la infraestructura existente o que pudiera existir en el sitio del proyecto. Toda infraestructura domiciliar (agua potable, sanitaria, cables y otros) que sea afectada deberá ser restaurada inmediatamente por el Contratista.

7.2. Rotulo:

El Rótulo será de estructura de tubo cuadrado de 1-1/4”, forrado con lamina lisa calibre 28 en ambas caras, el tubo de la base del rótulo será redondo con un diámetro de 2”, el tamaño del rotulo será de 4 pie x 8 pie.

El Rótulo debe ser pintado en ambas caras con pintura de aceite con los colores de acuerdo al dibujo suministrado por los técnicos de la Alcaldía, así mismo el Logotipo.

Este Rótulo debe instalarse en los primero siete (7) días de haber iniciado la Obra. El no cumplimiento en la instalación del rotulo será anotado en bitácora y no se va elaborar del avalúo parcial hasta que se instale el rotulo.

7.3. Trazo y Nivelación:

El contratista deberá contratar una cuadrilla de topografía para que ubique los niveles de corte para el cajón de la base y las medidas del plano en el terreno.

Al ubicar con precisión estos niveles para los cortes por el cajón de la base, deberá colocar puntos de referencia que serán verificados por el supervisor, esto para garantizar de esta forma la revisión de los niveles de corte para el cajón y para la construcción de la base para la carpeta de rodamiento de concreto hidráulico y además el contratista deberá reflejar en bitácora el mismo día los corte que se realice para su verificación correspondiente.

Este requisito es indispensable para el reconocimiento ante cualquier aumento en los volúmenes contratado.

De no cumplirse la ubicación de los puntos de referencias por parte del contratista y si se encuentra defecto en los niveles de la obra es responsabilidad del contratista realizar las reparaciones necesaria sin costo alguno para el dueño.

Al colocar las nivélelas estas permanecerán ubicadas hasta levantar la altura de la obra y solo con la aprobación del supervisor estas serán removidas. Sí por algún motivo los niveles y alineación son destruidas ó removidas, EL CONTRATISTA deberá localizar los niveles por cuenta propia.

Cualquier discrepancia con los puntos que define el trazo y el nivel de las obras horizontales, será inmediatamente rectificando con la supervisión y el contratista, cualquier modificación será anotada en bitácora, se hará una anotación en la copia del plano y será entregado cuando finalice el proyecto.

7.4. *Movimiento de tierra:*

- Considerar todos los volúmenes de tierra necesarios a cortar y rellenar, normal o especial a efectuar para la construcción de la pista. Los volúmenes de relleno normal reflejados en hoja de presentación de ofertas se refieren al relleno necesario antes de la construcción de pavimento y carpeta.
- Considera todos los volúmenes de tierra necesarios para corte, el botado del material sobrante, así como la remoción de escombros, árboles y demolición de pavimento, cunetas y cualquier otra infraestructura que se encuentre en el área del proyecto y que afecte su ejecución.
- Para la preparación del cajón donde se colocara la capa de rodamiento respetar las especificaciones de cortar y botar material de acuerdo a las dimensiones indicadas para el relleno de la base.
- El cálculo de todo el movimiento de tierra será basado en secciones transversales. El contratista deberá realizar dicho levantamiento antes de iniciar la construcción y compararlos con los que posee el dueño.
- Antes de iniciar la excavación para la estructura de pavimento, el contratista deberá tomar todas las previsiones necesarias para evitar daños a la infraestructura existente o que pudiera existir en el sitio del proyecto.
- Toda la infraestructura domiciliar (agua potable, sanitaria y otros) que sea afectada deberá ser restaurada inmediatamente por el contratista.
- Las áreas de relleno deberán limpiarse de toda impureza.

- Las cantidades indicadas en los alcances de relleno normal, base y sub base está referida a material compactado.
- No se permitirá que los materiales estriados o colocados obstruyan la visibilidad desde las edificaciones existentes, ni el libre y seguro desplazamiento de sus ocupantes.
- Cualquier señalización será construido para el desarrollo de las etapas del proyecto deberá contar con las señales de advertencia y guías suficientes para garantizar la seguridad en la circulación vehicular y peatonal de los usuarios tanto de día como de noche.
- Para empalmar la calle en los diferentes puntos donde intercepta a calles existentes, se deberá verificar bien los niveles.
- De igual manera se verificaran los niveles de los sitios donde las cunetas se empalman con las existentes.
- Si por facilidad constructiva se realizan excavaciones mayores que lo establecido, el dueño no hará ninguna reconocimiento monetario por excavación.
- En los sitios donde se efectúen sobre excavaciones sin autorización del dueño, deberán rellenarse con material selecto, en capas con espesores no mayores de 15 centímetros y será compactado cuidadosamente hasta alcanzar el 100% Proctor Estándar, mediante el uso de equipos mecánicos corriendo este costo por cuenta del contratista.

7.5. Excavación:

➤ **Para todas las estructuras:**

Antes de comenzar cualquier excavación, el contratista deberá tomar las elevaciones y medidas de las secciones transversales del terreno original, con ayuda de su cuadrilla de topografía asignado al proyecto.

Avisara al ingeniero Supervisor con suficiente anticipación del comienzo de cualquier excavación.

El terreno natural contiguo a la estructura no deberá ser alterado sin permiso del supervisor. Las excavaciones para cimentar las estructuras estarán hasta los límites, rasantes o elevaciones mostradas en los planos, o según fuesen replanteados por el supervisor.

Estas, deberán ser de suficiente tamaño para permitir la colocación de las estructuras o de los cimientos en los anchos y longitudes especificados.

Los peñascos, troncos y cualquier otro material objetable, que fuesen encontrados durante la excavación, deberán ser retirados del sitio.

El contratista debe informar al ingeniero supervisor cada vez que termine una excavación, y ningún cimiento, ni material de relleno deberá ser colocada, hasta que se haya aprobado la profundidad de la excavación y la clase del material de cimentación.

7.6. Base:

- Las cantidades de obras indicadas en los alcances de base están referidos al volumen de material compactado. Incluye el costo del acarreo desde los bancos de material especificados.
- Los volúmenes de corte y construcción de base que aparecen en los alcances son rellenos y compactos incluyendo acarreo de materiales, y como relleno compactado serán cancelados en los avalúos al contratista.
- La base deberá compactarse al 98% de la densidad Proctor Estándar.
- El material a utilizar en la base deberá estar libre de impurezas, de manera que tenga la granulometría apropiada.
- Se escarificara un espesor de 10 a 15 cm de la terracería existente y se aportara un 10% del volumen escarificado de material granular de Sub-Base Tipo E de acuerdo a designación de graduación del Cuadro 1003-3 del NIC-2000, premezclado los materiales hasta homogenizar para la seguida adición de cemento, homogenización, humectación, conformación y compactación.
- Se estabilizara la base con un total porcentaje de cemento en relación al volumen premezclado de un 6% sobre agregado, el cual representa un total de 2 bolsas por m³ procesado, dicha base terminada será curada con agua por tres días consecutivos con un promedio de tres veces en tiempo de verano y según sea necesario en invierno.
- El curado deberá realizarse como mínimo 12 horas después de concluida la colocación.

- El tramo deberá ser protegido de las cargas de tráfico al menos 24 horas después de construido.
- No se recomienda iniciar estabilización entre 11:a.m y 2: pm, debido a condiciones de temperatura.
- Realizar pre agrietamiento después de 48 horas de curado.
- Durante la colocación y tendido del material deberá eliminarse el sobre tamaño la base deberá compactarse en espesores no mayor de 15 cms hasta alcanzar el 100% de la densidad Proctor modificado.
- Los niveles terminados no excederán de más o menos de 1 cm. de los niveles proyectados.
- En la compactación el número de pasadas establecidas dependerá del peso de la compactadora utilizada.
- Cada capa de material será humedecida mediante riego hasta alcanzar la humedad óptima para su debida compactación, para lograr una humedad optima se necesitara 40 galones de agua por m³ de material. Se harán tres pruebas de compactación para cada estructura de pavimento (base).
- Emplear agua potable para el proceso de compactación.

7.7. Capas de Agregados Tratados:

Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de base de dimensiones y niveles indicados en los planos, a partir de un material granular natural proveniente de banco de préstamo, el cual deberá estabilizarse con cemento y a su vez mezclarse con la superficie correspondiente al nivel de terracería o sub-rasante, preparada de acuerdo con estas especificaciones y ajustándose razonablemente a las líneas, rasantes, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos u ordenados por el Ingeniero, que en los planos se muestra como la capa base que soportará el pavimento de concreto hidráulico y la capa superficial de la cuña soporte de los bordillos a ambos lados.

Las capas de material tratado serán designadas como “Material Suelo - cemento”.

7.8. Requisitos para la Construcción:

El Contratista deberá someter ante el Ingeniero una mezcla propuesta para la capa de material granular tratado, 30 días antes de la producción.

Esta deberá tener una resistencia mínima promedia de tres especímenes a la compresión de 22 Kg/cm². Se moldearán, curaran y ensayaran las muestras de la mezcla de material granular con cemento de acuerdo con la norma ASTM D 559-03 y ASTM D 1633-00, con un período de fraguado de 7 días.

Los aditivos químicos en los casos que se requiera, deberán ser almacenados en recipientes a prueba de intemperie cerrados.

7.9. Revoltura

El Contratista puede mezclar materiales granulares provenientes de diferentes sitios o bancos de préstamo para conformar una mezcla que le permita alcanzar las características y especificaciones requeridas como tal, empleando cualquiera de los métodos que se indican en las especificaciones generales, en cuyos procesos deberán incorporar los aditivos que fuesen requeridos.

7.10. Colocación, Compactación y Acabado:

El contratista colocará, compactará y acabará el material granular tratado, se deberá mantener el contenido de humedad (+2 por ciento del óptimo) durante la colocación y el acabado.

No deberá dejarse material suelo-cemento tratado sin compactar por más de 30 minutos.

La compactación y el acabado serán completados dentro de una (1) hora (un poco más cuando se ha usado retardador de fraguado) a partir de que se agrega el agua a la mezcla.

La superficie compactada deberá quedar lisa, densa y libre de planos de compactación, crestas o material suelto.

Si el tiempo entre la colocación de anchos parciales (cuando se trabaja la vía por mitades) excede de 30 minutos, se debe dejar una junta de construcción.

7.11. Juntas de Construcción:

Para mezclar con cemento o cuando una mezcla con cemento permanece sin perturbar por más de 24 horas, se dejará una junta de construcción transversal cortando desde atrás de la capa completada para formar una cara aproximadamente vertical.

7.12. Curado:

No se permitirá el tráfico sobre la capa de material granular tratado y se deberá mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que sea colocada la siguiente capa encima.

El agua deberá ser aplicada a presión mediante barras rociadoras con boquillas que produzcan un rocío fino y uniforme. La siguiente capa encima (si es el caso) podrá ser colocada dentro de 7 días después de completar y acabar la capa de materiales granulares tratados.

7.13. Aceptación:

El cemento y los aditivos químicos que sean necesarios, serán evaluados visualmente y a través de certificados de cumplimiento extendidos por los fabricantes.

El material granular será evaluado conforme a los ensayos de control del laboratorio, de tal forma que permita detectar la variación del contenido del material de banco.

La construcción de la capa Mezcla de Material Granular tratado será evaluada visualmente y por medio de mediciones y ensayos para determinar su conformidad con los planos y especificaciones.

7.14. Método de Medición:

El material tratado o la mezcla de material granular tratado, en su conjunto como mezcla, será medido en metros cúbicos en su posición final, debidamente conformado, compactado y aceptado.

7.15. Base para el Pago:

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que aparezcan en el Pliego de Licitación, precio y pago que serán compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos que aparezcan en el Pliego de Licitación:

Código.	Concepto de Pago	Unidad de Medida.
304(2)	Capa de Base de Agregados Naturales Tratados con Cemento Graduación “E”.	Metro Cúbico

7.16. Pavimento de concreto de cemento hidráulico:

➤ **Descripción:**

Estos trabajos consisten en la construcción de la carpeta de rodamiento a partir de losas de concreto hidráulico soportada sobre una capa-base de material granular natural estabilizada con cemento portland.

Para lo cual el contratista como parte de la ejecución de estos trabajos, deberá proveer los materiales, equipos, mano de obra calificada y demás requisitos para construcción de calles revestidas con concreto hidráulico y otras obras colaterales de infraestructura indicadas en planos.

7.17. Losas de concreto hidráulico para el rodamiento:

Es importante tener en cuenta que el concreto que se está solicitando para la construcción de las losas de concreto hidráulico para la carpeta de rodamiento de la calle, deberá tener una resistencia a la Flexión de 36kg/cm² a los 28 días de edad en vista que el mismo está diseñado para trabajar de mucho mejor manera los esfuerzos de flexo tracción a los que son sometidos los pavimentos de concreto y teniendo en cuenta la premisa de que la medida de la compresión representa únicamente el 25% de los esfuerzos a los que se someten los pavimentos rígidos.

Lo anterior conlleva a la necesidad de contratar las obras en cuestión con una empresa especializada en fabricación de obras y elementos de concreto con la capacidad adecuada para la ejecución de dicha obra, para lo cual se han realizado consultas con diferentes fabricantes de concreto que nos permita adaptar dicho proyecto a las disponibilidades tecnológicas existentes en el país.

Se utilizara Trabazón de agregados a fin de garantizar la transferencia de cargas entre las losas de la carpeta de rodamiento, no se utilizara acero liso (dovelas pasa juntas) en las juntas de contracción, considerándose la trabazón de agregados, basado en la premisa que al menos el 30% del TPDA estaría dentro de las categorías de tráfico pesado, lo cual se contempla dentro de las consideraciones de diseño de la AASHTO.

Las losas de concreto hidráulico con un espesor de **12 cm**, se fabricarán con un concreto MR36, usando grava de 1 1/2", revenimiento de 4" + o -1", edad a 28 días, utilizando así mismo, uso de fibra de polipropileno flexible como alternativa para controlar las contracciones del concreto y minimizar el riesgo de aparición de fisuras por contracción del concreto. La modulación de las juntas de control de contracciones, deberá de cumplir con un espaciamiento máximo de 24 veces el espesor de losas y mínimo de 20 veces el espesor de losas.

El contratista deberá realizar los ensayos que sean necesario para diferentes proporciones de la mezcla de concreto hidráulico a fin de obtener un diseño con una resistencia de 36kg/cm²; el contratista deberá realizar las pruebas y ensayos que considere necesario a fin de contar con la información acertada para la ejecución de las obras objeto de este proyecto.

La ejecución y control de estas obras del proyecto se regirán conforme a lo que se establece en la sección 602 de las NIC-2000.

7.18. *Materiales:*

➤ **Cemento**

En la ejecución de la obra deberá utilizarse solamente una marca del tipo de cemento especificado. En caso excepcional, el ingeniero residente podrá autorizar por escrito, el uso de más de una marca. A menos que se especifique u ordene lo contrario, el cemento Portland se conformará con los requisitos de AASHTO M-85 ó ASTM C 150, TIPO I.

El Contratista proveerá medios adecuados para el almacenamiento del cemento y su protección contra la humedad y cualquier otra contingencia. El cemento que, por cualquier razón se haya endurecido parcialmente, tenga terrones o esté engrumado, será rechazado y reemplazado a costo del contratista.

No se permitirá el uso de cemento que pueda recuperarse de aquél que se haya descartado. Cuando hayan sacos incompletos de cemento sano, éstos se podrán utilizar siempre y cuando sean debidamente pesados en bolsas de 42.5 kg (94 lbs.) para garantizar la dosificación designada.

El ingeniero residente podrá autorizar el uso de cemento a granel bajo la absoluta responsabilidad y riesgo del Contratista. Esta prerrogativa será suspendida si se comprueba que es perjudicial para la cantidad o para el adecuado control del trabajo.

En el evento de que el contratista proponga usar aditivos para aeración del hormigón, tendrá que notificarlo por escrito al ingeniero y las condiciones en que dicho aditivo habrá de aplicarse tendrán que ser acordadas por escrito entre el ingeniero y el contratista, antes de que su empleo sea permitido.

Los aditivos para la inclusión de aire deberán cumplir con AASHTO M 154.

➤ **Agua:**

Toda el agua para la mezcla o curado del hormigón estará sujeta a la aprobación del Ingeniero Residente. Deberá estar razonablemente clara y libre de aceites, ácidos, álcalis, sustancias vegetales y si el Ingeniero Residente lo requiere, será aprobada mediante comparación con agua de calidad satisfactoria reconocida.

La comparación se hará aplicando las pruebas de cemento típicas para solidez, período de endurecimiento y resistencia del mortero. Cualquier falla en la solidez, cambio apreciable en el período de endurecimiento o una variación de más de 10% en resistencia, de los resultados obtenidos con mezclas que contienen agua de una calidad satisfactoria reconocida, será suficiente motivo para el rechazo del agua así sometida a prueba.

En caso de agua de calidad dudosa, ésta se probará de acuerdo con AASHTO T 26.

➤ **Agregado Fino**

El agregado fino para el hormigón consistirá de arena natural. Cuando sea solicitado por el contratista y aprobado por escrito por el ingeniero residente, podrán usarse otros materiales inertes con características similares.

El agregado fino de distintas fuentes de abastecimiento no será mezclado o almacenado en la misma pila, ni usado alternadamente en la construcción del pavimento, o en una misma porción de éste, sin permiso escrito del Ingeniero Residente.

El agregado fino no deberá contener sustancias perjudiciales en exceso de los siguientes porcentajes:

Tabla No.11, Tipos e agregados

GREGADO FINOS	AASHTO METODO DE PRUEBA	PORCENTAJE POR PESO
<i>Terrones de Arcilla</i>	<i>T 112</i>	<i>1</i>
<i>Carbón de Piedra y Lignito</i>	<i>T 113</i>	<i>1</i>
<i>Material que Pasa el Tamiz 200</i>	<i>T 11</i>	<i>3</i>

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

Otras sustancias perjudiciales (tales como esquisto, álcali, mica, granos revestidos, partículas suaves y laminadas) deberán ser removidas del agregado fino a satisfacción del Ingeniero Residente.

Cuando el agregado fino se someta a cinco pruebas alternas de solidez con sulfato de sodio, usando el Método T 104 de la AASHTO, el peso del porcentaje de pérdida no debe ser mayor del 10% del peso de la muestra.

El agregado fino que no cumpla los requisitos para solidez, podrá ser aceptado si se demostrase al ingeniero residente, en forma evidente, que el hormigón de proporciones comparables, hecho de agregados similares de la misma fuente, ha sido expuesto a las inclemencias del tiempo en condiciones similares, por un período de por lo menos cinco años, sin desintegración apreciable.

Todo el agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas perjudiciales. Los agregados sujetos a pruebas colorimétricas para impurezas orgánicas, método T 21 de la AASHTO, que produzcan un color más oscuro que el típico serán rechazadas, a menos que pasen la prueba de resistencia de mortero, especificada más adelante.

Si el agregado muestra un *color más oscuro* que aquél de las muestras originalmente aprobadas para el trabajo, su empleo será suspendido hasta que se hagan, a satisfacción del ingeniero residente, pruebas para determinar si el incremento en el color es indicativo de una cantidad suficiente de sustancias perjudiciales.

Cuando las muestras de mortero que contengan agregado fino, se prueben de acuerdo con el Método T 71 de la AASHTO, deberán adquirir una resistencia a la compresión, a los siete días, cuando se ha usado cemento, conforme a la especificación M 85, Tipo 1, de la AASHTO ó ASTM- C 150, no menor de 85% de la resistencia desarrollada por un mortero preparado en la misma forma con el mismo cemento y arena de gradación Ottawa que tenga un módulo de fineza de 2.40 ± 0.10 .

El agregado fino será bien gradado, conformándose con los siguientes requisitos de gradación, cuando se prueben de acuerdo con el Método T 27 de la AASHTO:

El agregado fino que no satisfaga el mínimo requerido, para el material que debe pasar los tamices N°50 y/o N°100, podrá ser usado si se le agrega material fino inorgánico, aprobado para corregir la deficiencia en la gradación.

Los requisitos de gradación, dados arriba, son los límites extremos que deben usarse en la escogencia de materiales aceptables en todas las posibles fuentes de abastecimiento.

La gradación del material de cualquier fuente será razonablemente uniforme y no deberá pasar en composición los límites de los valores que gobiernan en la selección de cualquier fuente de abastecimiento.

Tabla No.12, Método de Prueba y Porcentaje de Peso

DESCRIPCIÓN	METODO DE PRUEBA	PORCENTAJE POR PESO
<i>Terrenos de Arcilla</i>	<i>AASHTO T 112</i>	<i>0.25</i>
<i>Material que pasa por el Tamiz # 200</i>	<i>AASHTO T 11</i>	<i>1</i>
<i>Fragmentos Delgados o Alargados (Largo Mayor de 5 Veces el Espesor Promedio)</i>	<i>ASTM D 2359</i>	<i>15</i>
<i>Fragmentos Suaves</i>	<i>AASHTO T 189</i>	<i>2</i>
Denominación de Tamiz	Porcentaje por Peso que Pasa por el Tamiz de Malla Cuadrada (AASHTO T27)	
<i>9.5 mm (3/8")</i>	<i>100</i>	
<i>#4</i>	<i>95 - 100</i>	
<i>#8</i>	<i>80 - 100</i>	
<i>#16</i>	<i>45 - 85</i>	
<i>#30</i>	<i>25 - 50</i>	
<i>#50</i>	<i>10 - 30</i>	
<i>#100</i>	<i>2- 10</i>	

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

Para el efecto de determinar el grado de uniformidad, se procederá a la determinación del módulo de fineza de las muestras representativas, sometidas por el contratista, procedentes de las distintas fuentes que se propone usar.

El agregado fino de cualquier fuente que tenga una variación en el módulo de fineza mayor de 0.20, más o menos, respecto al módulo de fineza de la muestra representativa sometida por el contratista, será rechazado o, a discreción del ingeniero residente podrá ser aceptado sujeto a aquellos cambios que él ordene en las proporciones.

El módulo de fineza del agregado fino será determinado sumando los porcentajes de material por peso totales del material retenido en tamices típicos números 4, 8, 16, 30, 50, 100 y dividiendo por 100. El módulo de fineza no será menor de 2.40 ni mayor de 3.00.

➤ **Agregado Grueso**

El agregado grueso para el hormigón consistirá en piedra triturada, cascajo u otro material inerte aprobado con características similares, constituido por fragmentos duros, fuertes, durables y libres de revestimientos adheridos.

El agregado grueso no deberá contener sustancias perjudiciales en exceso los siguientes porcentajes de acuerdo lo mostrado en la tabla adjunta. A satisfacción del ingeniero residente.

Las sustancias perjudiciales (incluyendo materias orgánicas tales como astillas o briznas de madera, raíces y hojas, etc.) deberán ser removidas totalmente del agregado grueso.

El agregado grueso deberá tener un porcentaje de desgaste no mayor de 40% a 500 revoluciones, como se determina en el método T 96 de la AASHTO (Prueba "Los Ángeles").

Cuando el agregado grueso se someta a cinco pruebas alternadas de solidez con sulfato de sodio, usando el método T 104 de la AASHTO, la pérdida de peso no será mayor del 12%.

El agregado grueso se conformará con la Especificación M 80 de AASHTO y su granulometría, en porcentajes por peso, que pasan los tamices de laboratorio de malla cuadrada, se ajustará a lo especificado en la norma AASHTO M 43, antes de ser usado y a fin de facilitar la dosificación, el agregado grueso deberá separarse tamizando a través de cedazos de abertura cuadrada de 50.8 mm (2") y 19.0 mm (3/4"), respectivamente.

➤ **Aditivos**

Si el contratista se propone usar aditivos para inclusión de aire o de cualquier otro tipo, deberá notificarlo por escrito al Ingeniero y las condiciones en que dicho aditivo habrá de aplicarse tendrán que ser acordadas por escrito entre ambas partes antes de que su empleo sea permitido.

Los aditivos para la inclusión de aire deberán cumplir con AASHTO M 154 y los otros aditivos químicos, si es que se aprueba su uso, deberán cumplir con AASHTO M 194. El Ingeniero Residente podrá requerir, previamente o en cualquier momento durante la construcción, que el aditivo escogido por el Contratista sea aprobado posteriormente para determinar su efecto en la calidad del hormigón producido.

➤ **Materiales para Relleno de Juntas:**

El material de sello vertido para las juntas deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 173 o de silicón según lo indicado en (a).

Las láminas de relleno pre moldeadas deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 33 ó M 153 ó M 213 ó M 220 ó como lo indiquen los planos.

a) Selladores de silicón para las juntas:

El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicón o similar, los cuales deberán solidificarse a temperatura ambiente, no se permitirá el uso de material de sello de tipo asfáltico.

El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el ingeniero.

Para todas las juntas de la losa de concreto se permite emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo auto nivelable.

Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para auto nivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

Tabla No.13, Especificaciones, Métodos de Ensayos y Requisitos:

<i>ESPECIFICACION</i>	<i>METODO DE ENSAYO</i>	<i>REQUISITOS</i>
<i>Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).</i>	<i>ASTM D 412</i>	<i>3.2 kg/cm² max.</i>
<i>Flujo a 25° C ± 5° C</i>	<i>ASTM C 639 (15% Canal A)</i>	<i>No deberá fluir del canal.</i>
<i>Tasa de extrusión a 25° C ± 5° C</i>	<i>ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)</i>	<i>75-250 g/minuto</i>
<i>Gravedad Específica</i>	<i>ASTM D 792 (método A)</i>	<i>1.01 a 1.51</i>
<i>Dureza a - 18° C (7 días de curado a 25° C ± 5° C)</i>	<i>ASTM C 661</i>	<i>10 a 25</i>
<i>Resistencia al interperismo después de 5000 horas de exposición continua</i>	<i>ASTM C 793</i>	<i>No agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies con polvos por desintegración.</i>
<i>Superficie seca a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa.</i>	<i>ASTM C 679</i>	<i>Menor de 75 minutos.</i>
<i>Elongación después de 21 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45 % a 55% de humedad relativa.</i>	<i>ASTM D 412</i>	<i>1,200 %</i>
<i>Fraguado al tacto a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa.</i>	<i>ASTM C 1640</i>	<i>Menos de 75 minutos</i>
<i>Vida en el contenedor a partir del día de embarque.</i>	<i>--</i>	<i>6 meses mínimo</i>
<i>Adhesión a bloques de mortero</i>	<i>AASHTO T 132</i>	<i>3.5 kg/cm²</i>
<i>Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18° C después de 7 días de curado al aire a 25° C ± 5° C, seguido por 7 días en agua a 25° C ± 5° C.</i>	<i>ASTM C 719</i>	<i>Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.</i>

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los planos de construcción aprobados.

La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

Las tirillas de respaldo impiden la adherencia de los selladores al fondo de la caja, en la siguiente tabla se indica el tamaño adecuado para los distintos anchos de juntas.

Tabla No. 14, Ancho de Caja y Diámetro de Cordón de Respaldo

ANCHO DE LA CAJA (mm)	DIAMETRO DE CORDON DE RESPALDO (mm)
3	6
5	6
6	8
	10
10	13
13	16
16	19
19	22
22	25
25	32
32	38
38	50

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

➤ **Colocación del Concreto:**

Antes de iniciar el proceso de colado del concreto, se deberá haber completado todo el trabajo correspondiente a la base estabilizada con cemento, así como el proceso de curado de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas.

Antes de iniciar el proceso de colado del concreto, se deberá haber completado todo el trabajo correspondiente a la base estabilizada con cemento, así como el proceso de curado de acuerdo a lo establecido en las especificaciones técnicas.

➤ **En lo general.**

Se deberá manipular, colocar y consolidar el concreto con métodos que no causen segregación y den como resultado un concreto denso y homogéneo que esté libre de *huecos y ratoneras*.

Los métodos de colar el concreto no deberán causar desplazamiento del acero de refuerzos correspondientes a las dovelas o pasa juntas, u otro material que vaya empotrado en el concreto.

Cuélese y consolídese el concreto antes del fraguado inicial. No reamasar el concreto agregándole agua a la mezcla.

No colar el concreto sino hasta que las formaletas, todos los materiales que van empotrados y la adecuación del material de la fundación hayan sido inspeccionados y aprobados por el ingeniero supervisor.

Se deberá retirar todo mortero, desechos y material extraño de las formaletas y del acero de refuerzo antes de comenzar la colocación del concreto.

Se deberá humedecer muy bien las formaletas y la superficie donde se apoyará el concreto, inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ellos.

Los dispositivos temporales separadores de formaletas pueden ser dejados en su sitio mientras la colocación del concreto exija su uso, después de lo cual serán removidos.

Colar el concreto continuamente sin interrupción entre la construcción planeada o entre juntas de expansión.

La tasa de entrega, secuencia de la colada y los métodos deberán ser tales que siempre se esté colando y consolidando concreto recién hecho contra concreto previamente colocado antes de que se haya alcanzado el fraguado inicial en este último.

No se permitirá que el tiempo transcurrido entre la colocación de bachadas sucesivas exceda de 60 minutos.

Durante y después de la colada del concreto, no se deberá dañar el concreto previamente colocado; manténganse a los trabajadores fuera del concreto recién hecho.

Una vez que el concreto ha fraguado, no perturbar las formaletas y otros elementos que sobresalgan del concreto sino hasta que éste alcance la resistencia suficiente para evitar daños.

➤ **Curación del Concreto**

La curación del concreto se deberá iniciar inmediatamente después de que el agua libre superficial se ha evaporado y se ha completado el acabado.

Si la superficie del concreto comienza a secarse antes de que se haya escogido el método de curación que se va a implementar, manténgase la superficie de concreto húmeda usando un rocío como niebla sin dañar la superficie.

Las superficies a ser frotadas deberán ser mantenidas húmedas después de quitar las formaletas. Cúrense inmediatamente después de la primera frotada.

Cúrense las superficies superiores de las calzadas de puentes usando el método de compuesto de membrana líquida para curar combinado con el método a base de agua.

Aplíquese el compuesto de membrana líquida inmediatamente después del acabado. Aplíquese la curación a base de agua dentro de 4 horas después del acabado.

Las siguientes disposiciones sobre muestreo y ensaye serán aplicables y prevalecerán en cualquier discrepancia que hubiere con los métodos estándar enumerados anteriormente:

A.- El control del concreto será hecho por medio de cilindros. Se tomará una muestra por cada 25 metros cúbicos, con un mínimo de tres muestras por elemento estructural.

El suministro de cilindros, las pruebas o ensayos, así como todo lo necesario para el muestreo y ensaye del concreto, serán subsidiarios del costo del concreto.

B.- El ingeniero supervisor podrá ordenar un número adicional de cilindros de pruebas durante la ejecución de los trabajos, ya sea para someterlas a curado en las mismas condiciones en que el concreto es colocado en la estructura, para determinar el grado de eficiencia del curado del concreto en el sitio o para obtener testigos de pruebas adicionales para un mejor control.

C.- Las pruebas de resistencia serán realizadas a los 7 y a los 28 días de mezclado el concreto. La cantidad de muestras para el control de resistencia será de, por lo menos, 2 cilindros para cada fecha en que se quiera conocer la resistencia del concreto.

D.- Resistencia de diseño. Las resistencias promedio de diseño, serán obtenidas de acuerdo a las resistencias de la clase de concreto especificado, de conformidad con el siguiente cuadro:

Tabla No. 15, Resistencia de Diseño

Resistencia de Diseño		
Condiciones Previstas para la Colada	Resistencia Media para Estructuras Diseñadas en Función del Esfuerzo de Trabajo	Resistencia Media para Estructuras Prestresadas o diseñadas en Función del Esfuerzo Ultimo
Medias	$f_m = f'_c \times 1.35$	$f_m = f'_c \times 1.5$
Buenas	$f_m = f'_c \times 1.28$	$f_m = f'_c \times 1.35$
Muy Buenas	$f_m = f'_c \times 1.20$	$f_m = f'_c \times 1.25$

donde: f_m = Resistencia media de diseño y
 f'_c = Resistencia especificada para el concreto a los 28 días de edad, denominada resistencia característica.

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

☞ Las condiciones previstas de ejecución de la colada adoptadas en el cuadro anterior, corresponden a las siguientes:

1. Condiciones Medias.

Cemento sin conservación adecuada y sin comprobaciones frecuentes de su estado. Agregados medidos por volumen por procedimientos aparentemente eficaces, pero de precisión no comprobada.

Falta de correcciones en los volúmenes de arena utilizados cuando varía la humedad de esta y por tanto, su contracción. Cantidad de agua bien medida al ser alimentada a la mezcladora, pero sin ajustar por la humedad contenida en la arena.

2. Buenas Condiciones:

Cemento bien conservado, con frecuentes comprobaciones de su calidad. Agregados cuidadosamente medidos por volumen, con corrección en los volúmenes de arena a causa de su contracción.

Reajuste en la cantidad de agua alimentada a la mezcladora cuando varía notablemente la humedad de los agregados.

Vigilancia al pie de la obra con el equipo mínimo necesario para efectuar las comprobaciones oportunas.

3. Condiciones Muy Buenas:

Control estricto de la calidad del cemento y de la relación agua/cemento.

Agregados medidos por peso con determinaciones periódicas de la graduación y la humedad. Control de la consistencia del concreto.

Laboratorio al pie de la obra con el personal y las instalaciones necesarias en cada caso. Constante atención a todos los detalles de la operación, tales como la falta de calibración de las básculas, cambios en el contenido de cemento, etc.

➤ Método de Medición

Mídase el pavimento de concreto de cemento hidráulico por metro cuadrado.

Para fines de pago, mézase el ancho horizontalmente incluyendo el sobre ancho permisible en las curvas.

La longitud será medida horizontalmente a lo largo de la línea central de la vía. Mídase el sellamiento de juntas en metros cuadrados, de acuerdo al área de losas colocadas.

➤ **Base para el Pago:**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los conceptos listados más adelante que figuren en el pliego de Licitación, excepto que el precio unitario del pavimento de concreto de cemento hidráulico será ajustado estadísticamente (Artículo-106.12).

El pago será compensación total por el trabajo prescrito en esta sección.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos que aparezcan en el pliego de licitación: (ALMA D. G., 2011)

Tabla No.16, Condiciones de concepto de pago

Código.	Concepto de Pago	Unidad de Medida
501(2)	Pavimento de Concreto Hidráulico, no reforzado 180 mm de Espesor	Metro Cuadrado
501(4)	Sello de Juntas	Metro Cuadrado

Fuente Dirección de Formulación de Proyectos ALMA

8. Presupuesto:

PRESUPUESTO (COSTOS EN C\$)

PROYECTO: MEJORAMIENTO VIAL CON CONCRETO HIDRÁULICO DE 366 MTS. DE CAMINO DE ACCESO DE LA COMARCA SAN JOSE DE LA CAÑADA, DISTRITO-III

UBICACIÓN: DISTRITO-III

FECHA: FEBRERO 2020

T/C:	34.10
------	-------

CODIGO	DESCRIPCION	U.M	CANTIDAD	C. UNIT	C. TOTAL
	CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO CONCRETO HIDRÁULICO				5,556,012.40
05	PRELIMINARES				400,682.76
01	LIMPIEZA INICIAL	M2	2,914.05	6.05	17,630.00
	LIMPIEZA INICIAL CON EQUIPO	M2	2,914.05	6.05	17,630.00
02	REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	2,299.88	5.48	12,603.34
	REPLANTEO TOPOGRAFICO EN CALLES	M2	2,299.88	5.48	12,603.34
03	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	M2	16.00	2,592.01	41,472.16
	CHAMPA DE MADERA (INCL. PISO + TECHO DE LAM ZINC) PARA OFICINA GALERON CERRADO	M2	16.00	2,592.01	41,472.16
04	ROTULO	C/U	1.00	14,348.12	14,348.12
	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	14,348.12	14,348.12
	REMOCION DE ESTRUCTURAS	GLB	1.00	314,629.14	314,629.14
	REMOCION Y REINSTALACION DE POSTE PARA LUMINARIA (POSTE DE LUZ)	C/U	3.00	4,895.15	14,685.45
	REMOCION DE ARBOLES DE 30 CM (EXTRAER RAICES Y RELLENADO CON MATERIAL DE SITIO)	C/U	1.00	5,595.17	5,595.17
	REPARACION DE ACOMETIDAS DOMICILIARES DE AGUAS NEGRAS PVC 4" (INCL. EXCAV, RELL, ACCESORIOS)	C/U	60.00	2,982.60	178,956.00
	REPARACION DE ACOMETIDA DOMICILIAR DE AGUA POTABLE DE 1/2" (INC. EXC. RELLENO Y TUBERIA)	C/U	60.00	875.48	52,528.80
	DEMOLER MANUALMENTE BORDILLO DE CONCRETO(INCL. DESALOJO)	ML	26.54	77.87	2,066.67
	DEMOLER MANUALMENTE CERCO ALAMBRE DE PUAS CON POSTE PRETENSADO	ML	41.70	208.13	8,679.02
	DEMOLICION MANUAL DE LOSA DE CONCRETO (INC.DESALOJO)	M2	154.29	212.88	32,845.26
	DESINTALACION MANUAL DE ADOQUINES DE CONCRETO (INC. DESALOJO)	M2	212.49	76.68	16,293.73

	REMOVER Y REINSTALAR POSTE PARA TELEFONO	C/U	2.00	1,489.52	2,979.04
15	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				57,336.10
01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	57,336.10	57,336.10
	MOVILIZACION Y DESM. DE EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS (UN MODULO)	KM	10.00	5,733.61	57,336.10
20	MOVIMIENTO DE TIERRA				488,435.15
01	CORTES	M3	1,384.38	86.86	120,247.25
	EXCAVACION EN LA VIA CON TRACTOR	M3	1,384.38	86.86	120,247.25
02	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO (MODULO)	M3	1,305.17	237.96	310,578.25
	RELLENO Y COMPACTACION DE MATERIAL EN TERRAZAS (CON MODULO)	M3	1,305.17	237.96	310,578.25
03	CONFORMACION Y COMPACTACION	M2	2,299.88	15.74	36,200.11
	NIVELACION Y CONFORMACION (CON MOTONIVELADORA) Y COMPACTADA (CON VIBRO-COMPACTADORA)	M2	2,299.88	15.74	36,200.11
04	BOTAR TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION	M3	102.98	207.90	21,409.54
	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 8 KM (CARGA EQUIPO)	M3	102.98	207.90	21,409.54
30	BASES Y SUBBASES				317,901.38
01	BASE DE AGREGADOS NATURALES	M3	459.98	691.12	317,901.38
	BASE DE AGREGADOS NATURALES 50% HORMIGON Y 50% MATERIAL SELECTO (MAT. COMPRADOS)	M3	459.98	691.12	317,901.38
35	CARPETA DE RODAMIENTO				2,361,710.14
01	CARPETA DE CONCRETO HIDRAULICO	M2	2,299.88	1,026.88	2,361,710.14
	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO MR-36 KG/CM2 ESP=12 CM (FIBRA- BORDILLO INTEGRADO-CORTADO-SELLADO)	M2	2,299.88	1,014.96	2,334,286.20
	CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS (CONCRETO-BASE-RELLENOS)	GLB	1.00	27,423.94	27,423.94
45	CUNETAS ANDENES Y BORDILLOS				358,030.87
01	VIGA DE REMATE	ML	9.37	904.59	8,476.01
	VIGA DE REMATE DE CONCRETO DE 3500 PSI DE 0.20mx0.50m, PARA ADOQUINADO (INCL. EXC. Y DES.)	ML	9.37	904.59	8,476.01
02	ANDENES DE CONCRETO	M2	614.17	569.15	349,554.86
	ANDEN DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 3" COLOR NATURAL CORTADO Y SELLADO (INCL. TODO)	M2	614.17	569.15	349,554.86
50	OBRAS DE PROTECCION				1,453,719.83
08	MURO DE CONCRETO REFORZADO TIPO I	M3	12.90	16,277.19	209,975.71

	CONCRETO DE 3,000 PSI (CON MEZCLADORA)	M3	12.90	5,378.36	69,380.84
	FORMALETA EN ZAPATAS DE CIMENTACION CORRIDAS	M2	15.17	364.23	5,525.37
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN ZAPATAS	M3	7.33	873.32	6,401.44
	FORMALETA EN MUROS DE CONCRETO	M2	74.68	337.43	25,199.27
	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 8 KM (CARGA EQUIPO)	M3	15.17	207.90	3,153.84
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (CON APISONADORA) MAT DE SITIO	M3	99.45	255.88	25,447.27
	ACERO DE REFUERZO G-60 (ALISTAR ARMAR COLOCAR)	LBS	1,085.42	30.36	32,953.35
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN VIGAS COLUMNAS Y MUROS	M3	5.57	1,335.04	7,436.17
	EXCAVACION (CON RETRO-EXCAVADORA) EN FORMA DE ZANJA EN T. NATURAL	M3	110.84	305.59	33,871.60
	TRAZO Y NIVELACION PARA MUROS (CON TOPOGRAFIA)	ML	28.87	21.01	606.56
	CONSTRUCCION DE MURO TIPO II	M3	30.44	19,383.89	590,045.52
	CONCRETO DE 3,000 PSI (CON MEZCLADORA)	M3	30.44	5,378.36	163,717.28
	FORMALETA EN ZAPATAS DE CIMENTACION CORRIDAS	M2	23.80	364.23	8,668.67
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN ZAPATAS	M3	16.17	873.32	14,121.58
	FORMALETA EN MUROS DE CONCRETO	M2	190.92	337.43	64,422.14
	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 8 KM (CARGA EQUIPO)	M3	39.19	207.90	8,147.60
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (CON APISONADORA) MAT DE SITIO	M3	321.86	255.88	82,357.54
	ACERO DE REFUERZO G-60 (ALISTAR ARMAR COLOCAR)	LBS	3,678.28	30.36	111,672.58
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN VIGAS COLUMNAS Y MUROS	M3	14.27	1,335.04	19,051.02
	EXCAVACION (CON RETRO-EXCAVADORA) EN FORMA DE ZANJA EN T. NATURAL	M3	352.00	305.59	107,567.68
	TRAZO Y NIVELACION PARA MUROS (CON TOPOGRAFIA)	ML	46.19	21.01	970.45
	FILTRO DE P. TRITURADA (GRAVA 2 1/2") DE 0.3x0.3x0.30 Y DREN.TUBO PVC (SDR-26) Ø= 2". (MANUAL)	C/U	31.00	301.58	9,348.98
	CONSTRUCCION DE MURO TIPO III	M3	34.38	19,013.92	653,698.60
	CONCRETO DE 3,000 PSI (CON MEZCLADORA)	M3	34.38	5,378.36	184,908.02
	FORMALETA EN ZAPATAS DE CIMENTACION CORRIDAS	M2	18.80	364.23	6,847.52
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN ZAPATAS	M3	15.25	873.32	13,318.13
	FORMALETA EN MUROS DE CONCRETO	M2	192.36	337.43	64,908.03

	DESALOJO DE TIERRA DE EXCAVACION A 8 KM (CARGA EQUIPO)	M3	61.42	207.90	12,769.22
	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (CON APISONADORA) MAT DE SITIO	M3	286.12	255.88	73,212.39
	ACERO DE REFUERZO G-60 (ALISTAR ARMAR COLOCAR)	LBS	5,346.82	30.36	162,329.46
	COLADO VACIADO VIBRADO Y CURADO DE CONCRETO EN VIGAS COLUMNAS Y MUROS	M3	19.13	1,335.04	25,539.32
	EXCAVACION (CON RETRO-EXCAVADORA) EN FORMA DE ZANJA EN T. NATURAL	M3	333.37	305.59	101,874.54
	TRAZO Y NIVELACION PARA MUROS (CON TOPOGRAFIA)	ML	35.89	21.01	754.05
	FILTRO DE P. TRITURADA (GRAVA 2 1/2") DE 0.3x0.3x0.30 Y DREN.TUBO PVC (SDR-26) Ø= 2". (MANUAL)	C/U	24.00	301.58	7,237.92
60	SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL				63,674.29
01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	ML	1,055.66	60.32	63,674.29
	PINTURA DE LINEA CONTINUA 10 CM TIPO TRAFICO	ML	363.56	24.53	8,918.13
	PINTURA EN CUNETAS Y BORDILLOS (TIPO TRAFICO)	ML	729.11	75.10	54,756.16
70	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				54,521.88
01	LIMPIEZA FINAL	M2	2,828.43	19.28	54,521.88
	LIMPIEZA FINAL MANUAL (CON DESALOJO)	M2	2,914.05	18.71	54,521.88
				TOTAL C\$ =	C\$5,556,012.40
				I.V.A 15 % =	C\$833,401.86
				GRAN TOTAL C\$ =	<u>C\$6,389,414.26</u>

9. Conclusiones:

4. El presente trabajo de seminario de graduación con el título de ***“Propuesta de mejoramiento con concreto hidráulico de 366 metros lineales del camino de acceso de la comarca San José de las Cañadas, Distrito-III del Municipio de Managua”***.
5. Se da por concluido con la satisfacción en el aprendizaje y experiencia, debido a los diferentes estudios investigativos para poder efectuar la propuesta de rodamiento de pavimento de concreto hidráulicos.
6. La investigación se propone realizar el mejoramiento vial con estructura de pavimento de concreto hidráulico MR-36 de 12 cm de espesor con bordillos integrados y andenes peatonales.
7. La Alcaldía de Managua es entidad encargada de la ejecución del proyecto mediante el plan de inversiones del año 2020.
8. Este proyecto solucionará la problemática expuesta por los habitantes de la comarca San José de la Cañada, cumpliendo con las obras anuales para mejorar el desarrollo de la economía y así mejorar su calidad de vida.

10. Recomendaciones:

1. En el sistema hidráulico como aspecto importante se recomienda lo siguiente:
 - Mantener las cunetas limpias y sin ningún tipo de sedimento que dificulte la circulación de escorrentías pluviales para la cual fueron diseñadas.
 - No permitir que la carpeta de rodamiento sufra deterioro por las aguas en temporada de lluvias, las principales responsables de deterioros en obras horizontales de ingeniería.
2. En la ejecución de la obra el ingeniero supervisor tendrá que vigilar que la compactación cumpla con las normas establecidas en NIC-2000, así como tendrá que inspeccionar que todos los materiales que se utilicen cumplan con las normas para la cual se utiliza cada uno (arena, grava, agua y material granular).
3. El mantenimiento de la calle se debe conservar una cuadrilla de mantenimiento preventivo que se encargue de restaurar las deficiencias que pueda presentar el curado del concreto y preservar la geometría transversal de la vía con respecto al drenaje pluvial de las aguas.
4. Vigilar las sobrecargas de los tipos de vehículos pesados que circulan en la vía deberán ajustarse a las normativas de transporte regulado por el (MTI) Ministerio de Transporte e Infraestructura.
5. Realizar obras de protección del pavimento de la calle contra la erosión, tomándose todas las medidas de prevención y mitigación necesarias.

6. El aspecto de factibilidad desde el punto de vista económico es bueno por que mejorara la circulación de los transportistas ofreciéndoles confort y reduce el gasto de mantenimiento de las calles.

7. Se recomienda hacer inventario de reemplazo la red de tuberías aguas potable y sanitaria por parte de ENACAL, antes de la construcción de la calle de pavimento rígido con el fin de evitar rupturas debido a fuga de aguas.

11. Bibliografía:

- ALMA. (2011). *Recarpeteo de Calles de Acceso a Sitios Turístico del Municipio de Managua*. Managua.
- ALMA. (2012). *Mejoramiento Vial de Calles en Barrios de Managua II-Etapa*. Managua.
- ALMA. (2012). *Reconstrucción de Calles Asfaltada del Municipio de Managua I-Etapa (ALBA)*. Managua.
- ALMA. (2013). *Plan de Desarrollo del Municipio de Managua 2013-2028*. Managua.
- ALMA. (2018). *Diagnóstico de la Red Vial del Municipio de Managua*. Managua.
- ALMA, D. G. (2011). *Especificaciones Técnicas*. Managua.
- Managua, A. d. (2017). *Inventario Vial de la Red Vial del Municipio de Managua* . Managua.
- Nuevo Díarió. (Julio de 2012). *Nicaragua a la Zaga en Vías de Concreto Hidráulico*.

12. Anexos:

Foto no.1 inicio del camino situación actual



Fuente propia tomada con celular J7 Prime

☞ Foto no.2 En la foto se observa escorrentía superficiales



Fuente propia tomada con celular J7 Prime

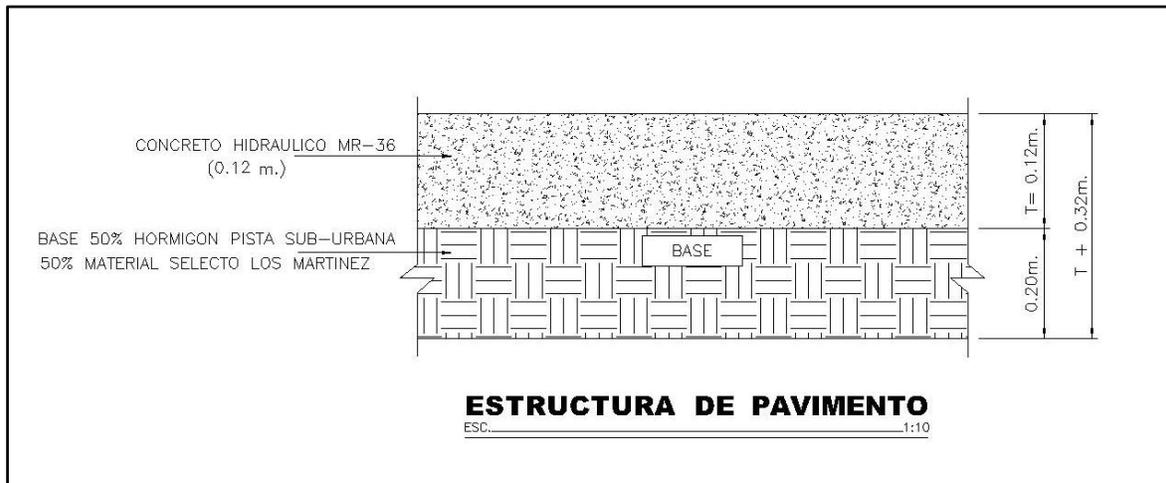


Foto no.3 Sistema de transporte que transita en el camino



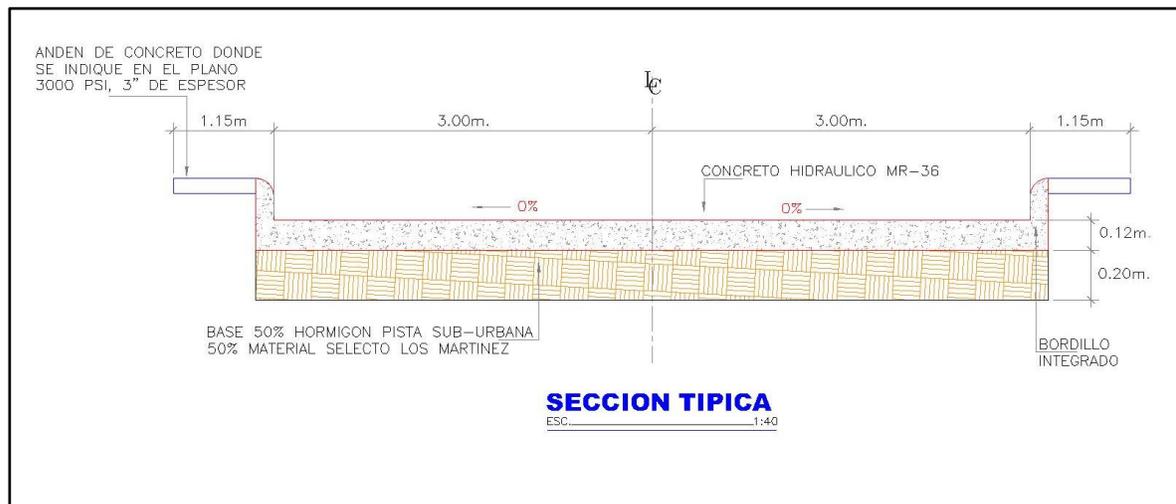
Fuente propia tomada con celular J7 Prime

Figura No.3, Estructura típica de pavimento de concreto MR-36



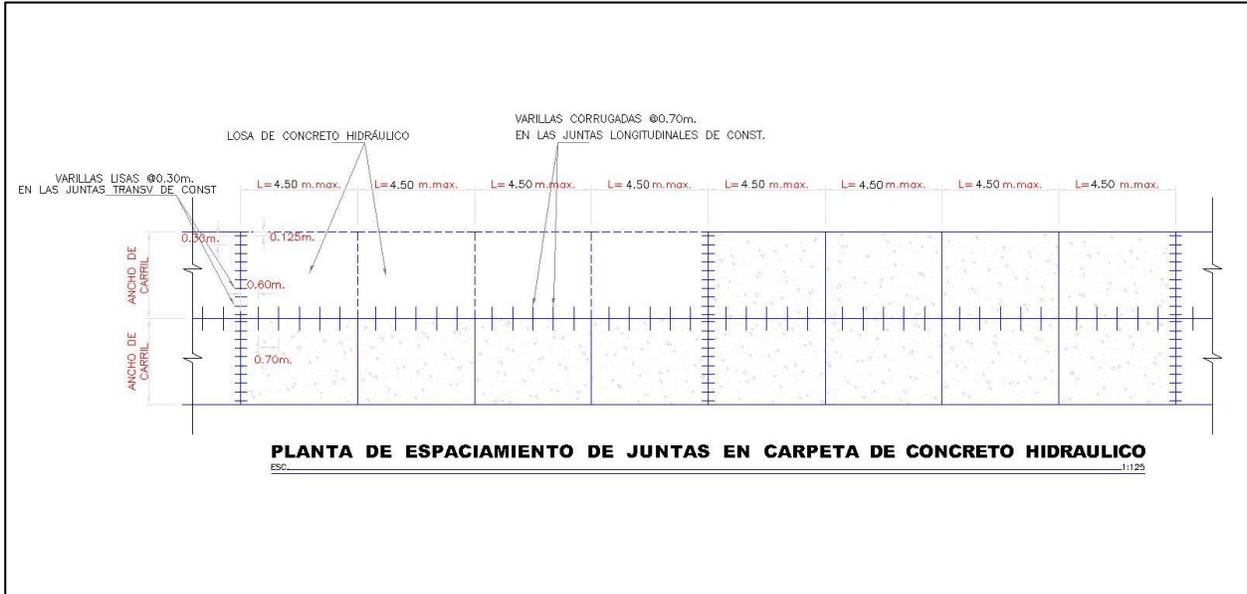
Fuente diseño de ALMA

Figura No.4, Sección típica de calle de concreto hidráulico



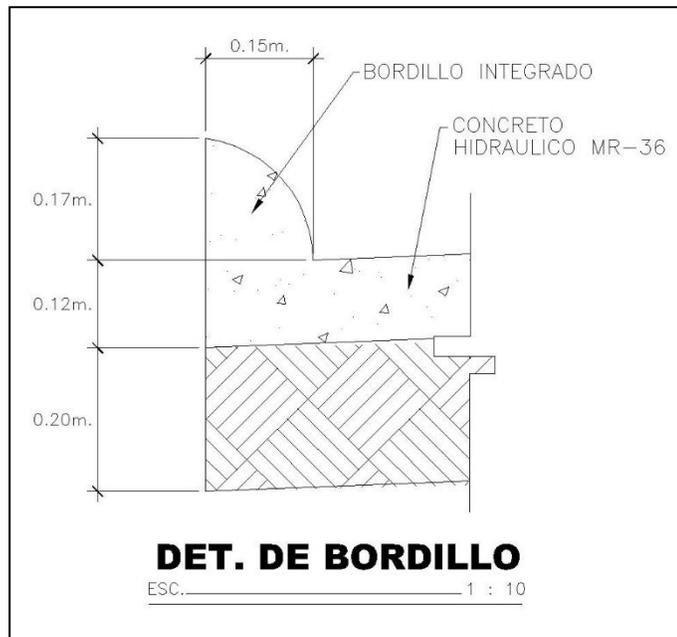
Fuente diseño de ALMA

Figura No.5, Espaciamiento de juntas en carpeta de concreto hidráulico



Fuente diseño de ALMA

Figura No.6, Detalle de bordillo de concreto



Fuente diseño de ALMA