

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL,
DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS
RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE
TEMPERATURA”.**

Presentado por:

MANUEL ARISTIDES HERNÁNDEZ SALAZAR

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

Lima – Perú

2016

AGRADECIMIENTO

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios por darme la bendición de hacerme peruano y molinero, regalos incalculables.

A mi familia, que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando, y a la vez empezando, esta etapa de mi vida.

A mis amigos por su apoyo, consejos y sobre todo sus valiosos ejemplos de vida.

A mi patrocinador e ilustre profesor, el Ing. Carlos Bravo, por su apoyo y visión para con la tesis, pero sobre todo por la confianza depositada en mí.

A mis profesores por inculcarme el amor a los estudios y la necesidad de seguir aprendiendo. En especial al Arq. Víctor Aguilar Vidangos, el Ing. Hermes Valdivia, el Ing. Humberto Barreno, el Ing. Víctor Rodríguez, entre otros.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi querida universidad donde forme mis conocimientos profesionales.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
1. PAVIMENTOS	12
2. PAVIMENTOS FLEXIBLES (PAVIMENTOS ASFÁLTICOS).....	14
3. PAVIMENTOS RÍGIDOS (PAVIMENTO DE CONCRETO).....	20
4. INDICACIONES DE TÉCNICAS - NTP CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS	25
5. DIFERENCIAS A CONSIDERAR ENTRE EL ASFALTO Y EL CONCRETO	27
6. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS	29
7. DEFINICIONES Y CONCEPTOS AMBIENTALES.....	29
8. ISOLINEAS.....	43
III. MATERIALES Y MÉTODOS	46
1. GENERALIDADES.....	46
2. METODOLOGÍA.....	46
3. MATERIALES.....	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	52
1. ZONA A ESTUDIO 1	52
2. ZONA A ESTUDIO 2	61
3. ISOTERMAS.....	68
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES	72
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
VIII. ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro N° 01: Normas referentes a técnicas de investigación	26
Cuadro N° 02: Número de puntos por tipo de vías.....	26
Cuadro N° 03: Comparación de características entre pavimentos rígidos y asfálticos.....	27
Cuadro N° 04: Relación de gases de efecto invernadero	31
Cuadro N° 05: Indicadores medioambientales	37
Cuadro N° 06: Valores de Albedo	42
Cuadro N° 07: Herramientas del diseño metodológico	48
Cuadro N° 08: Variables a identificar.....	49
Cuadro N° 10: Instrumentos para coleta de datos	51
Cuadro N° 11: Puntos de verificación Isotermas - Campo	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Esquema estructural de pavimento de asfalto	15
Figura N° 02 : Esquema Estructural de Pavimento de Concreto.....	21
Figura N° 03: Resultado del estudio solicitado por CIMBÉTON (primera parte).	39
Figura N°04: Resultado del estudio solicitado por CIMBÉTON (segunda parte).	40
Figura N° 05: Diseño metodológico	47
Figura N° 06: Zona a estudio 01.....	53
Figura N° 07: Diagrama de temperatura de Sub - Zona1, sobre la Zona1	53
Figura N° 08: Fotografía Sub - Zona1, sobre la Zona1	54
Figura N° 09: Diagrama de temperatura de Sub - Zona2, sobre la Zona1	54
Figura N° 10: Fotografía Sub - Zona2, sobre la Zona1	55
Figura N° 11: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona1	56
Figura 12: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona1 (Temperatura tentativa).....	56
Figura N° 13: Fotografía Sub - Zona3, sobre la Zona1	57
Figura N° 14: Diagrama de temperatura de Sub - Zona4, sobre la Zona1	57
Figura N° 15: Fotografía Sub - Zona4, sobre la Zona1	58
Figura N° 16: Diagrama de temperatura de Sub - Zona5, sobre la Zona1	58
Figura N° 17: Fotografía Sub - Zona5, sobre la Zona1	59
Figura N° 18: Diagrama de temperatura de Sub - Zona6, sobre la Zona1	59
Figura N° 19: Fotografía Sub - Zona6, sobre la Zona1	60
Figura N° 20: Diagrama de temperatura de Sub - Zona7, sobre la Zona1	60
Figura N° 21: Fotografía Sub - Zona7, sobre la Zona1	61
Figura N° 22: Zona a estudio 02.....	61
Figura N° 23: Diagrama de temperatura de Sub - Zona1, sobre la Zona2.....	62
Figura N° 24: Fotografía Sub - Zona1, sobre la Zona2	63
Figura N° 25: Diagrama de temperatura de Sub - Zona2, sobre la Zona2.....	63
Figura N° 26: Fotografía Sub - Zona2, sobre la Zona2	64
Figura N° 27: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona2.....	64

Figura N° 28: Fotografía Sub - Zona3, sobre la Zona2	65
Figura N° 29: Diagrama de temperatura de Sub - Zona4, sobre la Zona2.....	65
Figura N° 30: Fotografía Sub - Zona4, sobre la Zona2	66
Figura N° 31: Diagrama de temperatura de Sub - Zona5, sobre la Zona2.....	66
Figura N° 32: Fotografía Sub - Zona5, sobre la Zona2	67
Figura N° 33: Diagrama de temperatura de Sub - Zona6, sobre la Zona2.....	67
Figura N° 34: Fotografía Sub - Zona6, sobre la Zona2	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Títulos de los anexos
Anexo 01	Plano de localización
Anexo 02	Zona de estudio 1 - Z1
Anexo 03	Zona de estudio 2 - Z2
Anexo 04	Tipo de pavimentos en zona de estudio
Anexo 05	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 06	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 07	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 08	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 09	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 10	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 11	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 12	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 13	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 14	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 15	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 16	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 17	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 18	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 19	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 3:10 PM
Anexo 20	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 4:15 PM
Anexo 21	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 22	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 23	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 3:10 PM
Anexo 24	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 4:15 PM
Anexo 25	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 26	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 27	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 3:10 PM

- Anexo 28 Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 4:15 PM
- Anexo 29 Monitoreo de temperaturas a nivel macro - Zona de estudio 01 y 02

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación, reside en evaluar el impacto ambiental que generan los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles mediante el estudio de variación de la temperatura.

La investigación se desarrolla a través de un enfoque ambiental, cuyo impacto climático se genera a partir del efecto de la colocación de pavimentos rígidos y flexibles.

Actualmente existen justificaciones económicas para decidirse a emplear cualquiera de los materiales tradicionales en pistas (hechas a partir de asfalto y/o concreto), sin embargo no existe una justificación sostenible, con referencia a la generación de calor, para esta decisión.

La hipótesis partió de querer demostrar que los pavimentos rígidos generan menos impacto ambiental que los pavimentos flexibles, partiendo del análisis de la temperatura como variable ambiental.

La importancia del trabajo radicó en la obtención de resultados, que indicarán de qué manera las pistas construidas de material bituminoso y de concreto aportan diferentes grados de temperatura perjudiciales para el ambiente.

El análisis y demostración que los pavimentos rígidos (pavimentos hechos de concreto) generan menos impacto ambiental frente a los pavimentos flexibles (pavimentos hechos de material bituminoso) ocurre mediante el estudio de variación de la temperatura, además de su relación e/o influencia de las áreas verdes en estos diferenciales de temperatura.

Se concluyó que se tuvieron mediciones críticas en la superficie de la carpeta de asfalto, como temperaturas de 30° grados, la cual aporta a la elevación de temperatura de la zona involucrada, la cual fue de 17,6° de promedio en la zona de estudio 2.

Es importante señalar que el estudio abre las puertas a otros estudios de la misma línea pero usando otras variables de análisis, como pueden ser: variables de uso, de carga (tráfico), de efecto de la luminosidad artificial, de procesos constructivo empleado, de calidad de material, etc., lo que nos llevaría un panorama más complejo de lo que son proyectos “amigables” al ambiente.

ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the environmental impact generated by the rigid pavements and flexible pavements by the study of the temperature variation.

The research is developed through an environmental focus, whose climate impact is generated by the effect of the placement of rigid and flexible pavements.

Currently there are economic justifications for deciding to use any of the traditional materials on roads (made from asphalt and / or concrete), however there is no sustainable justification, with reference on heat generation for this decision.

The hypothesis came from wanting to prove that rigid pavements generate less environmental impact than flexible pavements, based on the analysis of temperature as an environmental variable.

The work importance lies on the results obtaining, which will indicate how roads constructed of bituminous material and concrete provide different temperature degrees harmful to the environment.

The analysis and demonstration that rigid pavements (pavements made of concrete) generate less environmental impact against the flexible pavements (pavements made of bituminous material) occurs by the studying of temperature variation, besides its relationship and / or influence on green areas in these temperature differentials.

It was concluded that critical measurements on the surface of the asphalt binder were obtained, such as 30° degrees temperatures, which contributes to the rise of temperature in the area involved, which was 17.6 ° average on the study area N°2.

It is important to note that this study opens the door to other studies on the same line but using other analysis variables, such as: variables of use, load (traffic), artificial light effect, constructive processes employed, quality of material, etc., which would take us to a more complex panorama of "friendly" environmental projects.

II. INTRODUCCIÓN

El Perú está viviendo un crecimiento en diferentes rubros importantes para su desarrollo. Este crecimiento se plasma en campos como el sector productivo, industrial, económico y constructivo. De este último, podemos mencionar grandes construcciones que ayudan al desarrollo del país, lo que lleva al bienestar de su población, como son: canales, reservorios, edificaciones, pistas, carreteras, etc. Sin embargo, este crecimiento en el sector constructivo ayuda a reflexionar. Cuanto de estas construcciones afectan a corto, mediano y largo plazo el ambiente, o cuanto son amigables con este de manera sostenida.

El ingreso de nuevas flotas vehiculares a las ciudades, genera una creciente demanda de pistas, para lo cual, generalmente, se plantea nuevas pistas, reparaciones de antiguas o habilitaciones de otras. El creciente tráfico es un factor que a primera vista, determina el daño reparable o irreparable de un pavimento en un determinado periodo de tiempo. No obstante, el caracterizar el daño de un pavimento es marcadamente más complejo. Esto debido a la cantidad de variables involucradas (vehículos, cargas, tipo de neumáticos, el clima, el viento, la lluvia, presencia de granizo, presencia de nieve, etc.), además de la frecuencia de tránsito vehicular, sin contar la interacción que tienen los vehículos (con diferente tipo de carga, neumáticos, etc.) con la superficie del pavimento, lo que definitivamente involucraría fenómenos mucho más complejos a analizar.

Por otro lado, es válido mencionar que las solicitaciones ambientales, tiene un claro dominio en lo que es la conservación de un pavimento, su comportamiento mecánico y su interrelación con los elementos que los rodean. Uno de los agentes que más influye es la temperatura, por sus características termodinámicas que pueden generar modificaciones físico-químicas al material usado como pavimento (siempre relacionado y limitado por la calidad y cantidad de material a emplearse) y al entorno relacionado con este. No obstante, también puede tener una influencia en la transferencia de calor a la atmósfera.

Actualmente, tanto en Lima como en el resto del país, se está presentando un alza en el porcentaje de volúmenes de tránsito, tanto vehículos de carga ligera como un gran

porcentaje de vehículos con carga pesada. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento por Proyectos de Inversión (2016), para el año 2016 se tiene un presupuesto de alrededor de S/. 1000 millones de soles para la construcción de pistas y veredas en las zonas urbanas y rurales a nivel nacional. Sin embargo, cuanto de estos proyectos de construcción vial, tendrán en cuenta los potenciales efectos negativos por el uso de ciertos materiales tradicionales “no amigables” con el ambiente, además de tener un impacto económico negativo a mediano y largo plazo, por su uso. Esto nos hace pensar en la problemática técnica de estos proyectos, su falta de sustento técnico para la toma de decisión del uso de pavimentos flexibles frente a los rígidos.

En el año 2012, se realizó en Lima el congreso internacional del ACI, en la cual se trataron temas involucrados con la construcción de carretera, entre otros. En este congreso se señaló que muchos de los parámetros físico-químicos que están involucrados a lo largo de la vida útil de los pavimentos, aún no están estudiados. Existen centros de investigaciones como la Fundación de Investigación y Desarrollo de Texas (TRDF) que se ha involucrado con estos estudios; en Sudamérica países como Brasil están iniciando estas investigaciones; mientras en Perú aún no se tiene información dirigida a estos parámetros.

La presente tesis tiene como fin evaluar el impacto ambiental que generan los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles mediante el estudio de variación de la temperatura. El estudio se llevó a cabo en el distrito de Magdalena del Mar (distrito de la capital), el cual por sus diversas condiciones urbano-vehicular es de gran importancia para la investigación. Dentro del estudio se consideraran efectos importantes como es el de “isla de calor” el cual, si bien es cierto tiene un importante relevancia en construcciones ambientalmente correctas y sostenibles, en la mayoría de estudios viales no es considerado, es por esto que este concepto es de suma importancia a la hora de valorar el entorno ambiental. La importancia de las islas de calor radica en el análisis complementario de la influencia de las edificaciones, pistas, veredas y estructuras colindantes a los pavimentos, y como estos elementos contribuyen o no a la generación de calor. Especialistas como Villanueva-Solis, Ranfla y Quintanilla-Montoya (2012), señalan que el crecimiento disperso de las ciudades, así como, las islas de calor, tiene implicaciones directas en la calidad del aire, la salud pública, la gestión energética y en la planeación urbana. Por ello, esta problemática se ha convertido en uno de los principales desafíos relacionados con el proceso de urbanización, ya que el aumento de la temperatura asociada a las islas de calor tiende a exacerbar los problemas antes mencionados (Tan, et. al., 2010). Además, de estar ya identificada en los

temas centrales cuando se trata la mitigación y/o adaptación ante el cambio climático, desde un enfoque urbano.

Además, sobre la realidad del pavimento, el autor Yunus (2009) indica la importancia de analizar y demostrar que los pavimentos rígidos (pavimentos hechos de concreto) generan menos impacto medio-ambiental frente a los pavimentos flexibles (pavimentos hechos de material bituminoso) mediante el estudio de variación de la temperatura, además de su relación e/o influencia de las áreas verdes en estos diferenciales de temperatura. Es importante señalar que el presente estudio abre las puertas a otros estudios de la misma línea pero usando otras variables de análisis, como pueden ser variables de uso, de carga (tráfico), de efecto de la luminosidad artificial, de calidad de material, etc., lo que nos llevaría un panorama más complejo de lo que son proyectos “amigables” al ambiente.

Dentro de las actividades que contempla el proyecto están las de:

- Identificar y describir las propiedades físico-químicas de los pavimentos.
- Identificar el impacto ambiental que generaría el uso de los materiales involucrados en la construcción de pistas.
- Proponer la mejor alternativa de material para la construcción de pistas amigables con el medio ambiente.

A la fecha existen muchos estudios referidos al uso de material bituminoso y de concreto en pistas, pero estos estudios carecen de una línea de investigación que involucre un análisis comparativo usando variables medioambientales (como la temperatura). En el Perú este tipo de estudios es escaso, lo que demuestra poco interés de cómo puede afectar el uso algunos materiales a mediano y largo plazo al medio ambiente.

1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Objetivo general
 - Evaluar el impacto ambiental que generan los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles mediante el estudio de variación de la temperatura.
- Objetivos específicos
 - Evaluar el impacto ambiental que genera, en el tiempo, la existencia de pavimento asfáltico y de concreto.
 - Evaluar la influencia de las áreas verdes en las zonas urbanas, cercanas a los pavimentos, frente a las islas de calor urbano.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

1. PAVIMENTOS

Por su finalidad, un pavimento es una estructura que permite el tránsito de vehículos y puede estar conformada por una o varias capas superpuestas.

Los señores Rico y Del Castillo (1999), indican que las principales funciones que debe cumplir un pavimento son proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, al intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito. Además debe ser resistente al desgaste debido a la abrasión producida por las llantas y tener buenas condiciones de drenaje. En cuanto a la seguridad vial debe presentar una textura apropiada de acuerdo a la velocidad de circulación de los vehículos para mejorar la fricción, debe tener un color adecuado de tal manera que se eviten los reflejos y deslumbramientos. Con el fin de brindar comodidad a los usuarios, debe procurar tener regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal. También se debería tener en cuenta en el diseño medidas para disminuir el ruido de la rodadura. Además en su tesis, Rengifo Arakaki (2014), se indica que como toda obra de infraestructura los factores de costo y de vida útil son muy importantes por lo que el pavimento debe ser durable y económico.

El señor Llosa Grau (2006), en su tesis de grado, añade, que los pavimentos contienen capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son: el ancho, el tramo horizontal y vertical, la resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Además, el pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

El señor Llosa Grau (2006), en su tesis de grado, presenta dos tipos de pavimentos, los mismos que se diferencian por la estructura que presentan y las capas que las conforman.

1.1. Características que debe reunir el pavimento

El señor Diez, M. y Navarro, J. (2008), indica que un pavimento para cumplir sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ofrecer resistencia ante la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una textura superficial aceptable a las velocidades previstas del tránsito.
- Presentar una resistencia al desgaste abrasivo de las llantas.
- Debe presentar regularidad superficial tanto transversal como longitudinalmente tal que permita la comodidad a los usuarios.
- Presentar comportamiento aceptable respecto al drenaje y subdrenaje.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos a fin de salvaguardar al usuario.
- El ruido generado por la fricción entre las llantas contra el pavimento debe ser tal que no perturbe el sentido auditivo del usuario.

1.2. Factores que influyen en la performance de los pavimentos

Podríamos indicar, según Mora (2010), que los factores que influyen en la performance de los pavimentos son:

- Tráfico
 - Carga bruta y presión de llanta
 - Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento
 - Repetición de carga
 - Radio de influencia de carga
 - Velocidad
 - Eje y configuración de rueda
- Clima
 - Precipitación pluvial (Aquaplaning).
 - Expansión por congelamiento.
 - Deshielo del inicio de primavera

- Contracción y expansión.
- Congelamiento-deshielo y húmedo-seco
- Geometría del proyecto (diseño vial)
 - Distribución del tráfico en el pavimento
- Posición de la estructura
 - Secciones de corte y relleno
 - Profundidad del nivel freático
 - Deslizamientos y problemas relacionados.
 - Depósitos ligeramente profundos
- Construcción y Mantenimiento
 - Deficiencia en la compactación del terreno de fundación y/o cimiento
 - Fallas: instalación y mantenimiento de juntas
 - Inadecuada colocación de guías en los niveles (mandiles o reglas metálicas)
 - Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado
 - Durabilidad del agregado (árido) partido (fracturado)

2. PAVIMENTOS FLEXIBLES (PAVIMENTOS ASFÁLTICOS)

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), el pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub-base, base) y, como capa de rodadura, una carpeta constituida con materiales bituminosos como: aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

Su estructura tiene como composición una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. Casi siempre es de asfalto (material derivado del petróleo). Se denomina flexible porque al estar sometido a cargas, este sufre una deformación, pero al cesar la carga tiende a volver a su estado normal, esto por su comportamiento elástico. En el cuadro N° 01 se muestra un esquema estructural del pavimento asfáltico.

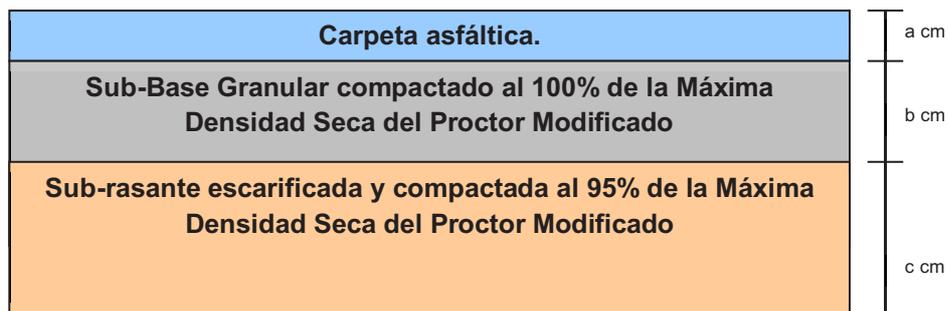


Figura N° 01: Esquema estructural de pavimento de asfalto

Fuente: Elaboración Propia

2.1. Características fundamentales

Las características fundamentales que debe cumplir todo pavimento flexible, según Rico y Del Castillo (1999) son:

- **Resistencia estructural:** el pavimento debe ser capaz de soportar las cargas debidas al tránsito de tal manera que el deterioro sea paulatino y que se cumpla el ciclo de vida definido en el proyecto. La causa de falla en este tipo de pavimentos con mayor aceptación es los esfuerzos cortantes. Sin embargo, también se producen esfuerzos adicionales por la aceleración y frenado de los vehículos así como esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura al deformarse esta verticalmente debido a la carga que soporta. Asimismo, el pavimento se encuentra sometido a cargas actuantes repetitivas. Éstas afectan a largo plazo la resistencia de las capas de relativa rigidez, que en los pavimentos flexibles serían sobre todo las carpetas y bases estabilizadas, donde podrían ocurrir fenómenos de fatiga. Además, la repetición de cargas puede causar la rotura de los granos del material granular modificando la resistencia de estas capas.
- **Deformabilidad:** el nivel de deformación del pavimento se debe controlar debido a que es una de las principales causas de falla en la estructura y si la deformación es permanentemente, el pavimento deja de cumplir las funciones para las cuales fue construido. Se presentan dos clases de deformaciones en una vía: elásticas (recuperación instantánea) y plásticas (permanentes).
- **Durabilidad:** una carretera que tenga un ciclo de vida prolongado en condiciones aceptables no sólo evita la necesidad de construcción nueva, sino también la molestia de los usuarios de la vía al interrumpir el tránsito.

- Costo: se debe hallar un equilibrio entre el costo de construcción inicial y el mantenimiento al que tendrá que ser sometida la vía. Asimismo influye la calidad y la disponibilidad de los materiales para la estructura.
- Requerimientos de la conservación: las condiciones de drenaje y sub drenaje juegan un rol decisivo en el ciclo de vida del pavimento.
- Comodidad: una carretera tiene que resultar cómoda para los usuarios.

Sobre su composición, Montejo (2006) indica que su estructura está compuesta por:

- Carpeta asfáltica: es la capa superficial de la estructura. Tiene tres funciones principales: servir como superficie de rodamiento uniforme y estable para permitir el tránsito, impermeabilizar la estructura para evitar en lo posible la percolación del agua al interior del pavimento y ser resistente a los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas.
- Base: sirve como apoyo a la carpeta asfáltica y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado.
- Sub-base: principalmente cumple con una función económica ya que permite la utilización de materiales de menor calidad en un porcentaje del espesor del pavimento. Entonces, dependiendo de la calidad y el costo del material disponible, se puede utilizar sólo base o sub-base y base. Con la construcción de la sub-base, puede ser que el espesor final de la capa sea mayor pero aun así resultar en un diseño más económico. Además puede servir como una capa de transición ya que actúa como un filtro que separa a la base de la subrasante impidiendo que los finos penetren en la primera y la dañen estructuralmente. Esta capa ayuda a controlar los cambios volumétricos que podrían tomar lugar en la subrasante debido a cambios en su contenido de agua o a cambios de temperatura. De esta manera, las deformaciones serían absorbidas por la sub-base evitando que se reflejen en la carpeta asfáltica. En cuanto a resistencia cumple la misma función que las capas superiores de transmitir los esfuerzos a la subrasante. Por último, a través de esta capa se puede drenar el agua e impedir la ascensión capilar.

2.2.Diseño de pavimentos flexibles

En marcos generales, el pavimento flexible está compuesto típicamente por una carpeta asfáltica, base, y sub-base granular. Estos se diseñan usualmente para una vida en servicio de 20 a 30 años considerando mantenimiento periódico anual. Son

frecuentemente modelados y analizados como un sistema multicapa sometido a cargas. Cada capa que conforma el pavimento contribuye al soporte estructural y drenaje del pavimento, siendo la carpeta asfáltica la de mayor aporte estructural. Sin embargo, el desempeño exitoso de la estructura de pavimento depende en gran medida del adecuado soporte estructural que le brindan las capas inferiores y del mantenimiento que reciba durante su vida en servicio. La APA (Asphalt Pavement Alliance) menciona que los pavimentos asfálticos poseen muchas ventajas al compararlos con pavimentos de concreto incluyendo bajo costo inicial, bajos costos de mantenimiento, flexibilidad y rapidez en la construcción, la capacidad de soportar cargas pesadas, una vida útil prolongada y ser fáciles de reciclar. Aunque poco hablan del impacto negativo ambiental.

Muchos de los avances, en el diseño de los pavimentos, son mencionados por Huang (2004) en el *Pavement analysis and design*. Podemos indicar que los métodos de diseño pueden ser catalogados en las siguientes categorías:

- Métodos empíricos: se caracterizan, como su nombre lo indica, por estar basados en datos recolectados de campo. Justamente esta característica resulta una desventaja en sí misma ya que el método sólo puede ser utilizado bajo las condiciones ambientales, de los materiales y de carga de las muestras originales. Los resultados no pueden ser extrapolados directamente y haría falta desarrollar un nuevo método para corregir este inconveniente.
- Métodos para limitar la falla por corte: el objetivo de estos métodos es evitar que la falla por corte ocurra. Para esto se deben tener en cuenta principalmente las propiedades de cohesión y el ángulo interno de fricción del suelo de las diferentes capas del pavimento y de la subrasante. Este procedimiento ya no es tan popular debido a que con el incremento del volumen del tráfico y la mayor velocidad a la que llegan los vehículos se hace necesario brindar comodidad a los usuarios y no solo prevenir la falla por corte de los pavimentos.
- Métodos para limitar las deformaciones: con estas técnicas se diseña el pavimento con un espesor que impida que se exceda el límite permisible de deflexiones verticales. La ventaja de utilizar deflexiones como criterio principal es que se pueden medir directamente en campo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que gran cantidad de pavimentos fallan por esfuerzos y tensiones mayores que los esperados y no por deflexiones.

- Métodos de regresión basados en el desempeño de los pavimentos o en las pruebas de las carreteras: estos procedimientos se caracterizan por utilizar ecuaciones de regresión basadas en los resultados de pruebas de caminos existentes. No obstante, presenta la misma desventaja que el método empírico en que dichas ecuaciones sólo corresponden a las condiciones del lugar en que se encontraba la vía.
- Métodos mecanísticos-empíricos: estos métodos incorporan la mecánica de materiales y los datos obtenidos del rendimiento en campo de los pavimentos. Mediante estas metodologías se llega a relacionar las solicitaciones a las que se ve sometida la estructura con la respuesta de la misma, por ejemplo la carga de las llantas con los esfuerzos ocasionados. Utilizando este procedimiento se ha podido incrementar la confiabilidad del diseño y predecir el tipo de desgaste o deterioro que podría presentar el pavimento. Asimismo, al contrario de otros métodos antes mencionados, se puede extrapolar a partir de los datos de ciertas zonas o condiciones en que se llevan a cabo pruebas a otras circunstancias.

2.3.Procedimiento constructivo del pavimento flexible

2.3.1. Generalidades

El nuevo manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos que publicó el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), señala que existen trabajos previos a los ensayos de mecánica de suelos (para la construcción de pavimentos flexibles). Algunos trabajos previos que se deben considerar, son: levantamiento topográfico, levantamiento de datos de ubicación, entorno e influencia.

Luego del levantamiento topográfico de la vía y del desarrollo del de diferentes ensayos físico-químicos, se deberá obtener el Proctor de terreno natural, para verificar el nivel de compactación óptimo, que puede oscilar entre un 95% a un 100%.

Se debe indicar, que el grado de compactación de base y sub-base (sub base y sub rasante), será como mínimo el 100 % de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo proctor modificado (que generalmente es un mejoramiento del terreno natural). Es más, se podrá tener, con respecto a las cotas, una tolerancia de ± 10 mm.

2.3.2. Imprimación asfáltica

Luego de haber llegado a los porcentajes de compactación señalado en el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), tanto en sub base y sub rasante, es conveniente proceder a un riego de imprimación.

Para esto, es útil el emplear material bituminoso, siempre y cuando cumpla con los requisitos de calidad especificados por la norma ASTM D-2027. Es importante señalar que para todo el trabajo de imprimación, la temperatura atmosférica debe estar por encima de los 15°C. Además, el material bituminoso a emplearse se debe calentar a temperaturas no mayores a 80 grados centígrados (preferentemente).

Teniendo en cuenta todas las recomendaciones, antes expuestas, se debe proceder a la puesta de la imprimación (con ayuda de una cocina asfáltica o camión imprimador), la cual debe hacerse sobre una sub base granular compactado al 100%. Cabe indicar que el terreno no debe estar totalmente seco, por el contrario debe presentar cierta humedad. Otra consideración importante, es que todo material suelto o extraño en la superficie debe ser retirado (piedras, ladrillos, plásticos, etc.).

2.3.3. Carpeta asfáltica

Una vez culminado el proceso de imprimación, es conveniente esperar 4 días antes de la puesta de la mezcla asfáltica para la cual se tendrán que tener las siguientes consideraciones:

- La mezcla de asfalto caliente a usar tendrá una temperatura mayor a 100 °C pero menor que 162°C. Se debe tomar la temperatura a la mezcla in situ no solo al comienzo, sino cada cierto tiempo, esto con el fin de tener el control de la temperatura permanentemente.
- Antes de la colocación de la mezcla por la máquina pavimentadora, es conveniente que los operarios (personal capacitado para estos trabajos) procedan a rociar material asfáltico caliente con el fin de preparar el terreno.
- Una vez listo el terreno, y siempre controlando la temperatura, se coloca la mezcla de asfalto con una máquina pavimentadora autopropulsada que posea un plato vibrante con control electrónico de elevación del vaciado. Complementario a esta puesta de mezcla por la máquina, por atrás de esta, los operarios están rociando el material asfáltico con el fin de ir

homogenizando la puesta (con la ayuda de rastrillos). Un punto adicional es la permanencia de temperatura alta en la mezcla, la cual deberá ser colocada con el mínimo de demora (bajo ningún motivo, deberá ser recalentada).

- Luego del pase de la máquina pavimentadora, pasan los rodillos autopropulsados los cuales serán utilizados para la compactación de la mezcla. Es conveniente el pase de 5 veces sobre la carpeta asfáltica, para asegurar su compactación y adherencia al terreno.
- Culminado el pase de los rodillos se continuará con el “barrido”. Este trabajo está a cargo de los operarios, quienes rosearán arena seca por la carpeta ya compactada. Esto es con el fin de cubrir los poros de la mezcla asfáltica.
- Se culmina el tren de trabajo con el pase de una máquina neumática, la cual pasará dos veces sobre el barrido de arena.
- Cabe mencionar que la jornada de trabajo será organizada de manera que la capa esparcida cubra el ancho total del pavimento.

3. PAVIMENTOS RÍGIDOS (PAVIMENTO DE CONCRETO)

El elemento estructural primordial en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la sub-rasante o en una capa de material granular seleccionado denominada sub-base.

La necesidad de utilizar la sub-base surge sólo si la sub-rasante no tiene las condiciones necesarias como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado.

Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos, como indica Rengifo Arakaki (2014), es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia.

Del mismo modo, el concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la sub rasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño.

Se considerará pavimento rígido en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc.). En el cuadro N° 02 se muestra un esquema estructural del pavimento de concreto.

Los pavimentos de concreto que eventualmente se usan para pistas en distritos de la capital son de tipo “pavimentos de concreto simple con elementos de transferencia de carga” y los de “pavimentos de concreto simple con refuerzo de acero”. Muchos pueden ser los factores que influyen en la decisión de diseño, como son el tráfico, el clima, la geometría y dimensiones del proyecto, el mantenimiento, etc.

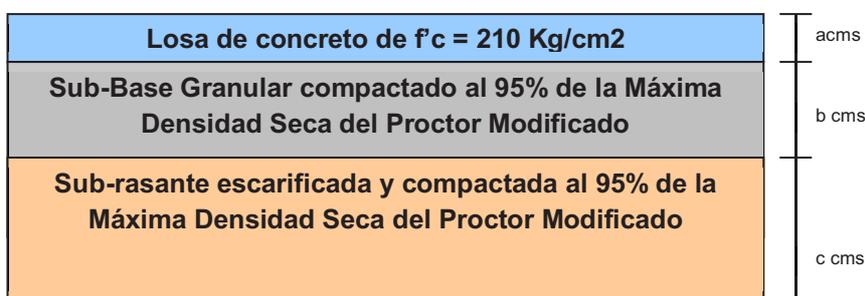


Figura N° 02 : Esquema Estructural de Pavimento de Concreto.

Fuente: Elaboración Propia

3.1. Clasificación estructural

Sobre la clasificación, según lo indicado por Huang (2004) este tipo de pavimento, podemos indicar, a base del autor citado, lo siguiente:

- Pavimento articulado de concreto simple o JPCP (Jointed Plain Concrete Pavement): es la solución más económica con juntas espaciadas de manera cercana.
- Pavimento articulado de concreto reforzado o JRCP (Jointed Reinforced Concrete Pavement): si bien el refuerzo no aumenta la capacidad portante de la estructura, si permite espaciar las juntas un poco más. Asimismo, análogamente a otra estructura de concreto reforzado como una viga, el acero puede mantener el concreto unido en caso se produzca una grieta o rotura.
- Pavimento continuo de concreto reforzado o CRCP (Continuous Reinforced Concrete Pavement): con esta clase se pueden eliminar las juntas

transversales pero el espesor de la losa es igual al de los dos tipos antes mencionados (JPCP y JRCP).

- Pavimento de concreto preesforzado o PCP (Prestressed Concrete Pavement): al ser aplicada una pre compresión, los esfuerzos de tensión o tracción disminuyen cuando la estructura es sometida a cargas. Por lo tanto, la probabilidad de agrietamiento es menor y también se puede utilizar un menor número de juntas transversales. No obstante, no es una solución ni muy económica ni muy práctica si se tiene en cuenta el enorme trabajo que implica la etapa de construcción.

3.2.Diseño de pavimentos rígidos

Un pavimento rígido está compuesto típicamente por una losa de concreto hidráulico y una base granular. La losa de concreto hidráulico constituye el mayor soporte estructural del pavimento. Los pavimentos rígidos se diseñan usualmente para una vida en servicio de 40 a 50 años con un mantenimiento mínimo. Hay diversos tipos de pavimento rígido: pavimento de concreto armado continuo, pavimento de hormigón con juntas simples, pavimento de concreto armado con dowells, y pavimentos de concreto pos tensado, entre otros.

La ACPA (Asociación Americana de Pavimentos de Concreto) enfatiza las bondades de los pavimentos de concreto en lo que respecta a seguridad, durabilidad, transitabilidad, versatilidad, y valor residual. En lo que respecta a seguridad, los pavimentos de concreto proveen una mejor visibilidad, evitan que el agua se acumule en la superficie puesto que no presentan ahuellamiento, y proveen mejor tracción. En cuanto a durabilidad, el concreto incrementa su resistencia con el tiempo. En lo que se refiere a transitabilidad, el concreto permite crear superficies de rodadura seguras y confortables. En versatilidad, los pavimentos de concreto pueden ser diseñados para durar de 10 a 50 años, inclusive pueden ser usados para rehabilitar pavimentos asfálticos que se encuentran al término de su vida útil. Por otro lado, los pavimentos de concreto ofrecen el mejor valor a largo plazo debido a que cuentan con vida útil prolongada y son fáciles de reparar, además de que pueden ser construidos y abiertos al tráfico en menos de 12 horas.

Los pavimentos rígidos, según Chang Arbitres (2011?), son analizados usando la teoría de placas y en la práctica se diseñan con guías como el AASHTO 1993. El

espesor de la losa de concreto se establece en base al nivel de serviciabilidad inicial y final, y el grado de confiabilidad del diseño. Con el uso de un monograma u hojas de cálculo se resuelve la ecuación de diseño – que incluye además de la serviciabilidad y grado de confiabilidad, características del suelo de fundación y cargas de tráfico proyectadas – y se obtiene el número estructural (SN: Structural Number) que define el espesor de la losa.

3.3.Procedimiento constructivo del pavimento rígido

3.3.1. Generalidades

Es importante mencionar que la colocación del concreto se hará de acuerdo a los procedimientos indicados en la norma ACI 302: Guía para la construcción de pisos y losas de concreto.

Previamente al vaciado es necesario verificar el grado de compactación que tiene el terreno, además de otros parámetros técnicos que amparen el proyecto. Paralelamente es necesario verificar que la superficie este limpia y libre de materiales (ladrillos, plásticos, material orgánico, etc.).

3.3.2. Vaciado de concreto

Una vez culminado los procesos antes mencionados, se deben considerar las siguientes recomendaciones antes, durante y después del vaciado.

- El vaciado se hace por encima de la sub base granular compactada al porcentaje de la máxima densidad seca del proctor modificado (si tuviese material de préstamos).
- El vaciado se hará directamente del mixer al afirmado y de ser necesario se usarán instrumentos que ayuden a sub-transportar el concreto (como bombas, carretillas, etc.).
- Los mixers deben tener preferentemente una frecuencia de llegada de 30 minutos. Esto con el fin de no tener juntas frías en la estructura.
- Es importante señalar el vibrado del concreto vaciado esto para evitar conglomeración de sus agregados. Es conveniente utilizar para tal fin un “vibrador de inmersión de sonda” de 50 mm

mínimo, en toda la extensión del área a vaciar, teniendo un especial cuidado en los bordes.

- Por último, una vez culminado el vaciado en un área determinada (de 15 m² aproximadamente) se tendrá que nivelar con ayuda de una “regla”.

3.3.3. Corte de juntas

El comportamiento dinámico del concreto produce fisuramientos en la losa las cuales se pueden controlar a través de juntas, las cuales se pueden realizar antes del vaciado o después del mismo. El corte de juntas se hará primero trazando ejes con instrumentación topográfica (teodolito o en su defecto un cordel, aunque este último te dará un error mucho mayor), para luego cortar con una cortadora en seco aproximadamente; esto a las 3 horas aproximadamente del término del “alisado” (o nivelado). Posteriormente se profundizarán los cortes con una cortadora húmeda. Sin embargo, es válido dejar paneles de madera como juntas (estas maderas permanecerán hasta luego de que fragüe la mezcla de concreto).

3.3.4. Curado

El curado del concreto es una etapa sumamente importante, ya que se hidrata el concreto, además de evitar la contracción de fragua, hasta que la mezcla de concreto alcance una resistencia mínima, que le permita soportar las fuerzas internas. El curado, se podrá hacer con un curador químico o bien usando agua (procedimiento tradicional). Esta última se puede emplear mediante “arrocera”, la cual consiste en rodear con arena y hacer cerros de esta a una altura de 20 cm en pequeñas áreas de losa (2mx2m) con el fin de hidratar al elemento de concreto con el agua empozada al medio del área. Este tratamiento de curado se dará durante 5 días como mínimo.

4. INDICACIONES DE TÉCNICAS - NTP CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS

Es necesario presentar las indicaciones técnicas de investigación de campo, ensayos de laboratorio, requisitos de los materiales y pruebas de control que presentan los pavimentos. Para esto nos involucraremos con lo que indica literalmente la norma técnica peruana CE. 010 Pavimentos urbanos, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010). A continuación lo indicado de manera literal.

4.1. Condiciones generales

- Toda la documentación técnica de anteproyectos y proyectos definitivos de pavimentos deberá incluir una memoria descriptiva, conteniendo un resumen de todos los trabajos de campo, laboratorio y gabinete efectuados para el EMS, el estudio de tránsito y el DP, así como los anexos técnicos conteniendo las hojas de cálculo y/o salidas de los programas, planos, especificaciones técnicas y toda la información que sustente los diseños, según se indica en el capítulo 4.
- Opcionalmente y de común acuerdo con el propietario, la documentación técnica podrá incluir los análisis de precios unitarios, metrados, presupuesto, cronograma de ejecución de obra y relación de equipos a utilizar en la obra.
- En todos los casos se utilizara la última versión de la norma correspondiente.

4.2. Técnicas de investigación de campo

4.2.1. Las técnicas de investigación en el campo, aplicables al EMS para DP, son los indicados en la cuadro N° 01

Es importante mencionar que la colocación del concreto se hará de acuerdo a los procedimientos indicados en la norma ACI 302: Guía para la construcción de pisos y losas de concreto.

Cuadro N° 01: Normas referentes a técnicas de investigación

NORMA	DENOMINACIÓN
MTC E 101 – 2000	Pozos, calicatas, trincheras y zanjas
NTP 339.129:1998	SUELOS. Método de Prueba Estándar para el Contenido de Humedad del Suelo y Roca In-situ por Métodos Nucleares (poca profundidad)
NTP 339.143:1999	SUELOS. Método de Ensayo Estándar para la Densidad y el Peso Unitario del Suelo In-situ Mediante el Método del Cono de Arena.
NTP 339.144:1999	SUELOS. Método de Ensayo Estándar para la Densidad In-situ de Suelo y Suelo-Agregado por medio de Métodos Nucleares (Profundidad Superficial).
ASTM D4944	Determinación de la humedad en suelos por medio de la presión del gas generado por carburo de calcio.
NTP 339.150:2001	SUELOS. Descripción e Identificación de Suelos. Procedimiento Visual-Manual.
NTP 339.161:2001	SUELOS. Práctica para la Investigación y Muestreo de Suelos por Perforaciones con Barrena.
NTP 339.169:2002	SUELOS. Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubos de Pared Delgada
NTP 339.172:2002	SUELOS. Método de prueba normalizada para el contenido de humedad de suelo y roca in situ por métodos nucleares (poca profundidad).
NTP 339.175:2002	SUELOS. Método de Ensayo Normalizado In-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del Valor Soporte) de Suelos
ASTM D 6951	Método Estándar de Ensayo para el Uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en Aplicaciones Superficiales de Pavimentos

Fuente: Norma técnica peruana CE. 010 Pavimentos

El número de puntos de investigación será de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la cuadro N° 02, con un mínimo de tres (03):

Cuadro N° 02: Número de puntos por tipo de vías

TIPO DE VÍA	NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Fuente: Norma técnica peruana CE. 010 Pavimentos

5. DIFERENCIAS A CONSIDERAR ENTRE EL ASFALTO Y EL CONCRETO

El cuadro N° 03, presenta las diferencias sustanciales de ambos materiales en mención.

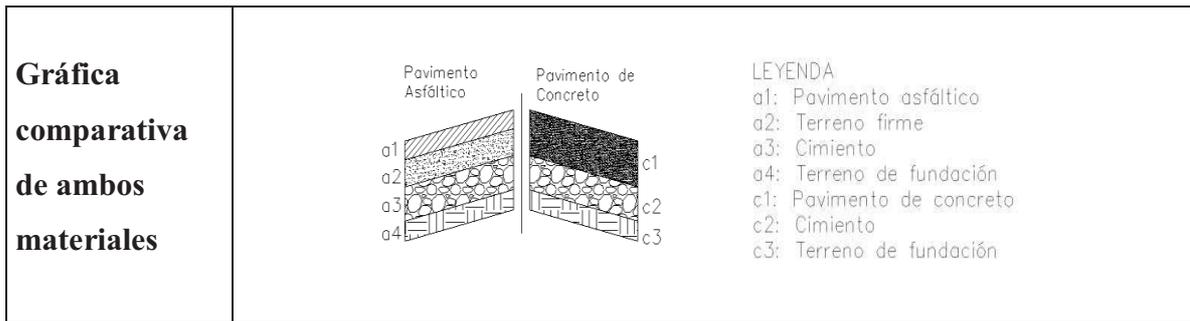
Cuadro N° 03: Comparación de características entre pavimentos rígidos y asfálticos.

Característica	Asfalto	Concreto
Por su concerniente a los ensayos de calidad de los materiales	El material asfáltico es un material visco-elástico, se ensaya por medio de los ensayos de Marshall (cuyo objetivo es determinar el contenido óptimo de asfalto para un determinado tipo de mezcla asfáltica),	Los ensayos y pruebas que se realizan a este material son generalmente de tipo mecánicos como son: <i>el Test del cono de Abrams</i> (mide el asentamiento de éste, el cual está relacionado con la propiedad de trabajabilidad de este), el ensayo para medir la resistencia a la compresión y tracción (por medio de probetas o testigos de concreto)
Por su ciclo de vida del pavimento hecho de cada uno de estos materiales	10 - 15 años aproximadamente	50 años aproximadamente
Por su susceptibilidad al clima de ambos materiales	Susceptible a las lluvias (presencia de hoyos), por eso la importancia de construcción de canaletas (al costado de vía). Además, es susceptible al contacto con lubricantes o algún material derivado de petróleo. Sin embargo, presenta un bajo índice de <i>susceptibilidad térmica</i> , lo que permite un comportamiento estable ante las variaciones de temperatura frente al ambiente.	Son menos susceptibles a la lluvia y a los derivados de petróleo.

«continuación»

<p>Por su composición química de ambos materiales</p>	<p>Al igual que el petróleo crudo, es una mezcla de numerosos hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos heterocíclicos que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono.</p>	<p>Se compone básicamente de cemento, agua, agregado (elementos no tóxicos) y en algunos casos tienen aditivos, los cuales brindan propiedades adicionales al concreto.</p>
<p>Por su construcción</p>	<p>Necesita mayor cantidad de material granular, lo cual es muy difícil de controlar.</p>	<p>Requiere 50% menos de material granular en las bases.</p>
<p>Por su mantenimiento</p>	<p>Es necesario tener un mayor seguimiento para una mejor conservación del pavimento de este material con el fin de ampliar su vida útil.</p>	<p>Es necesario un cuidado, pero no con un seguimiento agudo como en el caso del pavimento de asfalto</p>
	<p>Se realiza en mayor tiempo: 1 Km. en 7 días</p>	<p>Se realiza en menos días: 1 Km. en 3 días.</p>
	<p>Se debe mantener desde los 2 a 5 años, por lo menos.</p>	<p>Se mantiene recién cada 10 años.</p>
	<p>Mayor costo social: congestión vehicular, mayor consumo de combustible.</p>	<p>Menor costo social: menor congestión vehicular, mayor ahorro de combustible.</p>
<p>Por su composición física de ambos materiales</p>	<p>El asfalto es un material aglomerante, resistente, muy adhesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo acción de calor o cargas permanentes. Es un material de propiedades adhesivas y cohesivas, las cuales lo hacen capaz de unir fragmentos de minerales dentro de una masa compactada</p>	<p>Es un material capaz de resistir esfuerzos a compresión, tracción (proporcionalmente baja, a comparación de la compresión). Su tiempo de endurecimiento es progresivo y no de inmediato.</p>

«continuación»



Fuente: Elaboración Propia y Comparativo entre los tipos de pavimento - UNICON

6. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS

Del tema, según indica Llosa Grau (2006), la principal diferencia entre el comportamiento de los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema. Los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico.

Además, Llosa Grau (2006) indica que en todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural. La falla funcional se deja ver cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, los vehículos no viajan de forma cómoda. La falla estructural está asociada con la pérdida de cohesión de algunas o todas las capas del pavimento de tal forma que éste no pueden soportar las cargas a la que está sometida.

7. DEFINICIONES Y CONCEPTOS AMBIENTALES

7.1. Gas Efecto Invernadero (GEI)

De acuerdo a lo que indica Baird (2001), los gases más abundantes de la tierra son el Nitrógeno (N) y el oxígeno (O). Además, hay otros como el dióxido de nitrógeno y el dióxido de carbono, los cuales dejan pasar el calor hacia el interior sin embargo no los deja salir al exterior. Esto produce el calentamiento de no sólo la tierra, sino también de la atmósfera. A este fenómeno se le llama efecto invernadero.

La tierra es más fría que el sol por consiguiente no puede devolver la energía recibida por este en forma de luz y calor sino por medio de radiación infrarroja las cuales son absorbidas por los gases invernaderos calentando así toda la superficie. Es más, si no existiese el efecto invernadero, es más que seguro que no habría vida en la tierra como la conocemos ya que estaría 30 grados más frío que en la actualidad.

Dentro de los gases que producen el efecto invernadero se tienen los de ciclo de vida largo (ver Cuadro N° 4) los cuales son importantes en el análisis del efecto.

Cuadro N° 04: Relación de gases de efecto invernadero

GEI	Notas
CO2	Dióxido de carbono. Su exceso acentuaría el efecto invernadero.
N2O	Dióxido nítrico. Se considera un poderoso gas de efecto invernadero.
HFC	Los hidrofluorocarbonos son gases refrigerantes cuyas moléculas contienen átomos de hidrógeno, flúor y carbono. Se usan para máquinas de aire acondicionado.
CFC	Los Cloro-Fluoro-Carbonos son gases refrigerantes cuyas moléculas contienen átomos de cloro, flúor y carbono. Además dañan la capa de ozono.
PFC	La emisión de perfluorocarbonos produce efecto invernadero.
HCFC	Son gases refrigerantes cuyas moléculas contienen átomos de hidrógeno, cloro, flúor y carbono. Además dañan la capa de ozono.
SF6	La emisión de hexafluoruro de azufre produce efecto invernadero.
<p>Importante saber:</p> <p>Los gases escritos en la tabla tienen un efecto duradero en nuestra atmosfera ya que varios siglos después de producirse su emisión alrededor de una cuarta parte de estos seguirán presentes en la atmosfera. Además al presentarse éstos la radiación que se devuelva al espacio será menor lo que originará el aumento de calor de la tierra y de sus aires. Esto más adelante ocasionaría cambios climáticos importantes como el derretimiento de los polos, sequías, inundaciones, aumento de precipitaciones, se elevaría el nivel del mar, etc.</p>	

Fuente: IPCC - 1996

7.2.Clima

Vergara Rodríguez, KV. (2011) indica que constantemente utilizamos los términos “tiempo”, “clima” y “Cambio Climático” para referirnos a cambios en nuestro medio, muchas veces estos términos son mal empleados y generan confusión, incluso en nuestra percepción. El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir. A pesar de los conocimientos actuales y el avance de la ciencia en el tema, no es posible predecir con exactitud cómo será el clima de las próximas décadas.

Además, Vergara Rodríguez, KV. (2011), indica que es necesario por tanto tener en cuenta las escalas de tiempo y dimensión en las que se trata al clima. Puesto que en la mayoría de trabajos referidos a los “cambios climáticos”, la percepción y las adaptaciones de las personas, las escalas entre percepción y lo que se denomina propiamente como “cambio climático” no coinciden y se hace un mal tratamiento de los términos. Por ello, en el presente capítulo se esclarecen y conceptualizan ciertos términos que ayudarán a entender mejor a qué escala de las variaciones del clima se analiza la percepción y adaptación de las personas. También es necesario conceptualizar los términos de percepción desde el punto de vista de la geografía, la relación hombre-naturaleza y la adaptación. Estos conceptos están entrelazados con los conceptos del clima.

Vergara Rodríguez (2011) añade que al expresarnos sobre cambios en las variables meteorológicas en un día o semana, utilizamos erróneamente la palabra “clima”. Este tipo de errores influyen en nuestra percepción, como sucedió en Lima en el verano e invierno del presente año cuando se generaron fuertes precipitaciones (inusuales para los limeños) que fueron explicadas por ellos como un cambio del clima como consecuencia del cambio climático. Por ello la importancia de definir “tiempo” y “clima”.

Amplía Vergara Rodríguez (2011), que en el ejemplo utilizado, nos indica que el término correcto sería tiempo atmosférico que explica las condiciones de la atmósfera en un lugar determinado para un periodo de tiempo relativamente corto, que pueden ser minutos, días o semanas (Amador y Alfaro, 2009:); este estado de la atmósfera se evalúa en dichas escalas en términos de temperatura, humedad, precipitación, nubosidad, visibilidad y viento (Amador y Alfaro, 2009). Por otro lado, el clima en su

definición más simple se entiende como el “patrón medio del tiempo a largo plazo” (Smith y Smith). Algunos autores amplían esta definición señalando la condición de lugar, definiendo al clima como el conjunto medio o promedio fluctuante de las condiciones atmosféricas (temperatura, humedad, viento, entre otros) caracterizado por los estados y evolución del tiempo en un lugar o región determinada, durante un período de tiempo relativamente largo (meses, años, siglos).

7.3. Temperatura

La temperatura, según lo planteado por Arranz Merino (s.f.), es una magnitud asociada a un sistema que permite saber si estará en equilibrio térmico con otros sistemas. No se debe confundir la temperatura con una sensación fisiológica, con la conductividad térmica o con la capacidad calorífica.

Se mide con los termómetros, aunque también puede ser determinado con otros instrumentos como los anemómetros y los y termógrafos, cuya función principal no es precisamente medir temperatura. Generalmente para efectos de cálculo se trabaja en grados absolutos (Kelvin K y Rankine Rk).

7.3.1. Instrumentos de medición

Podemos presentar, según lo escrito por Fasoli (2013), que los instrumentos de medición de temperatura son;

- Anemómetro: Es un instrumento diseñado para tomando valores de velocidad a ciertos intervalos de tiempo, está diseñado para trabajar a determinadas frecuencias. Puede ser digital o análogo e incluir o no sensores. El tipo más común es el de cazoletas hemisféricas montadas como si estuvieran en los extremos de los radios de una rueda horizontal (éstas se desplazan con una velocidad proporcional a la del viento).
- Piranómetro: Es un instrumento diseñado para medir la irradiación solar que emana de todo un hemisferio. Se trata de un sensor diseñado para medir la densidad del flujo de irradiación solar [W/m^2] en un campo de 180 grados. Generalmente se utilizan tres medidas de radiación: semiesférica total, difusa y directa. El principio físico utilizado generalmente en la medida es un termopar sobre el que incide la radiación a través de dos cúpulas semiesféricas de vidrio. Para medir la

radiación difusa es necesario tapar el sensor de radiación directa mediante una pantalla parasol o una banda metálica, midiendo entonces la irradiancia solar difusa (piranómetro de difusa). Los piranómetros miden la irradiación solar global (directa y difusa) en un plano horizontal. El elemento receptor debe estar horizontal y libremente expuesto al hemisferio celeste, pero protegido de la irradiación que regresa del suelo. Al encontrarse expuesto a todo tipo de condiciones ambientales, el piranómetro debe ser robusto en su estructura y resistir la corrosión del aire húmedo, además, su elemento receptor debe encontrarse debidamente aislado (herméticamente cerrado) por un domo de vidrio y ser de fácil desmonte para su desecación, por ello se recomienda la revisión diaria del instrumento. Los piranómetros normalmente usan sensores termoelectricos, fotoelectricos, piroelectricos o elementos bimetálicos; sus propiedades en relación a su grado de precisión y confiabilidad son: sensibilidad, estabilidad, tiempo de respuesta, respuesta cosenoidal, respuesta azimutal, linealidad, respuesta de temperatura y respuesta espectral.

- **Termómetro:** Un termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un sistema en forma cuantitativa. Una forma fácil de hacerlo es encontrando una sustancia que tenga una propiedad que cambie de manera regular con la temperatura como el mercurio (Hg) dentro de un termómetro de vidrio: al calentarse, se expande y viceversa, al enfriarse se contrae, lo que se visualiza contra una escala graduada. La variación de temperatura afecta al volumen del líquido, de manera que el mismo se desplaza por el depósito, que está graduado. Si aumenta la temperatura, el líquido se dilata; y si la temperatura disminuye, el líquido se contrae. La graduación del depósito que contiene el mercurio o el alcohol nos permite saber, en todo momento, la temperatura del medio en el que está situado el termómetro, el cual debe estar protegido de la acción directa de los rayos del sol. La temperatura puede medirse en diferentes escalas: la escala Celsius (grados centígrados), pero en otros países también se utiliza la escala Fahrenheit. La invención del termómetro se atribuye a Galileo, aunque el termómetro sellado no apareció hasta 1650. Los modernos termómetros de alcohol y mercurio fueron inventados por el

físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit, quién también propuso la primera escala de temperaturas ampliamente adoptada, que lleva su nombre. En la escala Fahrenheit, el punto de congelación de agua corresponde a 32°F y su punto de ebullición a presión normal es de 212°F. Desde entonces se han propuesto diferentes escalas de temperatura; en la escala Celsius, diseñada por el astrónomo sueco Anders Celsius y utilizada en la mayoría de los países, el punto de congelación del agua es 0 grados y el punto de ebullición es de 100°.

7.4. Tiempo

Es una magnitud variable que interviene en la descripción de los medidos en el mundo de la experiencia física. Determina el transcurrir de uno o varios acontecimientos físicos. Es una de las magnitudes físicas más importantes puesto que influye directamente en el comportamiento de otras magnitudes y en la presencia de los fenómenos naturales. Es generalmente la variable independiente alrededor de la cual se comportan las otras variables, elementos o fenómenos.

Según Toalombo Rojas (2011), el patrón de medida del tiempo es el día solar medio, promedio de los días solares (lapso que transcurre entre dos pasos del Sol por el meridiano terrestre) durante el período de un año. El día solar medio se divide en 24 horas, la hora en 60 minutos y está en 60 segundos, ésta última en la unidad de medida del tiempo.

7.5. El concreto como material amigable al medio ambiente

Constantemente se buscan soluciones para neutralizar los efectos invernaderos y en el ámbito de la ingeniería, a partir de lo conversado en el XIX Simposio Peruano de Energía Solar (2012, Puno, Perú), es válido mencionar el concepto de “construcción sostenible” como aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales. Dando mayor énfasis, en el estudio, a la construcción de los pavimentos.

Publicaciones de la EUPAVE (European Concrete Paving Association) dan como definición de sostenibilidad en obras viales como:

« Las carreteras sostenibles hacen un uso eficiente de los recursos naturales y respetan el medio ambiente durante todo su ciclo de vida; mejoran el transporte de toda la comunidad, prestan servicio a la sociedad en términos de movilidad, seguridad y comodidad mediante una elección inteligente basada en el diseño, la construcción, el mantenimiento y la demolición ».

Para tener en cuenta una mejor elección de pavimentos, es necesario tener en cuenta conceptos importantes como son:

7.5.1. Análisis de ciclo de vida (ACV) y huella de carbono

La vida útil de los pavimentos de concreto (40 a más años) es mayor que la del pavimento de concreto asfáltico o también conocido como concreto bituminoso. Además este tipo de pavimento no necesita excesivas operaciones de mantenimiento.

Teniendo en cuenta el tiempo del impacto en el cambio climático podemos decir que la huella de carbono es la cantidad de CO₂ (dióxido de carbono) y otros gases que producen el efecto invernadero.

El centro de Información del cemento y sus aplicaciones de Francia (CIMBÉTON), solicitó un estudio referido al comportamiento del pavimento de concreto respecto a los de asfalto esto aplicando el ACV (Análisis de Ciclo de Vida). En el Cuadro N° 05, se pueden ver los indicadores medioambientales utilizados para el mencionado estudio.

Cuadro N° 05: Indicadores medioambientales

Indicador	Und
Energía primaria	MJ
Consumo de agua kg	kg
Recursos naturales	10-9 (Consumo comparado con las reservas mundiales)
Residuos	t eq
Residuos radioactivos	dm ³
PCG100 (gases de efecto invernadero)	kg CO ₂
Acidificación	kg SO ₂
Eutrofización	kg PO ₄ -3
Ecotoxicidad	m ³ eq. agua contaminada
Toxicidad para la población	kg eq. de peso contaminado
O₃ Contaminación	kg eq. C ₂ H ₂
Olor	m ³ eq. aire contaminado debido al amoníaco

Fuente: EUPAVE - 2011

En el estudio, se tomaron análisis a cuatro tipos de pavimentos de concreto, uno compuesto y otro de asfalto, todos partiendo de una vida útil de 30 años con un volumen de tráfico de 100 millones de vehículos y 25 millones de vehículos pesados. En la figura N° 03 se muestra el resultado de dicho estudio, donde se excluye el tráfico.

El resultado muestra 3 tipos de muestras, las de concreto en masa con juntas, la de concreto armado continua y la asfáltico o bituminosa. De esto vemos que entre más pequeña sea la barra plasmada en la tabla, menor será el impacto medioambiental del pavimento respecto a la variable escrita.

En la figura N° 04 se observa una gran diferencia de resultado, esto porque se incluye la variable de tráfico en el mismo estudio con los mismos indicadores.

Respecto a la primera tabla, la segunda muestra resultados diferentes, la nueva variable (tráfico) tiene un impacto diez veces mayor que el resto de fases del ciclo de vida de la carretera.

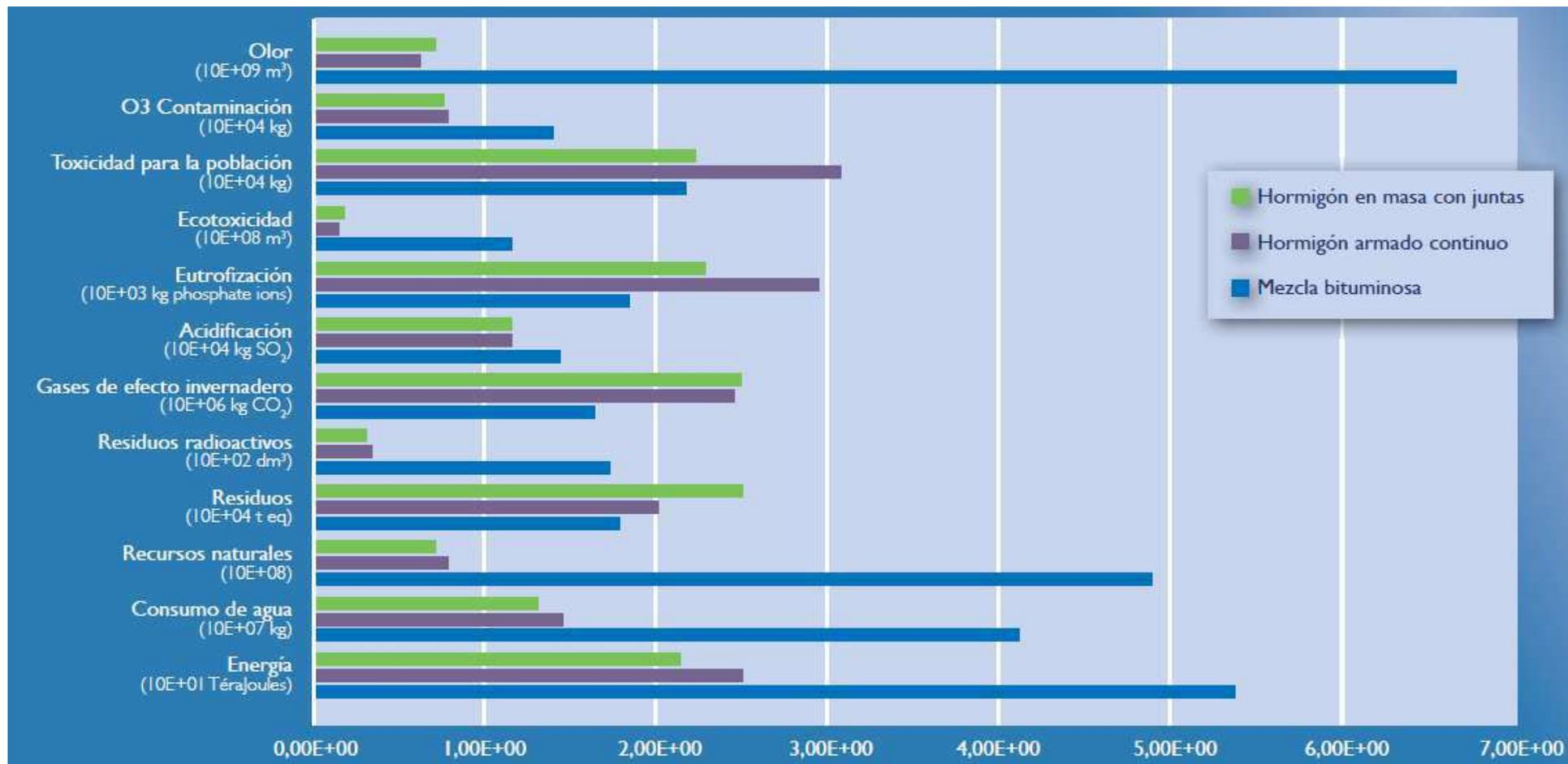


Figura N° 03: Resultado del estudio solicitado por CIMBÉTON (primera parte).

Fuente: EUPAVE - 2011

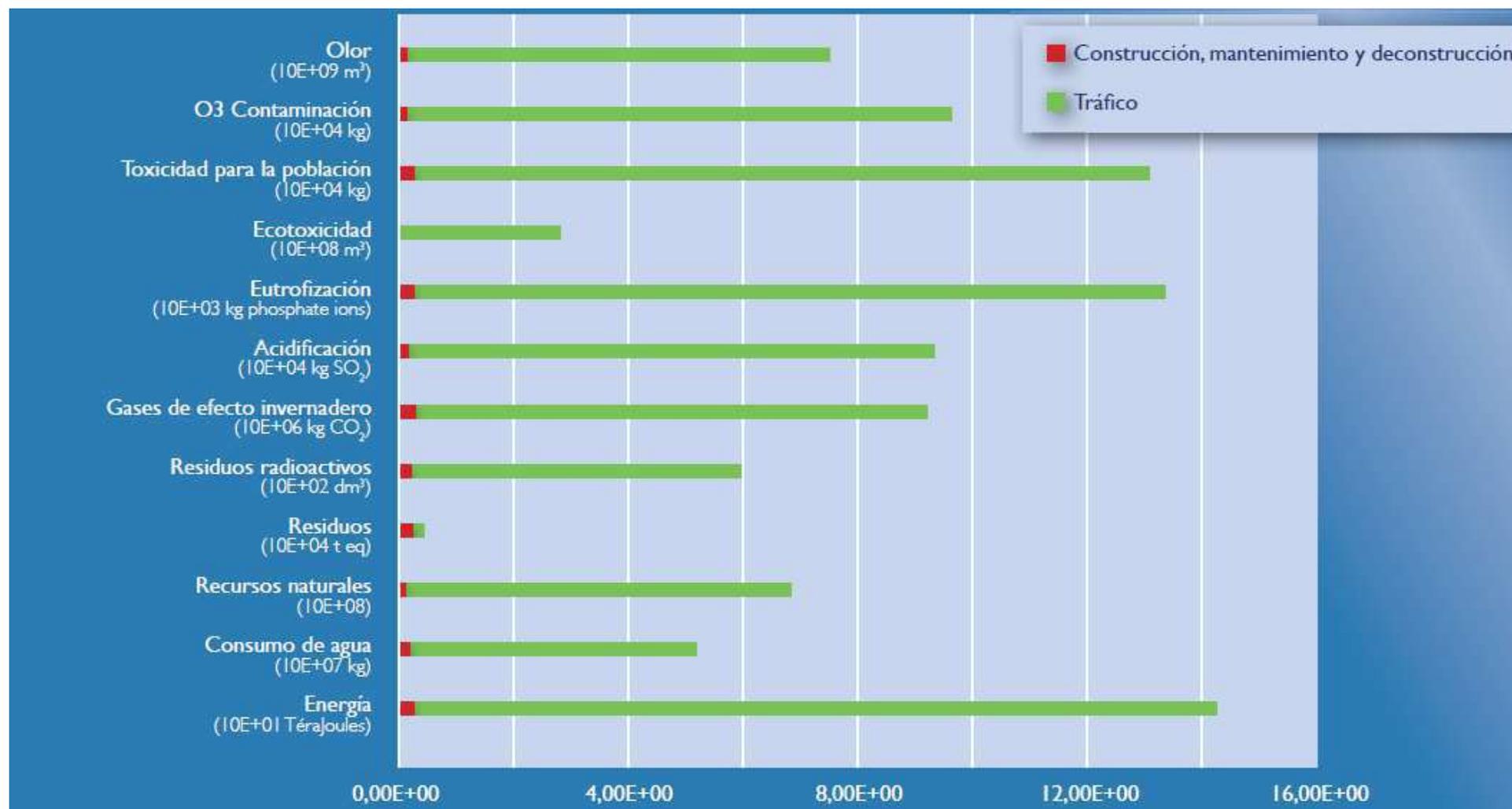


Figura N°04: Resultado del estudio solicitado por CIMBÉTON (segunda parte).

Fuente: EUPAVE - 2011

La comparación de los diferentes tipos de pavimentos, y su comportamiento con los diferentes parámetros medioambientales nos llevan a reflexionar sobre la optimización de los diferentes diseños, métodos de construcción y mantenimiento de estos. Además, el estudio no contempla un efecto importante: el efecto “isla de calor” (acumulación de calor por inmensa mole de concreto) el cual también tiene un importante relevancia en construcciones medioambientalmente correctas y sostenibles.

7.5.2. Consumo de combustibles de vehículos pesados en pavimentos de concreto

Según manifiestan los estudios realizados por el Consejo Nacional de Investigación de Canadá existe un menor consumo de combustibles por parte de los vehículos pesados, cuando estos transitan sobre pavimentos de concreto con respecto a los hechos de concreto asfáltico. Este ahorro puede significar en datos contables entre 0.8% y 3.9% (con una media de 2.35%) de menor consumo de combustible que está directamente relacionado con una menor emisión de gases.

7.5.3. Reciclado del concreto

Es posible reciclar el concreto a un 100%, usándolo como un “árido” (material granulado) para la base y sub-base de un pavimento. Además se sabe que se puede sustituir material granular por este árido reciclado.

7.5.4. Reflectancia de la luz y disminución de las islas de calor

La influencia de la luz está determinada por el albedo de la superficie, que es la capacidad de reflejar la energía solar. En el cuadro N° 06 se muestran los valores de albedo de diferentes materiales incluidos el concreto y asfalto. En ella podemos notar que el albedo del concreto (como material) es mayor que el albedo del asfalto (como material), esto es que el concreto tiene una mayor capacidad de reflejar la energía solar que el asfalto.

Cuadro N° 06: Valores de Albedo

Materiales	Albedo
<u>Concreto</u>	15 a 25%
<u>Asfalto</u>	5 a 10%
Nieve en polvo	81 a 88%
Nieve prensada	65 a 81%
Hielo	30 a 50%
Roca	20 a 25%
Bosques	5 a 15%
Suelo expuesto	35%

Fuente: EUPAVE - 2011

Se observa que el porcentaje de albedo del concreto es 15 a 25%, mientras que en el del asfalto es de 5 a 10%. Según científicos como Berkeley, un incremento de 1% de albedo en la superficie, correspondería una reducción de la radiación de 1.27 W/m². A su vez, este retraso en el calentamiento reduciría las emisiones del dióxido de carbono en 2.5 kg de CO₂ por metro cuadrado de superficie.

7.5.5. Iluminación artificial (postes)

Partiendo de lo anterior, se observa que el concreto tiene una mayor reflectancia relacionado también por su superficie clara. Esto permitiría ahorrar en iluminación artificial (puesta de postes) ubicada a lo largo de los pavimentos (según su necesidad de iluminación).

7.6. Islas de Calor Urbano - ICU

Idrobo y Hernández (2009), señalan que la isla de calor urbano es un fenómeno urbano, de acumulación de calor. Complementan la definición los especialistas Villanueva-Solis, Ranfla y Quintanilla-Montoya (2012), que es la diferencia de temperatura entre el área urbana y sus alrededores. Asimismo, es el resultado de dos procesos diferentes pero asociados; el primero y más importante, la modificación en la cobertura del suelo como resultado del proceso de urbanización que transforma las superficies con materiales impermeables como el asfalto y el concreto. La segunda, hace referencia a las actividades en la ciudad principalmente

el transporte y la industria debido a las emisiones térmicas que contribuyen al calentamiento urbano (Oke, 2009).

Según Peña (2007), el estudio de la isla de calor urbana, en sus inicios, fue abordado por ciencias como geografía y climatología urbana. Sin embargo, en los últimos años se ha despertado el interés en otras ramas de la ciencia para el estudio de este fenómeno, como por ejemplo las disciplinas ligadas al estudio del cambio climático debido a que la presencia de la isla de calor urbana contribuye al aumento de las emisiones de dióxido de carbono.

Barros Pozo, M. (2010), en su tesis de grado, indica que el fenómeno conocido como “isla de calor urbana” es una de las alteraciones más importantes en el clima. Capelli et al. (2001) considera que la isla de calor es un fenómeno climático – meteorológico, el cual puede ser definido como el “exceso de calor generado en un ambiente urbano por efecto de la acción antropogénica o humana” produciendo que las ciudades, por lo general, sean más cálidas que su periférica. Este efecto consiste en la elevación de la temperatura del aire de las ciudades respecto a los alrededores (Moreno, 1990). La superficie urbana, compuesta por edificios, caminos y cubierta vegetal, presenta un comportamiento desigual en las pérdidas y ganancias de calor debido a las distintas características y propiedades que presentan los materiales utilizados en la construcción urbana. El fenómeno es conocido como “isla de calor” porque el patrón de las isotermas, o líneas de igual temperatura, tienden a seguir aproximadamente la forma de una isla. Según Voogt (2002), el patrón especial de las isotermas es influido por las características superficiales del suelo urbano, pero puede ser ligeramente transportado hacia el sotavento.

8. ISOLINEAS

8.1. Concepto

8.1.1. Isolínea

Según lo planteado por A. y Ortiz (s.f.), para la Real Academia de la lengua Española (1995), el prefijo iso “significa igualdad o denota uniformidad o semejanza”. En este sentido, las isolíneas son líneas que unen puntos de igual valor. Dichos puntos provienen de mediciones y de interpolaciones de las mismas. En el primer caso, y tratándose de variables climáticas, cada punto

puede representar una estación meteorológica con una ubicación espacial precisa, en la que se pueden obtener los valores medios de temperatura, precipitación, humedad, radiación solar, nubosidad, etc. Sin embargo, cada uno de estos datos no sería suficiente para trazar las isolíneas, se habla entonces de interpolar, como un proceso para determinar “valores no conocidos a partir de valores conocidos”, según Barrera (1999). Pero no todos los datos utilizados para trazar isolíneas provienen de puntos fijos, lo que requiere un tratamiento especial para ubicar esos puntos desconocidos y proceder a interpolar. Es el caso de las isodemas cuyos datos se originan en implantaciones zonales (población rural municipal) para las cuales es necesario ubicar un punto central que de cuenta de un comportamiento que espacialmente no es real, pero que le otorga cierta aproximación al investigador, de acuerdo con sus objetivos.

8.1.1. Isothermas

Sobre el concepto, Inzunza (2006?) nos indica que para analizar la distribución de temperatura sobre grandes áreas, se usan las isothermas, que son curvas dibujadas sobre un mapa que unen los puntos de igual temperatura (cabe añadir que esto ocurre en un mismo tiempo). El cambio de temperatura en una dirección determinada del espacio, se llama gradiente de temperatura y se puede obtener del mapa de isothermas. Analizando los gradientes de temperatura en los mapas, se puede deducir que donde las isothermas están más juntas, el cambio de temperatura en la región considerada es grande, es decir el gradiente de temperatura es grande, y donde están más separados el cambio o gradiente es pequeño.

8.1.2. Límites o umbrales

Las isolineas, según A. y Ortíz (s.f.), representan por sí mismas, límites o umbrales, que según Flórez (1997) se constituyen en momentos de quiebre de un mismo fenómeno que modifica su funcionamiento y estructura, bajo una dinámica establecida por unas condiciones máximas y mínimas. Para Brunet (1967), citado por Flórez (1997) “los umbrales muestran ya sea un cambio de ritmo en el funcionamiento, extinción y divergencia (aparición o separación de un nuevo sistema), manifestación de una nueva característica, una inversión o una saturación”. De esta manera, las isolíneas se presentan como una buena

alternativa para establecer estos umbrales. No obstante, el trazado de algunas de ellas, reflejan un momento en particular que obviamente no es tan permanente. Es el caso de isolíneas de contaminación, trazadas a partir de la cantidad de partículas en suspensión emitidas desde diversos focos (industria). A su vez, dicho momento es el resultado de unas condiciones ambientales (dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad, hora del día...) y humanas precisas (días laborables, etapa de producción, calidad de equipos...).

8.1.3. Zonas entre isolíneas

Si la isolínea representa un límite, según lo planteado por A. y Ortíz (s.f), importa analizar la zona o área que está delimitando. En este caso, tenemos entonces un mapa de áreas denominado mapa de isopletas que es definido como un mapa cuantitativo de superficie, según Monkhouse y Wilkinson (1966). Por ello, y de acuerdo a Strahler (1981) las isolíneas sirven para esquematizar la distribución de un fenómeno, además de ver detalladamente sus características, lo que no se lograría únicamente con datos puntuales. Las isolíneas permiten delimitar zonas obedeciendo a una característica en particular que a su vez viene definida por la interacción de otras variables. Por ejemplo, para identificar los posibles usos del suelo, las isoclinas pueden servir para reconocer áreas de pendiente. Esta característica viene definida por elementos tales como la altura y la distancia.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

1. GENERALIDADES

La presente investigación se desarrolló por los sectores, avenidas y calles, del distrito de Magdalena del Mar, ciudad de Lima; y se analizó en la BAN (Biblioteca Agrícola Nacional), ubicada en los interiores de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

El esquema del trabajo utilizado fue el siguiente:

- Búsqueda bibliográfica sobre el tema.
- Elección de distrito estratégico para el estudio.
- Localización de zonas a trabajar, a través de un mapeo de las zonas representativas del distrito.
- Ejecución de lo expuesto a través de la toma de datos y desarrollo de la metodología, en el distrito.
- Procedimiento de análisis en la BAN.
- Elaboración y emisión de Planos
- Análisis de los resultados obtenidos.
- Recomendaciones / Conclusiones.
- Redacción de documento final.

2. METODOLOGÍA

La metodología que se empleó, comprende en un primer momento la observación de la zona a realizar el estudio, seguidamente del desarrollo de la metodología a través de la toma de puntos (toma de temperatura) y el análisis completo de los resultados tomados a partir de mediciones en determinados tiempos (mañana y tarde). La metodología está plasmada en un diseño metodológico (ver figura N° 05) que comprende el uso de herramientas estadísticas, de programación, de redacción y de valoraciones (ver cuadro N° 7) que nos llevara a determinadas conclusiones.

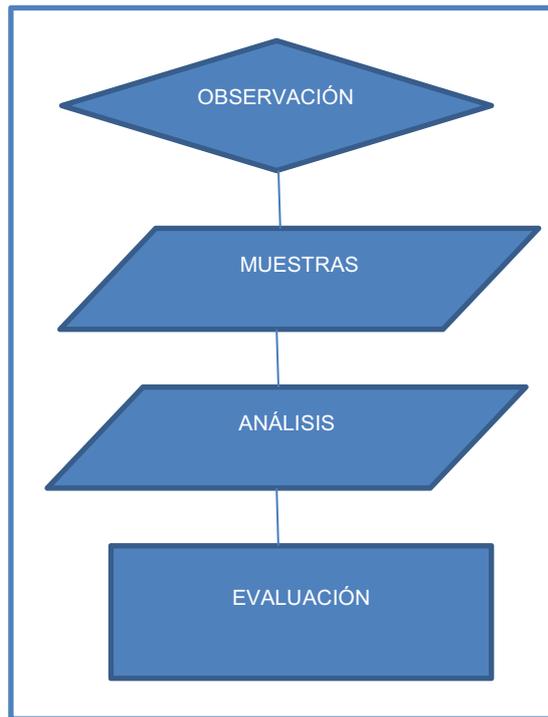


Figura N° 05: Diseño metodológico

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 07: Herramientas del diseño metodológico

Ítem	Herramientas del diseño metodológico	Detalles de herramientas
1	Herramientas estadísticas.	Estudio previo de los datos primarios basado en el análisis de los datos dudosos mediante los hidrógrafos, tablas de frecuencia, ajuste de estos datos con las técnicas de correlación y regresión, flujogramas, polígonos de Thiessen y curvas isoyetas.
2	Herramientas de programación.	Software como Microsoft Visual Basic.
3	Herramientas para tareas ofimáticas	Software's como: Microsoft Excel, Microsoft Project, Microsoft Word y Microsoft Power Point.
4	Herramientas de valoraciones.	Software como Microsoft Excel además de herramienta on-line como el Google Scholar

Fuente: Elaboración Propia

2.1. Tipos de investigación

La investigación fue descriptiva (deductiva), ya que se limita a escribir delimitadas características del grupo de elementos estudiados, realizando comparaciones con otros grupos.

A su vez fue longitudinal ya que estudia las variables a lo largo de un tiempo que puede ser continuo o periódico. Lo que a su vez se considera prospectivo, ya que se orientan al estudio de sucesos que están por ocurrir.

2.2. Identificación de variables

Es válido indicar que para el presente estudio se tomó como variables principales a la temperatura y al tiempo.

Cuadro N° 08: Variables a identificar

VARIABLE	TIPO	INDICADOR	UNIDAD	ESCALA
Variable 1: Temperatura	Es una variable cuantitativa continua.	Grado de temperatura de una superficie de material asfáltico.	Grados Celsius.	Ordinal
	Es dependiente del clima.	Grado de temperatura de una superficie de material de concreto	Grados Celsius.	Ordinal
		Grado de temperatura de una superficie de material vegetativo	Grados Celsius.	Ordinal
Variable 2: Tiempo	Es una variable cuantitativa continua.	La hora en el momento que se realiza la medición de la temperatura en una superficie de material asfáltico.	Hora am/pm	Ordinal
	Es dependiente de la posición terrestre con respecto al sol.	La hora en el momento que se realiza la medición de la temperatura en una superficie de material asfáltico.	Hora am/pm	Ordinal
		La hora en el momento que se realiza la medición de la temperatura en una superficie de material asfáltico.	Hora am/pm	Ordinal

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Procedimientos de análisis de datos.

El procedimiento para el análisis de datos fue:

- Búsqueda de bibliografía especialidad en el tema.
- Selección de distrito y determinación de zonas a estudiar. La determinación de las zonas está relacionada no solo con el tipo de material usado para su construcción (asfalto y/o concreto), sino de la presencia de elementos particulares que puede tener a su alrededor (edificios altos que generen sombras, presencia de vegetación cercana, presencia de alto tránsito peatonal, presencia de vehículos de carga ligera o pesada, etc.).
- Toma de temperaturas en pavimento de asfalto, concreto y zona verde, en cuatro momentos del día. La toma de temperatura se realizó con termómetros de laboratorio en un tiempo de 7 minutos aproximadamente por toma.
- Análisis cuantitativos y cualitativos a partir de los datos tomados en la medición.
- Generación de cuadros y gráficos que muestran técnicamente el estudio generado.
- Interpretación y conclusión, proveniente de los análisis de los cuadros y gráficos estadísticos. Es válido mencionar que las interpretaciones y conclusiones deberán estar validadas por bibliografía que esté relacionada con el tema.
- Emisión de planos de isotermas que muestran el fenómeno de temperatura en las zonas en estudio.

3. MATERIALES

Para la realización del presente estudio, se usaron muchos instrumentos, herramientas y programas (ver cuadro N° 10), tales como: instrumentos laboratorio (de medición), cámara (para el registro fotográfico) y herramientas de digitalización.

Cuadro N° 9: Instrumentos para coleta de datos

Ítem	Instrumentos	Cantidad
1	Termómetro B&C Germany 1/1.	3
2	Cronómetro Casio HS-80TW.	1
3	Cámara fotográfica Sony Cyber-shot.	1
4	Computador Corei5 / Memoria RAM 4gb / Hard Disk 640Gb.	1
5	Software de ingeniería: Autocad Civil 3D.	1
6	Herramienta ofimáticas para procesamiento de datos gráficos y estadísticos: Micrososft Excel.	1
7	Paquete de programa para realizar tareas de ofimáticas: en gabinete: Microsoft Office.	1

Fuente: Elaboración Propia

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Es conveniente indicar, que por la autoría del proyecto, todos los cuadros gráficos y fotos presentadas en el presente capítulo son de elaboración propia.

Teniendo el mapa urbano del distrito de Magdalena del Mar (*Anexo - TN-2016-A-01*) Se tomó dos zonas estratégicas del distrito en estudio. Una de ellas en la parte oriental del distrito y otra en la occidental.

Cada una de las zonas fue sub divididas por varias sub-zona, donde cada una de ellas posee una zona de pavimento flexible, una zona de pavimento rígido y un área verde. En cada una de esta sub-zonas se ha tomado una temperatura superficial en cuatro tiempos a lo largo del día, tomado con un instrumento de medición (termómetro de laboratorio), por un periodo de 7 minutos. La primera medición se hizo a una pista de Asfalto, la segunda medición a una pista de Concreto, y la tercera medición a una zona Verde (vegetación natural).

Las mediciones, nos arrojaron diferentes temperaturas, las cuales a su vez nos arrojaron gráficos, los cuales dan a conocer la temperatura tomada vs la hora de medición. Cabe mencionar que la denominación “Asfalto”, se refiere a la zona comprendida por una pista de asfalto, la denominación “Verde”, se refiere a la zona comprendida por una zona verde (vegetación natural), y la denominación “Concreto”, se refiere a la zona comprendida por una pista de concreto.

1. ZONA A ESTUDIO 1

En esta primera zona (*Anexo - TN-2016-A-02*) tomamos 7 “sub – zonas” a las cuales se les tomó 3 datos (una en la superficie del pavimento flexible, una en pavimento rígido y una en área verde) en 4 momentos del día. Estas medidas se hicieron en el mes de junio, en cuyo día se tuvo una temperatura promedio de 17,9°.



Figura N° 06: Zona a estudio 01

Fuente: Elaboración Propia

A continuación analizaremos los 7 gráficos correspondientes a esta primera Zona del distrito, en horarios comprendidos entre las 10:00 am y 4:00 pm.

1.1.Primer Punto

Este grupo de puntos fueron tomados en la Av. Juan de Aliaga del distrito de Magdalena del Mar.

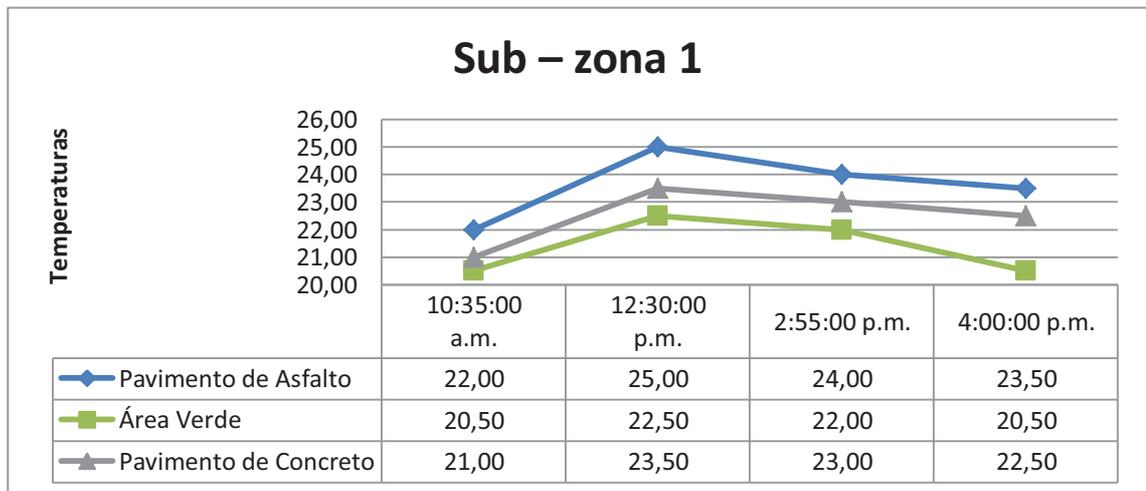


Figura N° 07: Diagrama de temperatura de Sub - Zona1, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

La Figura N° 07 muestra que la curva asfalto está por encima de la curva concreto y verde, lo que indica una mayor temperatura superficial del asfalto con respecto a las otras curvas; esto se repite a lo largo de las medidas diurnas.

Entre la curva de asfalto y de concreto, vemos un diferencial de temperatura de hasta 1,5° de temperatura en su punto más crítico (alrededor del mediodía), no habiendo sido afectado por ningún agente externo.



Figura N° 08: Fotografía Sub - Zona1, sobre la
Fuente: Elaboración Propia

1.2.Segundo Punto

Este grupo de puntos fueron tomados en la Ca. M. Gonzales de la Rosa y parte de la Av. De la Roca de Vergallo del distrito de Magdalena del Mar.

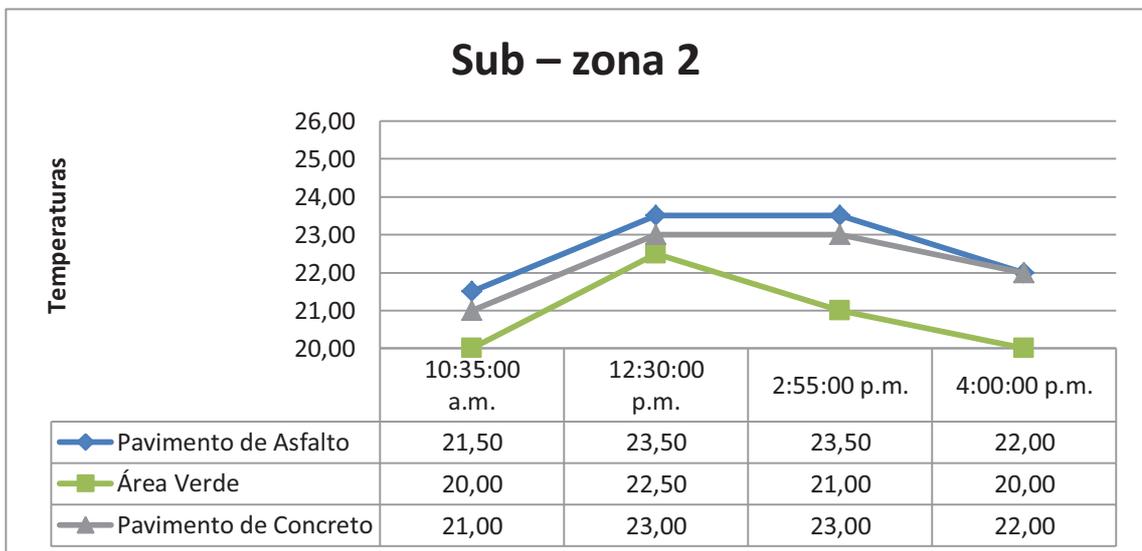


Figura N° 09: Diagrama de temperatura de Sub - Zona2, sobre la Zona1
Fuente: Elaboración Propia

En la presente gráfica, se observa que la curva asfalto está por encima de la curva concreto, pero a partir del mediodía, la curva verde cae en temperatura, muy por debajo de las 2 ya mencionadas curvas, esto se debe, que al tomar las dos últimas tomas del área verde, se encontró la zona mojada, al parecer por el regado de este, por parte del vecino. Sin embargo, la Figura N° 09, también muestra que cerca a las 4 de la tarde, se forma un punto de encuentro entre la curva de asfalto de y concreto, esto porque se generó una sombra, producto del edificio continuo, en el pavimento de asfalto, lo que contribuyó a que la generación de temperatura en su superficie fuese menor.



Figura N° 10: Fotografía Sub - Zona2, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

1.3.Tercer Punto

Este grupo de puntos fueron tomados en un sector de la Av. De la Roca de Vergallo del distrito de Magdalena del Mar.

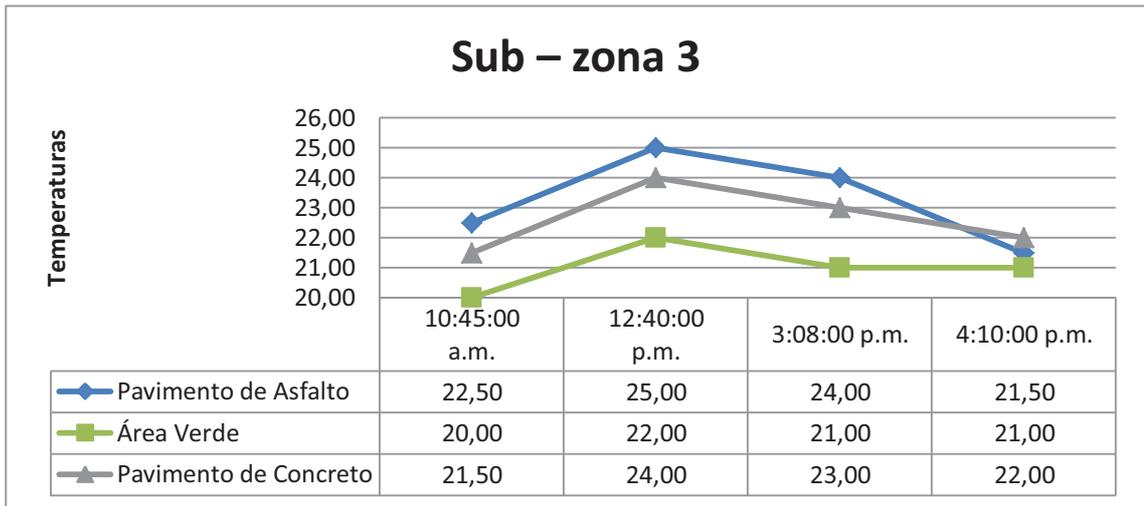


Figura N° 11: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

En la presente gráfica que, al igual que las anteriores, la curva asfalto está por encima de la curva concreto, a diferencia de la curva verde, que mantiene una tendencia entre los 20 y 22 grados Celcius.

Es importante señalar que en el último tiempo (4:10 PM) de medición, la temperatura superficial del pavimento de asfalto está ligeramente por debajo que el del concreto, esto se puede deber que en el transcurso de la tarde, se estacionaron cerca del punto, originando sombras que originaron un descenso de la temperatura.

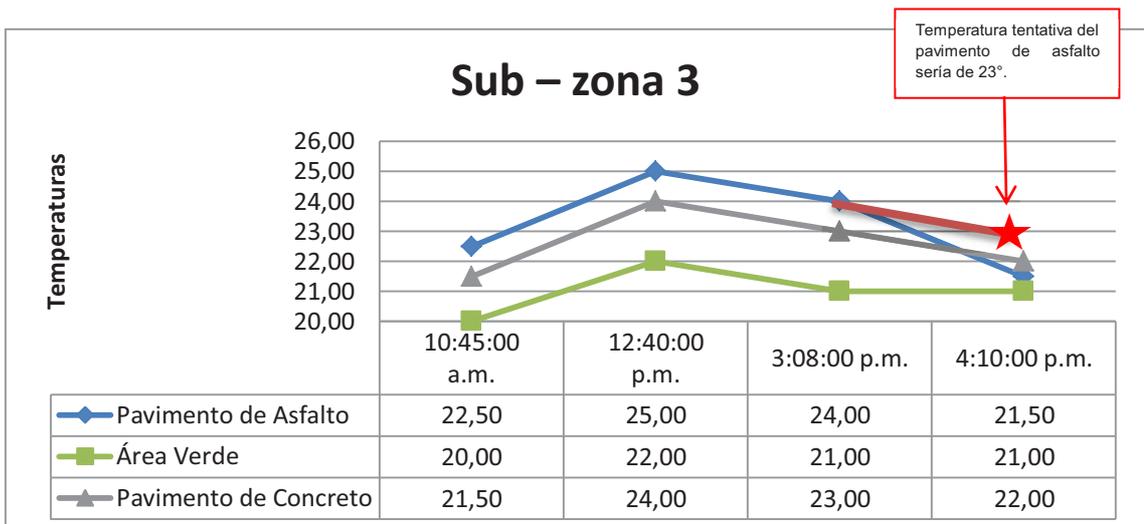


Figura 12: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 13: Fotografía Sub - Zona3, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

1.4.Cuarto Punto

Este grupo de puntos fueron tomados en Calle Bernardo Monteagudo con Av. Alberto del Campo, del distrito de Magdalena del Mar.

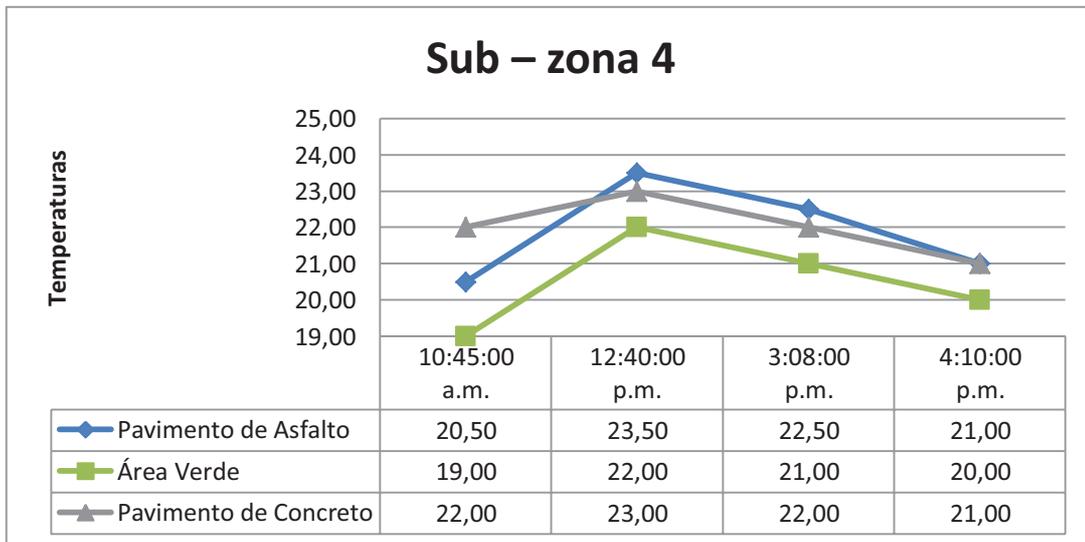


Figura N° 14: Diagrama de temperatura de Sub - Zona4, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 14 presenta una particularidad, que la curva de pavimento de concreto comienza con una temperatura mayor que al del asfalto.

El hecho de este particular, es que a tempranas horas se riega los jardines ubicados en la Av. Alberto del Campo, por consiguiente, mucha de las pistas está húmeda, es

por esto que en el momento de tomar los puntos, la temperatura de la carpeta asfáltica está por debajo de lo previsible. Circunstancia, que de acuerdo a nuestro marco teórico, no sería lo predecible en condiciones normales.



Figura N° 15: Fotografía Sub - Zona4, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

1.5.Quinto punto

Este grupo de puntos fueron tomados en Calle Alberto del Campo y la Av. Juan de Aliaga, del distrito de Magdalena del Mar.

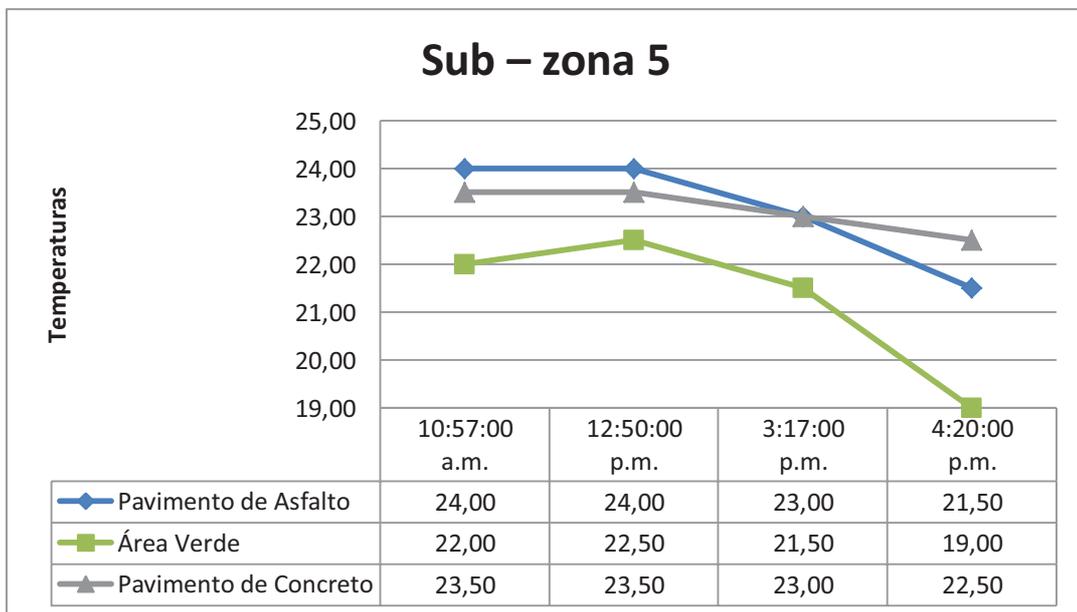


Figura N° 16: Diagrama de temperatura de Sub - Zona5, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 16, muestra la curva de asfalto está por encima de la curva de concreto, a tempranas horas. Posteriormente, a partir de las 2 pm origina un fenómeno contrario, esto se debe a la sombra originada por el estacionamiento de

vehículos (esto por la existencia de un restaurante en la intersección de la calle y avenida – Café La Antojería), esto se mantiene así hasta el término de los datos.



Figura N° 17: Fotografía Sub - Zona5, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

1.6.Sexto punto

Este grupo de puntos fueron tomados en Calle Mar del Plata y la Calle Juan de Aliaga, del distrito de Magdalena del Mar.

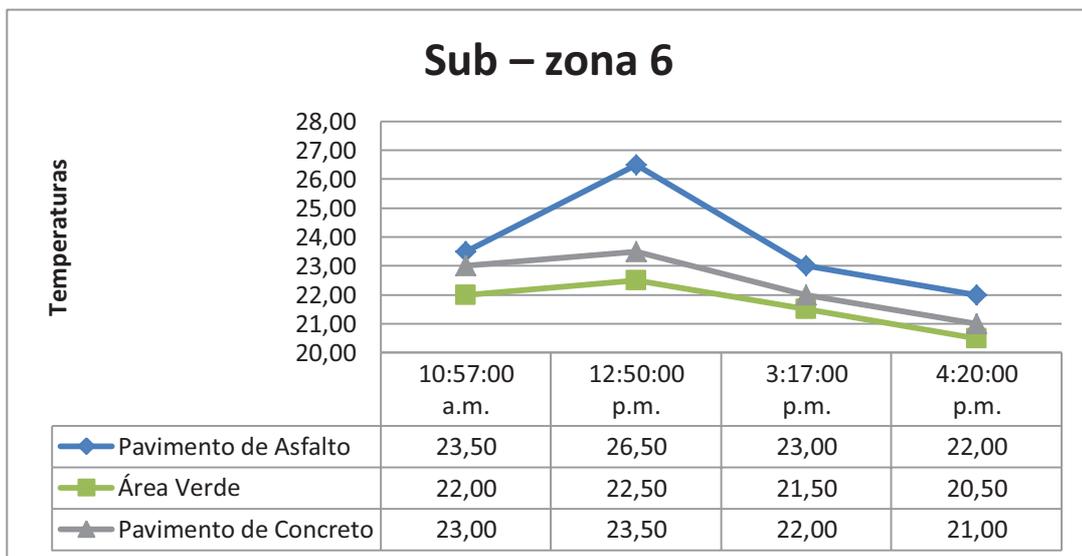


Figura N° 18: Diagrama de temperatura de Sub - Zona6, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

El gráfico N°18 muestra la curva asfalto está por encima de la curva concreto y verde a lo largo de todas las tomas. Además, vemos que se produce un diferencial de temperatura crítico entre la temperatura de asfalto y de concreto de 3° (alrededor de la 1 de la tarde). Podemos indicar como causante de esto, la crítica incidencia

solar del cual del cual es sujeto el pavimento de asfalto, es la nula presencia de árboles altos que puedan generar un descenso en la medición de temperatura (esto por la generación de sombras). Es más, esta avenida principal es de flujo no estacionario, esto es que no presentan vehículos estacionados en el pavimento lo que haría que la incidencia de radiación solar sea continua.

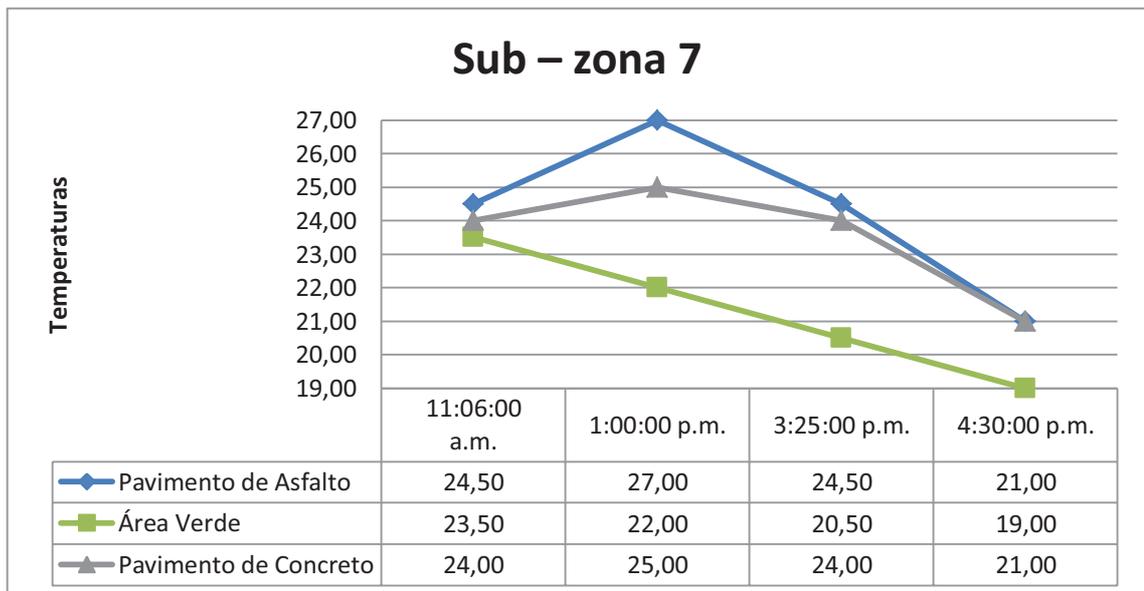


Figura N° 19: Fotografía Sub - Zona6, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

1.7.Séptimo punto

Este grupo de puntos fueron tomados en Calle S/N y la Calle Juan de Aliaga, del distrito de Magdalena del Mar



Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 09, nos muestra un panorama lógico y de corte predecible. La curva de asfalto está por encima de la curva de concreto y esta a su vez está por encima de la

curva verde. Sin embargo, al final del día vemos una coincidencia del valor entre el pavimento de concreto y de asfalto (ambos de 21° grados), esto porque se registró el estacionamiento de una serie de vehículos alrededor de las 3 la tarde, lo que originó una incidencia negativa en el alza de temperatura de la superficie asfáltica.



Figura N° 21: Fotografía Sub - Zona7, sobre la Zona1

Fuente: Elaboración Propia

2. ZONA A ESTUDIO 2

En esta primera zona (*Anexo - TN-2014-A-03*) tomamos 6 sub – zonas a las cuales se les tomó 3 datos (una en pavimento flexible, una zona de pavimento rígido y una en área verde) en 4 momentos del día. Estas medidas se hicieron en el mes de junio, en cuyo día se tuvo una temperatura promedio de 17,6°.

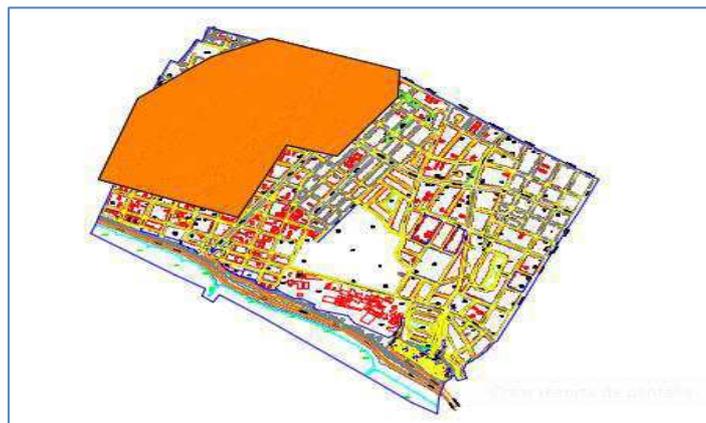


Figura N° 22: Zona a estudio 02

Fuente: Elaboración Propia

2.1. Primer Punto

Este grupo de puntos fueron tomados entre la Calles Jose Gálvez y Av. Sucre, del distrito de Magdalena del Mar.

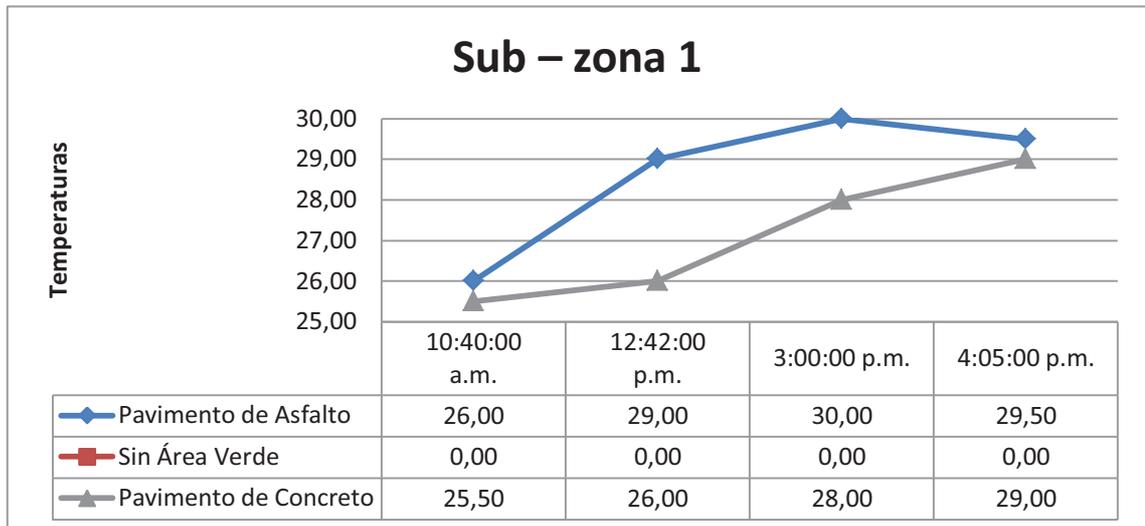


Figura N° 23: Diagrama de temperatura de Sub - Zona1, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

Es importante mencionar que en la presente zona, no se consideró área verde por el motivo de que no existe. Por otro lado, vemos una curvatura que indica que la temperatura superficial del pavimento de asfalto es mayor que la del concreto, con énfasis alrededor del mediodía.

Además, la figura N° 23, vemos que se produce un diferencial de temperatura crítico entre la temperatura de asfalto y de concreto de 3° (alrededor del mediodía). Podemos indicar como causante de esto, la crítica incidencia solar del cual del cual es sujeto el pavimento de asfalto, es la poca presencia de árboles medianamente altos, además de su poca frondosidad, que puedan generar un descenso en la medición de temperatura, mediante la generación de sombras. Esta temperatura superficial de la carpeta de asfalto (de 30° crítico), es un aporte considerable a la temperatura de la zona, la cual es de 17,6° en promedio.



Figura N° 24: Fotografía Sub - Zona1, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

2.2.Segundo Punto

Este grupo de puntos fueron tomados entre la Calle Jose Gálvez y Calle Ulises del Boy (Ex Leoncio Prado), del distrito de Magdalena del Mar.

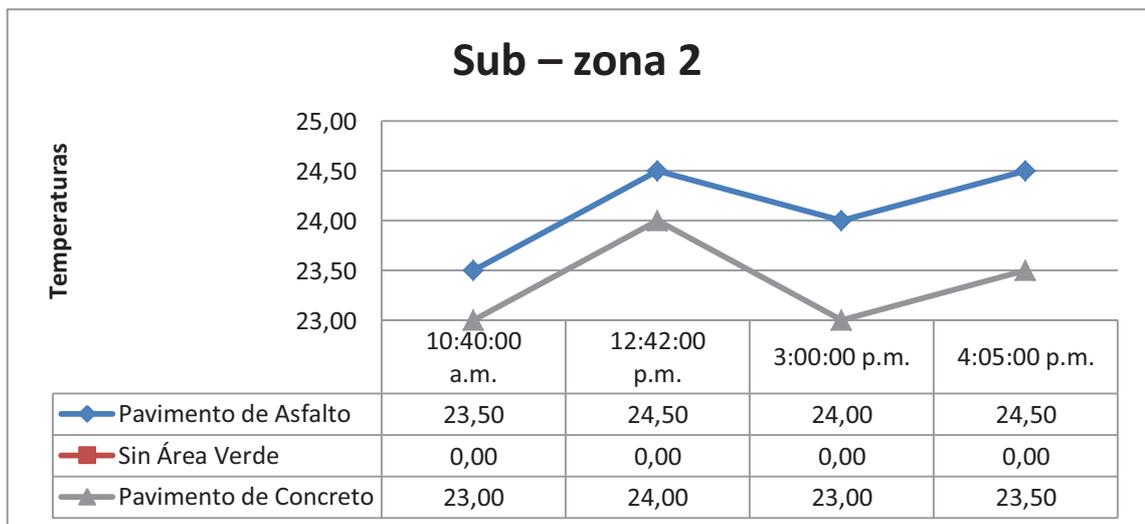


Figura N° 25: Diagrama de temperatura de Sub - Zona2, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

Es importante mencionar que en esta zona, tampoco se consideró área verde por el motivo de que no existe. Por otro lado, vemos una curvatura que indica que la temperatura superficial del pavimento de asfalto es mayor que la del concreto, con énfasis alrededor del mediodía (diferencial de temperatura de 2° grados). Un fenómeno previsible y lógico.



Figura N° 26: Fotografía Sub - Zona2, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

2.3.Tercer Punto

Este grupo de puntos fueron tomados entre la Av. Grau y Calle Ulises del Boy (Ex Leoncio Prado), del distrito de Magdalena del Mar.

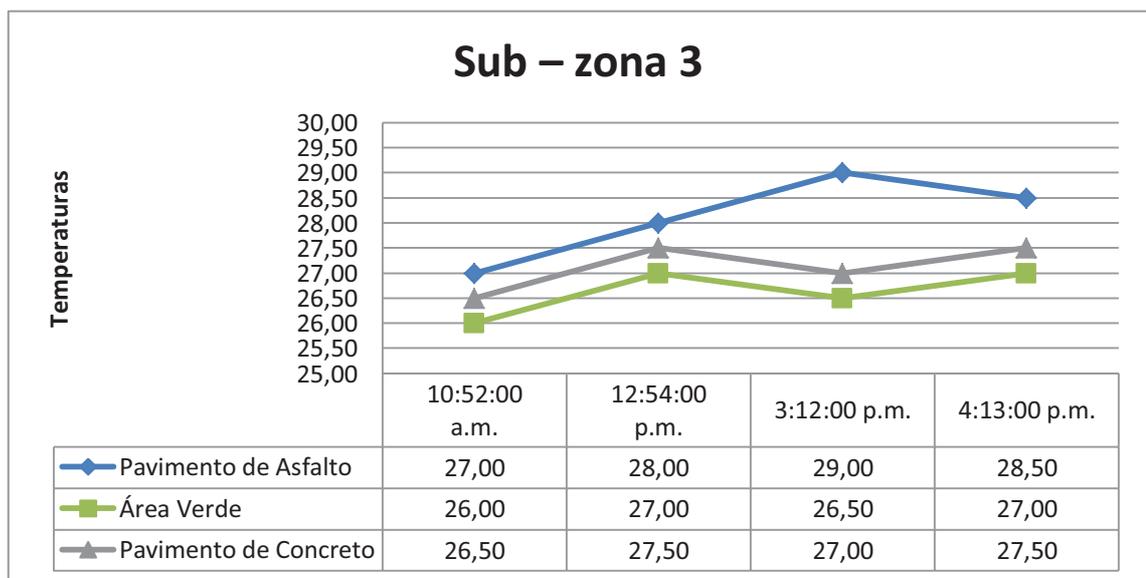


Figura N° 27: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

En la presente gráfica, se observa que la curva de asfalto está por encima de la curva de concreto y esta a su vez está por encima de la curva verde.

Además, vemos un diferencial de temperatura de 2° grados, entre el la medida de asfalto y de concreto, en horas cercanas a las 3 de la tarde. Podemos indicar el sitio donde hemos tomado el punto, es contiguo al mercado central del distrito, del cual podemos indicar que entre la mañana y 1 de la tarde, se tiene un alto tránsito

vehicular y peatonal, lo que originan sombras y otros factores que disminuyen el impacto solar sobre el pavimento, el cual posteriormente (pasando las 2 de la tarde) ya no son materia del hecho.



Figura N° 28: Fotografía Sub - Zona3, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

2.4.Cuarto Punto

Este grupo de puntos fueron tomados entre la Calle Ramon Castilla y Av. Alfonso Ugarte, del distrito de Magdalena del Mar.

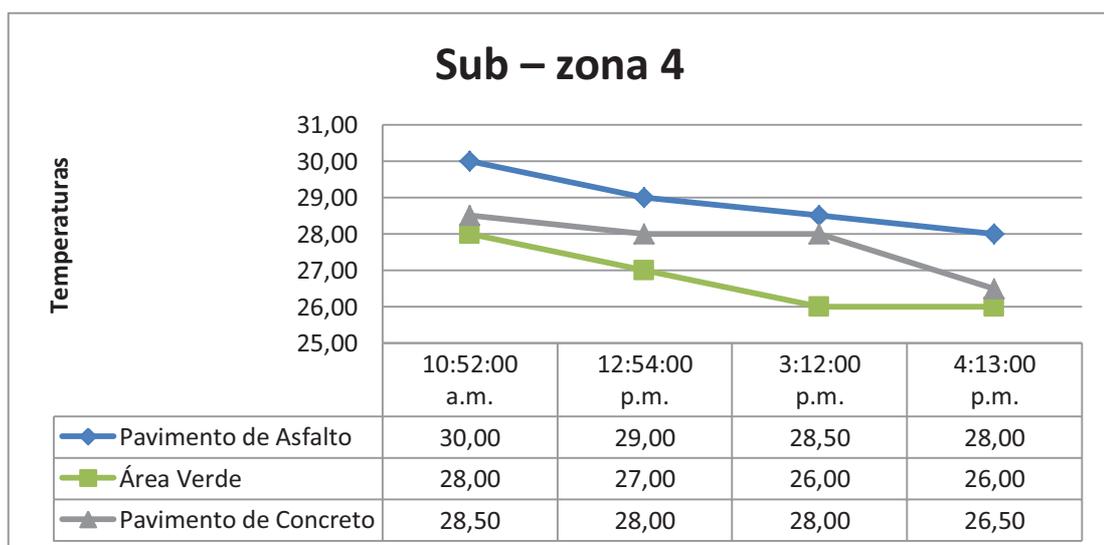


Figura N° 29: Diagrama de temperatura de Sub - Zona4, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

En la presente gráfica, se observa que la curva de asfalto está por encima de la curva de concreto y esta a su vez está por encima de la curva verde. Una situación previsible y lógica.

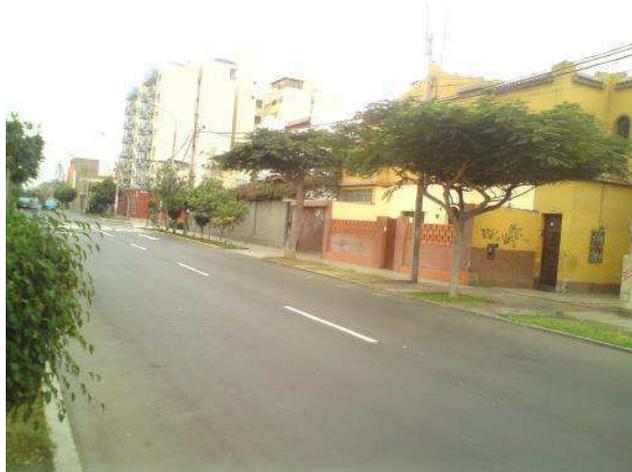


Figura N° 30: Fotografía Sub - Zona4, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

2.5.Quinto Punto

La figura N° 31, muestra los puntos fueron tomados entre la Calle Francisco Pavón (San Martín) y el Ovalo Independencia, del distrito de Magdalena del Mar. Estos puntos fueron tomados alrededor del Ovalo Independencia, el cual no tiene un alto flujo vehicular.

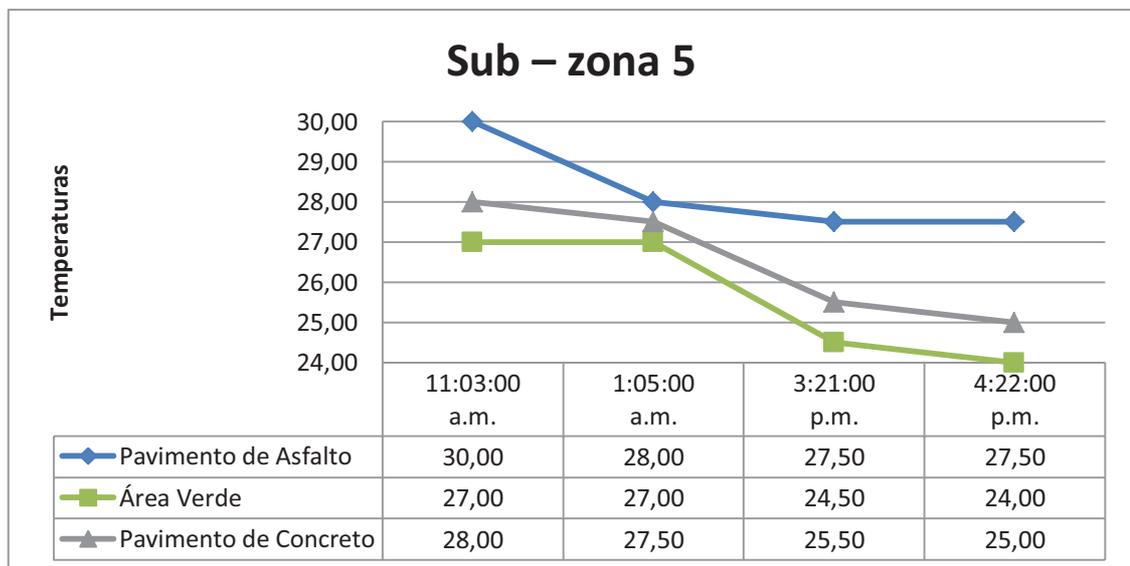


Figura N° 31: Diagrama de temperatura de Sub - Zona5, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la curva de asfalto está por encima de la curva de concreto y esta a su vez está por encima de la curva verde.

Cabe mencionar, que entre la curva de asfalto y de concreto, vemos un diferencial de temperatura de hasta 2° de temperatura en su punto más crítico, no habiendo sido afectado por ningún agente externo.



Figura N° 32: Fotografía Sub - Zona5, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

2.6.Sexto Punto

Este grupo de puntos fueron tomados entre la Calle Pascual de Vivero (Tacna) y la Calle Cuzco, del distrito de Magdalena del Mar.

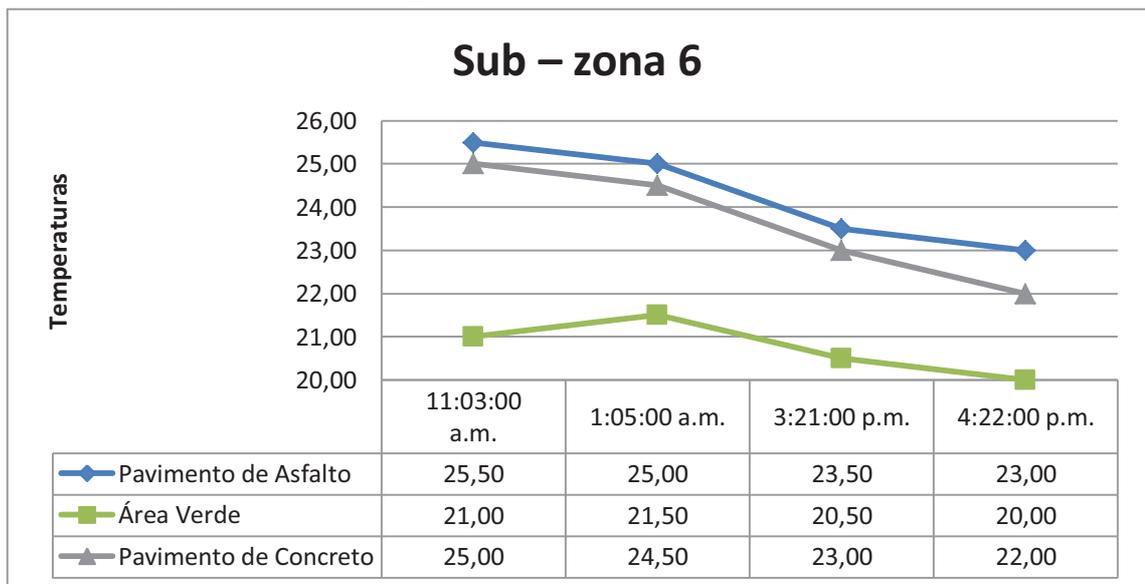


Figura N° 33: Diagrama de temperatura de Sub - Zona6, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

En la presente gráfica, se observa que la curva de asfalto está por encima de la curva de concreto y esta a su vez está por encima de la curva verde.

Además, vemos que se produce una temperatura crítica de la curva verde; es más, entre la curva de asfalto se produce un diferencial de temperatura de $4,5^{\circ}$, mientras que con la curva de concreto de 4° (alrededor del mediodía). Podemos indicar como causante de esto, es un factor externo, esto es que estas áreas verdes son jardines ubicados al lado de un “hospedaje”, el cual riega desde muy tempranas horas, como parte de su mantenimiento, lo que pondría al agua como agente termorregulador.



Figura N° 34: Fotografía Sub - Zona6, sobre la Zona2

Fuente: Elaboración Propia

3. ISOTERMAS

El resultado, a partir de la generación de isotermas, muestra que con la medición de un grupo de puntos tomados estratégicamente, se puede tener una idea de la generación de calor que se origina en ciertas zonas no revisadas.

Se tomaron “puntos de verificación” en ciertos puntos de la zona comprometida, comprobando así que la medición, indicada por el termómetro, estaba dentro del rango de temperaturas generadas por las isotermas (se anexa la lámina TN-2016-A-29 que muestra el gráfico macro del monitoreo de temperaturas en las dos zonas estudiadas).

Cuadro N° 10: Puntos de verificación Isotermas - Campo

Ítem	Punto de Verificación	Plano descriptivo	Rango de Temperaturas	Temperatura Medida (°C)	Temperatura de Verificación (°C)	Sector
1	PV1	TN-2016-A-05	[22,75° ; 23°]	23,3	23	Asfalto
2	PV2	TN-2016-A-06	[25,00° ; 25,25°]	23,7	25	Asfalto
3	PV3	TN-2016-A-07	[23,50° ; 23,75°]	21,5	23,5	Asfalto
4	PV4	TN-2016-A-08	[21,25° ; 21,5°]	25,1	21,5	Asfalto
5	PV5	TN-2016-A-09	[22,25° ; 22,50°]	22,1	22,5	Concreto
6	PV6	TN-2016-A-10	[23,75° ; 24°]	23,3	23,5	Concreto
7	PV7	TN-2016-A-11	[22,75° ; 23°]	23	23	Concreto
8	PV8	TN-2016-A-12	[22,25° ; 22,5°]	23,3	22	Concreto
9	PV9	TN-2016-A-13	[22,25° ; 22,5°]	21,8	22	Verde
10	PV10	TN-2016-A-14	[22,25° ; 22,5°]	22,4	22,5	Verde
11	PV11	TN-2016-A-15	[21,25° ; 21,5°]	21,6	21	Verde
12	PV12	TN-2016-A-16	[20° ; 20,5°]	20,4	20,5	Verde
13	PV13	TN-2016-A-17	[25,5° ; 26°]	25,8	26	Asfalto
14	PV14	TN-2016-A-18	[26,5° ; 27°]	26,9	27	Asfalto
15	PV15	TN-2016-A-19	[27,5° ; 28°]	27,8	28	Asfalto
16	PV16	TN-2016-A-20	[27° ; 27,5°]	27,4	27	Asfalto
17	PV17	TN-2016-A-21	[24° ; 24,5°]	24,2	24	Concreto
18	PV18	TN-2016-A-22	[24,5° ; 25°]	24,8	24,5	Concreto
19	PV19	TN-2016-A-23	[25° ; 25,5°]	25,2	25	Concreto
20	PV20	TN-2016-A-24	[25,5° ; 26°]	25,7	25	Concreto
21	PV21	TN-2016-A-25	[21° ; 21,5°]	24,8	25*	Verde
22	PV22	TN-2016-A-26	[21,75° ; 22°]	24,8	22**	Verde
23	PV23	TN-2016-A-27	[20,5° ; 21°]	23,8	23***	Verde
24	PV24	TN-2016-A-28	[20° ; 20,5°]	23,2	23****	Verde

Fuente: Elaboración Propia

* Área que no presenta mucha vegetación.

** Área ligeramente húmeda. Además, no presenta mucha vegetación.

*** Área menos húmeda que la anterior (TN-2016-A-26).

**** Área que no presenta mucha vegetación.

VI. CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos en el estudio, podemos indicar que si existe un impacto ambiental que generan los pavimentos rígidos y los pavimentos flexibles al entorno urbano. Frente a ambas alternativas, se concluye que el pavimento rígido tiene un menor efecto de generación de calor, frente a la otra alternativa (pavimento flexible); la cual potencialmente podría generar islas térmicas o islas de calor urbano (ICU).
- El impacto ambiental, descrito anteriormente, es de carácter negativo al elevar la temperatura; este hecho genera una gradiente térmica respecto al ambiente.
El calor originado por los pavimentos, aporta a la elevación de temperatura de la zona involucrada. En la zona 1 se registró una temperatura de pavimento mínima de 19° y una máxima de 27°, y la temperatura del aire fue de 17.9° en promedio. Mientras en la zona de estudio 2 se registró una temperatura de pavimento mínima de 20° y una máxima de 30°, y la temperatura del aire fue de 17,6° de promedio.
- En referencia a la conclusión anterior, es posible decir que la temperatura superficial que produce un área verde regula la temperatura frente a los pavimentos asfálticos y de concreto; ambas posibilidades en una zona con características de igual tiempo e igual incidencia de calor. El papel fundamental que desempeña las áreas de vegetación es de atenuar las altas temperaturas producto de la incidencia solar.
- Las diferentes mediciones realizadas en las áreas correspondientes, nos muestran que la generación de sombras generadas por árboles de las áreas verdes, aminoran la temperatura generada tanto en superficie de asfalto como de concreto.

En la “Figura 12: Diagrama de temperatura de Sub - Zona3, sobre la Zona1 (Temperatura tentativa)”, podemos ver una disminución significativa de temperatura por la generación de sombra sobre el pavimento de asfalto. Si no hubiese habido la sombra sobre el pavimento de asfalto, la temperatura tentativa

hubiera sido de 23° y no de 21.5°. De acuerdo a las mediciones indicamos que por la sombra generada, hubo una disminución tentativa de 1.5° grados de temperatura.

VII. RECOMENDACIONES

- La generación y uso de isotermas, como herramienta de predicción de temperaturas, queda indicada con la generación de mapas anexados. Es conveniente decir que el uso de esta herramienta, generaría otros potenciales trabajos de investigación relacionados con la muestra, orientación e interpretación de áreas no medidas a partir de puntos tomados estratégicamente. Para mencionar, en el plano TN-2016-A-05, podemos observar que en la Av. Alberto del Campo, las isotermas muestran, que a la altura del domicilio N° 1026, una temperatura entre 22,75 a 23 grados, mientras la medición de verificación en campo fue de 23°, lo que valida las isotermas como método predictivo. Es conveniente indicar que la medición puede ser afectada por la sombra que origina las edificaciones en general o la altura de los árboles, esto a diferentes momentos del día.
- La iluminación artificial (dado por los postes de luz), no deben afectar la temperatura de la superficie del pavimento, es por esto que se recomienda hacer las mediciones en horarios diurnos.
- Se recomienda que todo instrumento usado para la medición de temperaturas (termómetros) sea de la misma marca y serie, o en su defecto se maneje un mismo error de fábrica.
- Del presente documento, podrían derivarse diferentes líneas de investigación, las cuales permitirían evaluar el impacto ambiental de los pavimentos, pero mediante otro tipo de variables, como pueden ser: tránsito vehicular y/o peatonal, presencia de brisas (como elemento termorregulador), lugares no pavimentados (arenales, trochas, etc.), precipitaciones, vientos, edificaciones colindantes, entre otros.
- Ante la falta de normatividad nacional, se recomienda promocionar la formulación y, posteriormente, la implementación de un marco normativo, que permita estandarizar, propiciar y reglamentar el uso de pavimentos con menor

grado de GEI. Tal marco normativo debe ser una propuesta directa del cuerpo técnico interesado y comprometido con la disminución del GEI.

- Frente a la existencia de polímeros, como el polímero SBS (estireno-butadieno-estireno) usado en el asfalto para su uso en pavimento, el cual brinda un cambio a sus propiedades físico y químicas del asfalto (pavimentos más delgados, con emulsiones más fuertes, resistentes a las grietas, con una temperatura mucho menor que el asfalto convencional, entre otros beneficios), aun así no producen menos calor que los pavimentos de concretos. Se recomienda, en términos de disminución de generación de calor, usar el pavimento de concretos el cual, por su alto albedo, es un material importante para la disminución del GEI y de islas de calor.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. & Ortíz, L. S.f. Diseño de isolíneas y uso del pre mapa. Ed. rev. Madrid, ES. 1989. S.e. s.p
- ACI, (American Concrete Institute). 2005Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). Ed. rev. s.l., US. COMITÉ ACI 318. S.p.
- Amador, J., & Alfaro, E. (2009). Métodos de reducción de escala: aplicaciones al tiempo, clima, variabilidad climática y cambio climático. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 39-52.
- Arranz Merino, F. s.f. Manual de termodinámica. Ed. rev. Madrid, ES. Vision Net. s.p.
- Baird, C. 2001. Química ambiental. 2 ed. Editorial Reverté. S.l. P. 1-800
- Barros Pozo, M. (2010). Modificaciones Térmicas en la Ciudad de Lima: Análisis de la Presencia de la Isla de Calor Urbana. Tesis Ing. Lima, PE. UNALM. s.p.
- Booz, A.; Hamilton, ES; Barriga - Dall'Orto, PE; Wilbur S. 1999. Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos. Ed. rev. s.l., PE. s.n.t. s.p.
- Capelli de Steffens, A; Píccolo, MC; González, JH; Navarrette, G. 2001. La isla de calor estival en Temuco, Chile. Papeles de Geografía, no. 18: 49-60. (ISSN: 0213-1781).
- Chang Arbitres C. 2011?. Guía Metodológica de Diseños Equivalentes de Pavimentos. Lima, PE. S.e. Consultado el 12 de jul. 2015. Disponible en http://web.asocem.org.pe/asocem/bib_img/81037-8-1.pdf
- Construcción & Vivienda Comunicadores S.A.C. 2009. La importancia de escoger árboles adecuados para parques y avenidas y su manejo, el caso de Lima. Ed. rev. Lima, PE. s.n.t.
- De La Horra, J. S.f. Estadística descriptiva: Una Variable. Departamento de Matemáticas UAM (Universidad Autónoma de Madrid). Madrid, ES. S.e. 8 p.

- Diez, M. y Navarro, J. 2008. Estudio Geotécnico con fines de cimentación y pavimentación en zonas de expansión urbana en Lurín. Tesis Ing. Lima, PE. URP. S.p.
- EUPAVE (European Concrete Paving Association). 2011. La contribución de los pavimentos de hormigón a la reducción del co2 del transporte. Ed. rev. s.l., BE. EUPAVE – Bélgica. 32 p.
- EUPAVE (European Concrete Paving Association). 2011. La contribución de los pavimentos de hormigón a la reducción del co2 del transporte. Ed. rev. s.l., Bélgica. S.p.
- Fasoli, L. 2013. Conceptos básicos de termómetros y termometría. S.e. Mendoza, AR. Universidad Nacional de Cuyo. P. 1-12
- Huang, Y. 2004. Pavement analysis and design. Ed. (2da). New Jersey, USA. Pearson Prentice Hall. P 1-5.
- Idrobo, MA; Hernández, FL. 2009. Islas de Calor Urbano ICU. s.e. Valle del Cauca, CO. Consultado 17 feb. 2013. Disponible <http://giper.univalle.edu.co/productos/ISLAS%20DE%20CALOR%20URBAN%20ICU.pdf>
- Inzunza, J. (2006?). Meteorología descriptiva. s.e. Montevideo, UR. Consultado el 19 de Julio del 2013. Disponible en http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf
- Jianguo Tan, Y.; Zheng, X. Tang, C.; Guo, L.; Li, G. Song, X.; Zhen, D.; Yuan, A.; J. Kalkstein, F.; Li y Chen, H. 2010. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. Int J Biometeorol, 54:75–84. DOI 10.1007/s00484-009-0256-x
- Llosa Grau, J. (2006). Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Tesis Ing. Lima, PE. UPC. s.p.
- Ministerio de Fomento. 1999. Instrucción de Hormigón Estructural “EHE”. Ed. rev. s.l., Madrid, ES s.n.t.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2013. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Ed. rev. Santiago de Chile, CH. S.p.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). 2006. Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. Ed. rev. Lima, PE. S.p.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento por Proyectos de Inversión. 2016. Presupuesto institucional de apertura. s.e. Lima, PE. Consultado 2 feb. 2016. Disponible http://www.vivienda.gob.pe/transparencia/presupuestos/PIA_2016_Proyectos.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2010. Norma técnica peruana CE. 010 Pavimentos urbanos. S.E. Lima, PE. Ed. (s) SENCICO (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción). P 13-30.
- Montejo, A. 2006. Ingeniería de pavimentos. Ed (3ra). Bogotá, CO. Ed. Universidad Católica de Colombia. P 4-5.
- Mora, S. 2010?. Pavimentos de concreto hidráulico. Ed. MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PE. 2010?). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles III Seminario Nacional de Gestion y Normatividad Vial. Lima, PE. S.p.
- Moreno García, MC. 1999. Climatología urbana. 1a. Ed. Barcelona, ESP, Ediciones Universitat de Barcelona. 80 p (ISBN: 848-33-8127-3)
- MTC (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones). 2001. DG-2001: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Ed. rev. Lima, PE. s.n.t.
- MTC (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones). 2008. Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Ed. rev. Lima, PE. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. s.n.t.
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PE). 2013. Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. S.e. Lima, PE. S.e. Consultado 19 nov. 2015. Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Oke, T. R. 2009. Boundary layer climates: Second edition. 2. New York, NY: Routledge. ISBN: 978-0-415-04319-9
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2011. Boletín del PNUMA - América Latina y el Caribe. Ed. rev. s.l., Panamá, PA. S.p.

- Rengifo Arakaki, KKH. 2014. Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (KM 188 a 189). Tesis Ing. Lima, PE. PUCP. p. 3-12.
- Rens, L. s.f. Pavimento de Hormigón: Una Alternativa Inteligente y Sostenible. Ed. rev. Febelcem, BE. EUPAVE – Bélgica. S.p.
- Rico, A.; Del Castillo, H. 1999. La ingeniería de suelos en las vías terrestres. s.e. Limusa, MX. s.e. Volumen 2. p. 99.
- Smith, R., & Smith, T. (2001). Ecología (Cuarta edición ed.). Madrid: Pearson Educación.
- Toalombo Rojas, BM. 2011. Estudio del espectro de irradiación solar para determinar el potencial de energía aprovechable en la ciudad de Ambato. Tesis Ing. Amabato, EC. Universidad Técnica De Ambato. P.7 -41.
- Vázquez Dovale, F. 2006. Influencia de la temperatura en las mediciones de longitud y ángulo. S.e. La Habana CU. s.e. 2 V. s.p.
- Vergara Rodríguez, KV. 2011. Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad campesina de conchucos, Ancash. Tesis Ing. Lima, PE. PUCP. P. 1-200.
- Villanueva-Solis, J; Ranfla, A. Y Quintanilla-Montoya, AL. 2012. Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo. s.e. Santiago, CL. Consultado 16 feb. 2014. Disponible <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n1/art03.pdf>
- Voogt, JA. 2008. Islas de calor en zonas urbanas: Ciudades mas calientes (en línea). S.l. América Institute of Biological Sciences. Consultado el 19 de abr. 2009. Disponible en: <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.html>
- XIX Simposio Peruano de Energía Solar (2012, Puno, Perú). 2012. Confort Térmico Andino. Espinoza, R. Puno, PE. S.e. 21 p.
- Yunus, Ç. (2009). Temodinámica. Ed (6ta). Ciudad de Mexico, MX. Mc Graw Hill. Sp

IX. ANEXOS

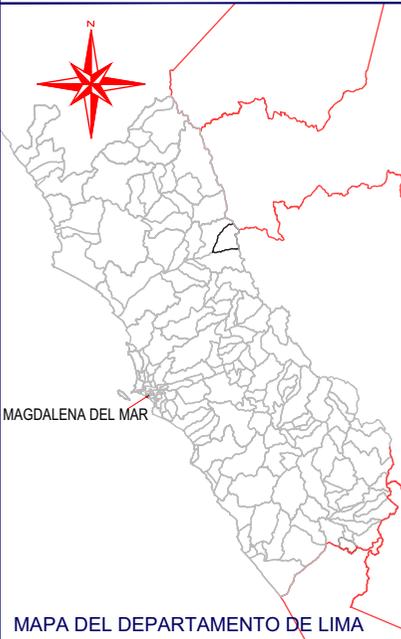
Anexo	Nombre del plano
Anexo 01	Plano de localización
Anexo 02	Zona de estudio 1 - Z1
Anexo 03	Zona de estudio 2 - Z2
Anexo 04	Tipo de pavimentos en zona de estudio
Anexo 05	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 06	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 07	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 08	Medición de temperatura Z1 - Tramos de asfalto Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 09	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 10	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 11	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 12	Medición de temperatura Z1 - Tramos de concreto Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 13	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 10:50 AM
Anexo 14	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 12:53 AM
Anexo 15	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 3:10 PM
Anexo 16	Medición de temperatura Z1 - Tramos de tramo verde Z1 - Hora 4:15 PM
Anexo 17	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 18	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 19	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 3:10 PM
Anexo 20	Medición de temperatura Z2 - Tramos de asfalto Z2 - Hora 4:15 PM
Anexo 21	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 22	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 23	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 3:10 PM
Anexo 24	Medición de temperatura Z2 - Tramos de concreto Z2 - Hora 4:15 PM
Anexo 25	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 10:50 AM
Anexo 26	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 12:53 AM
Anexo 27	Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 3:10 PM

Anexo 28 Medición de temperatura Z2 - Tramos de tramo verde Z2 - Hora 4:15 PM

Anexo 29 Monitoreo de temperaturas a nivel macro - Zona de estudio 01 y 02



MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/10000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DISEÑADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
--------------------------	--------------------------	--------------------------

TÍTULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

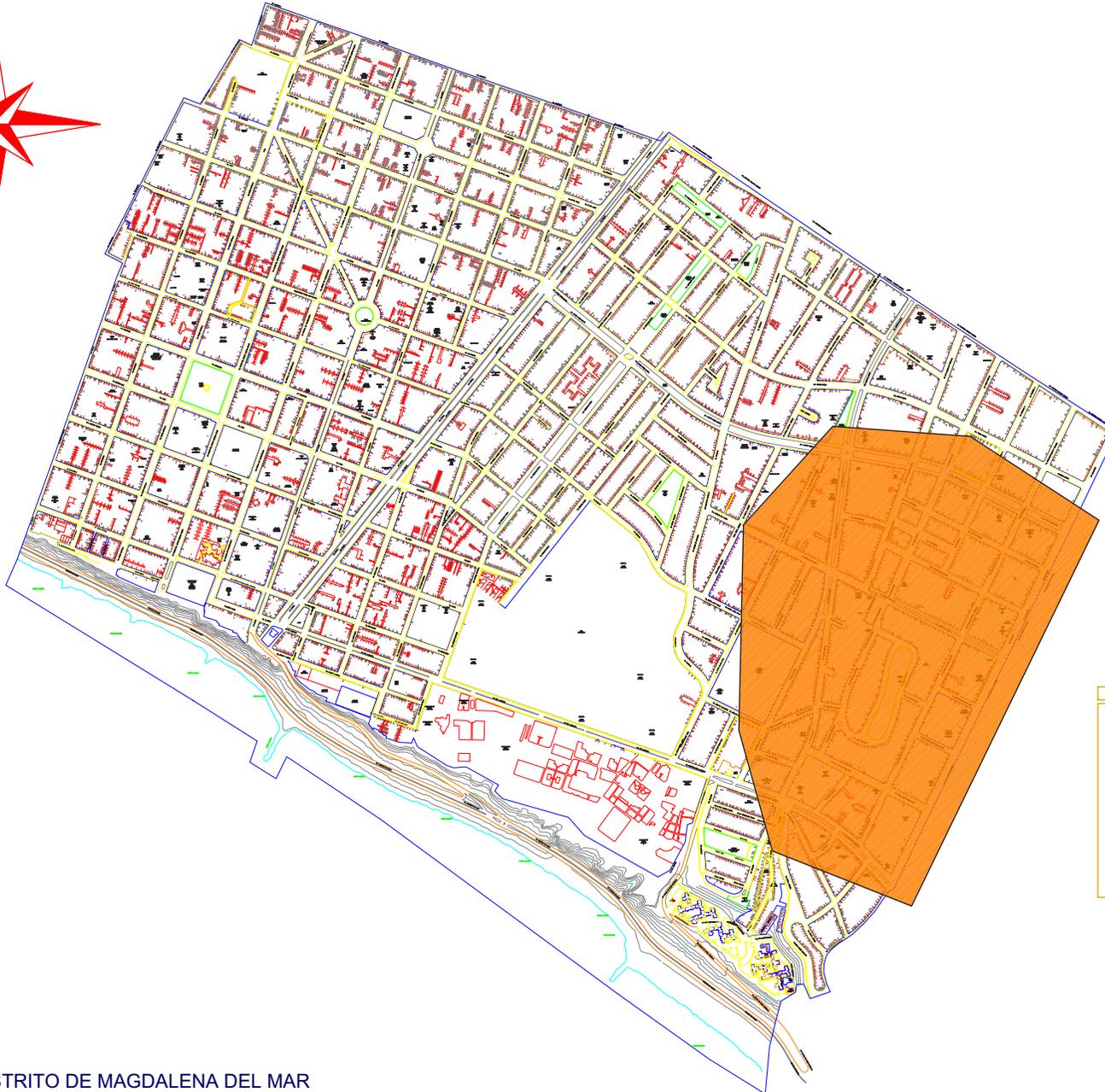
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLANO:
PLANO DE LOCALIZACIÓN

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/10000	TÍTULO: PF	CÓDIGO: TN-2016-A-01



A-01



LEYENDA	
	LÍMITE DE LOTES
	LÍMITE DE VEREDA
	LÍMITE DE CUADRA
	LÍMITE DE PARQUES
	LÍMITE DE MAR
	SUB - ZONA COMPROMETIDA

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/10000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Agular

ELABORADO POR:	DISEÑADO POR:	REVISADO POR:
M.A.H.S	M.A.H.S	M.A.H.S

TÍTULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

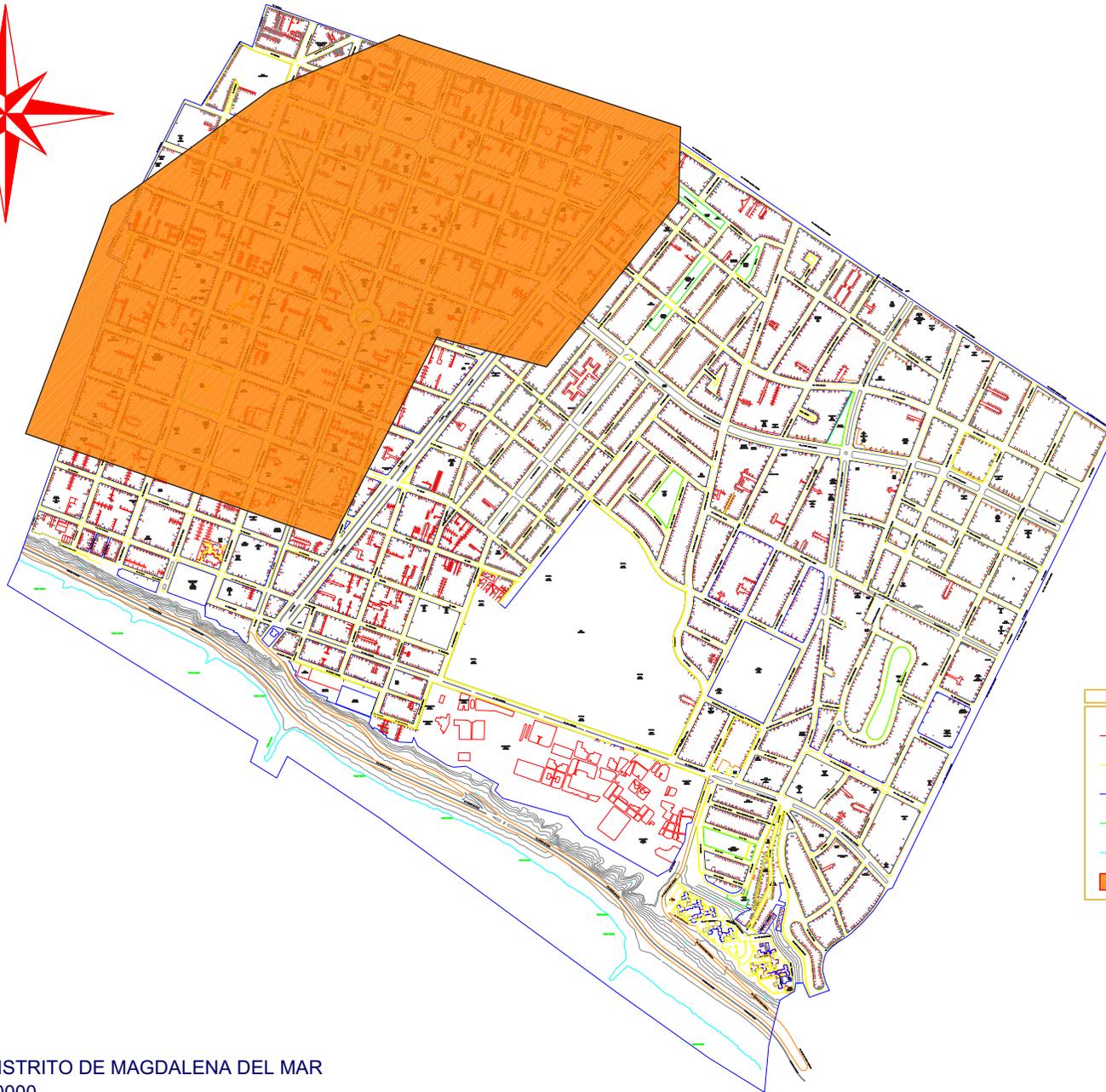
PLANO:
ZONA DE ESTUDIO 1 - Z1

FECHA:	Nº PLANOS:	CODIFICACIÓN:
JUNIO 16	01	TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA:	TÍTULO:	PROYECTO:
1/10000	PF	TN-2016-A-02



MAPA:

A-02



LEYENDA	
	LÍMITE DE LOTES
	LÍMITE DE VEREDA
	LÍMITE DE CUADRA
	LÍMITE DE PARQUES
	LÍMITE DE MAR
	SUB - ZONA COMPROMETIDA

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/10000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Agular

ELABORADO POR:	DISEÑADO POR:	REVISADO POR:
M.A.H.S	M.A.H.S	M.A.H.S

TÍTULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

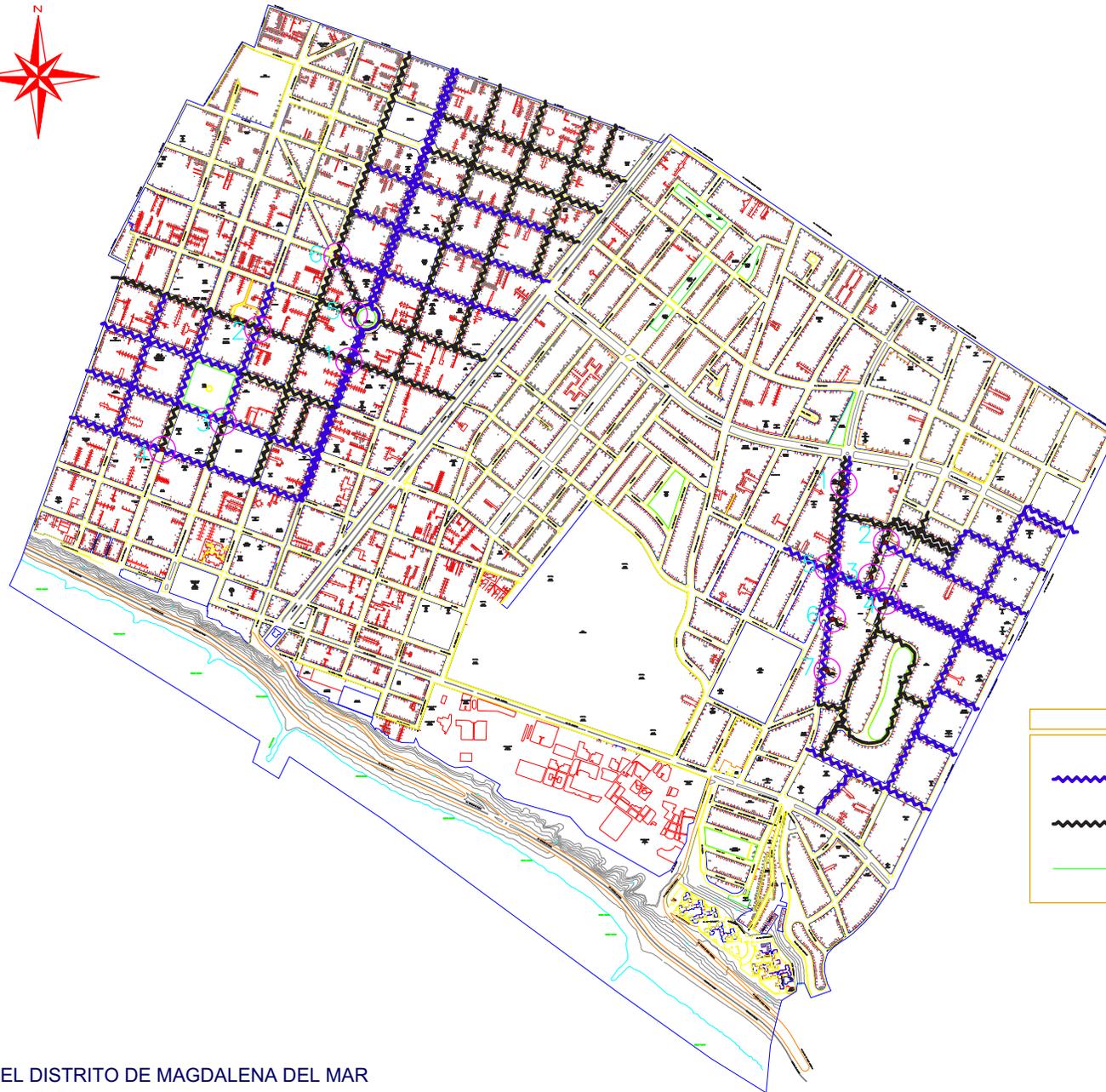
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLANO:
ZONA DE ESTUDIO 2 - Z2

FECHA:	Nº HOJAS:	CODIFICACIÓN:
JUNIO 16	01	TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA:	PROYECTO:	FECHA:
1/10000	PF	TN-2016-A-03



A-03



LEYENDA

 PAVIMENTO DE ASFALTO

 PAVIMENTO DE CONCRETO

 LÍMITE DE PARQUES

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/10000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DISEÑADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
--------------------------	--------------------------	--------------------------

TÍTULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

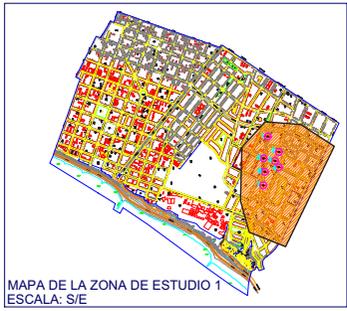
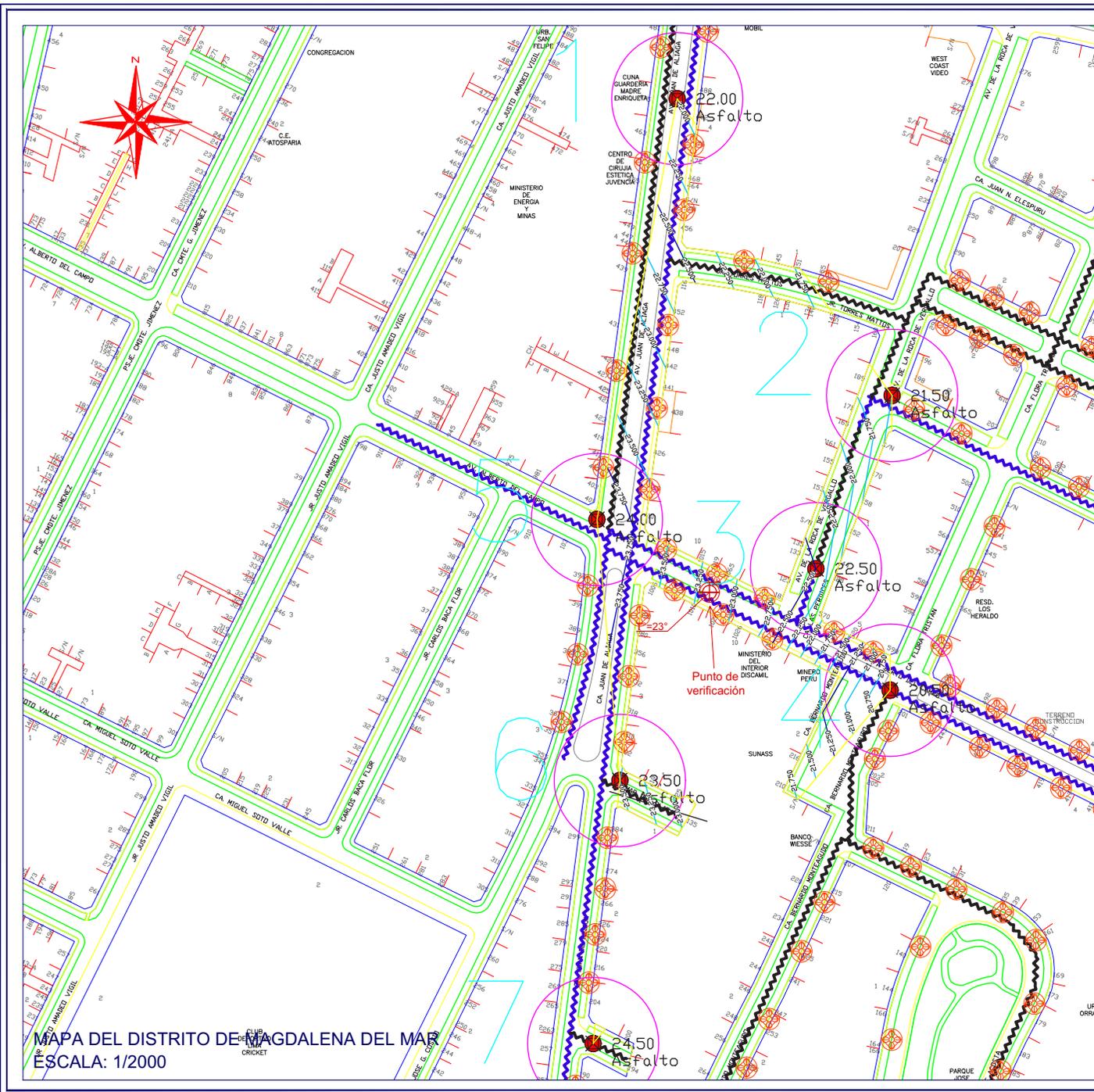
PLANO:
TIPO DE PAVIMENTOS - LOCALIZACIÓN

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/10000	TIPO: PF	CÓDIGO: TN-2016-A-04



FOLIO:

A-04



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LÍMITE DE ÁREAS VERDES
- LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 1
ESCALA: S/E

LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LÍMITE DE ÁREAS VERDES
- LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

OBJETIVO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

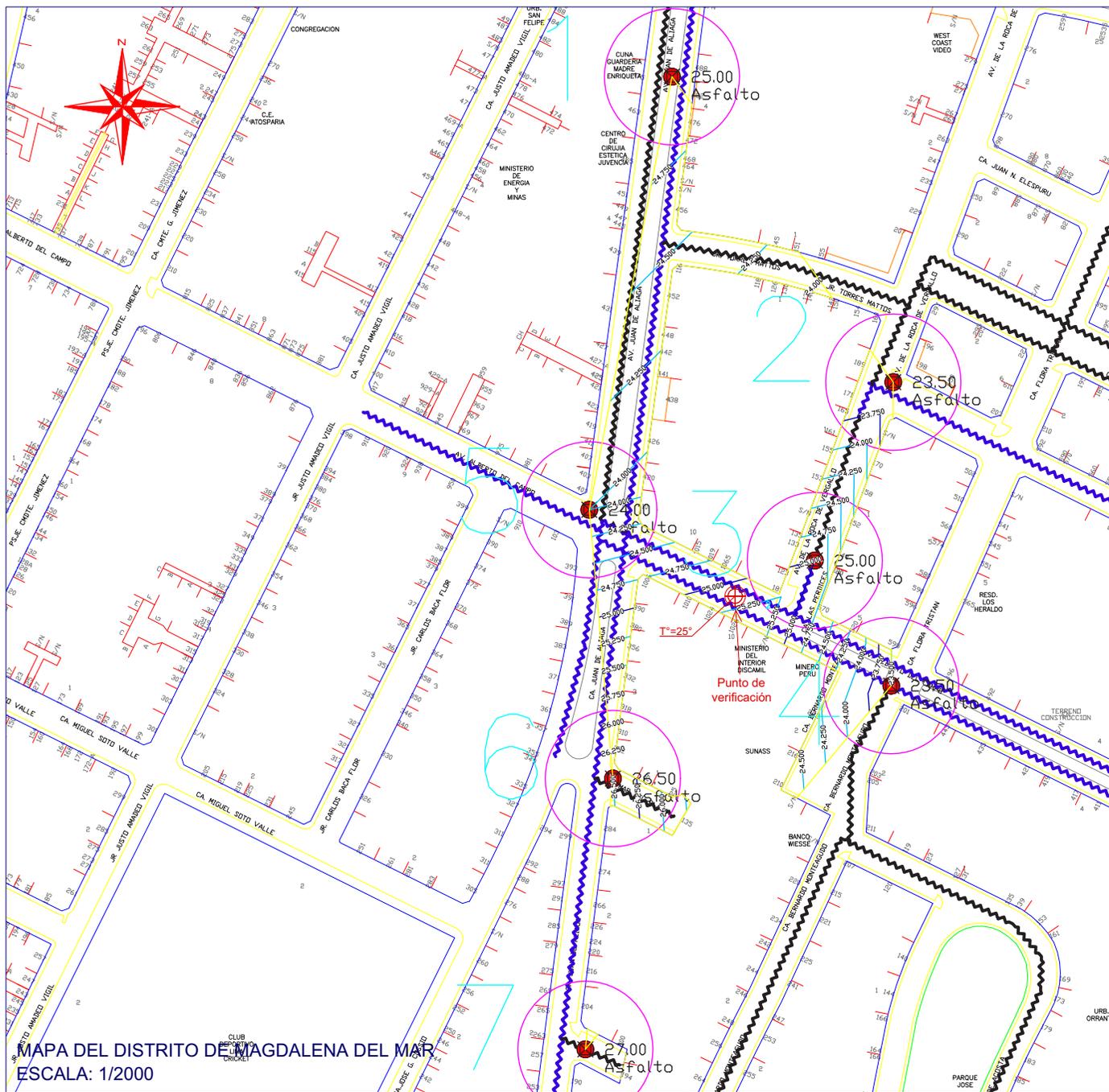
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

TÍTULO:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	N° REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-05

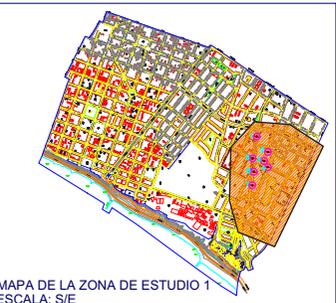
A-05



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E



MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 1
ESCALA: S/E

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESIGNADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
---------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 12:53 AM

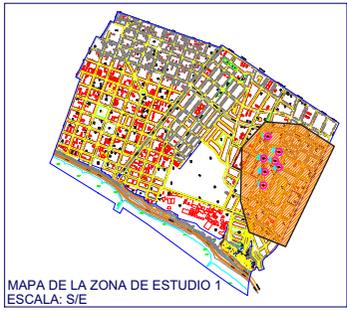
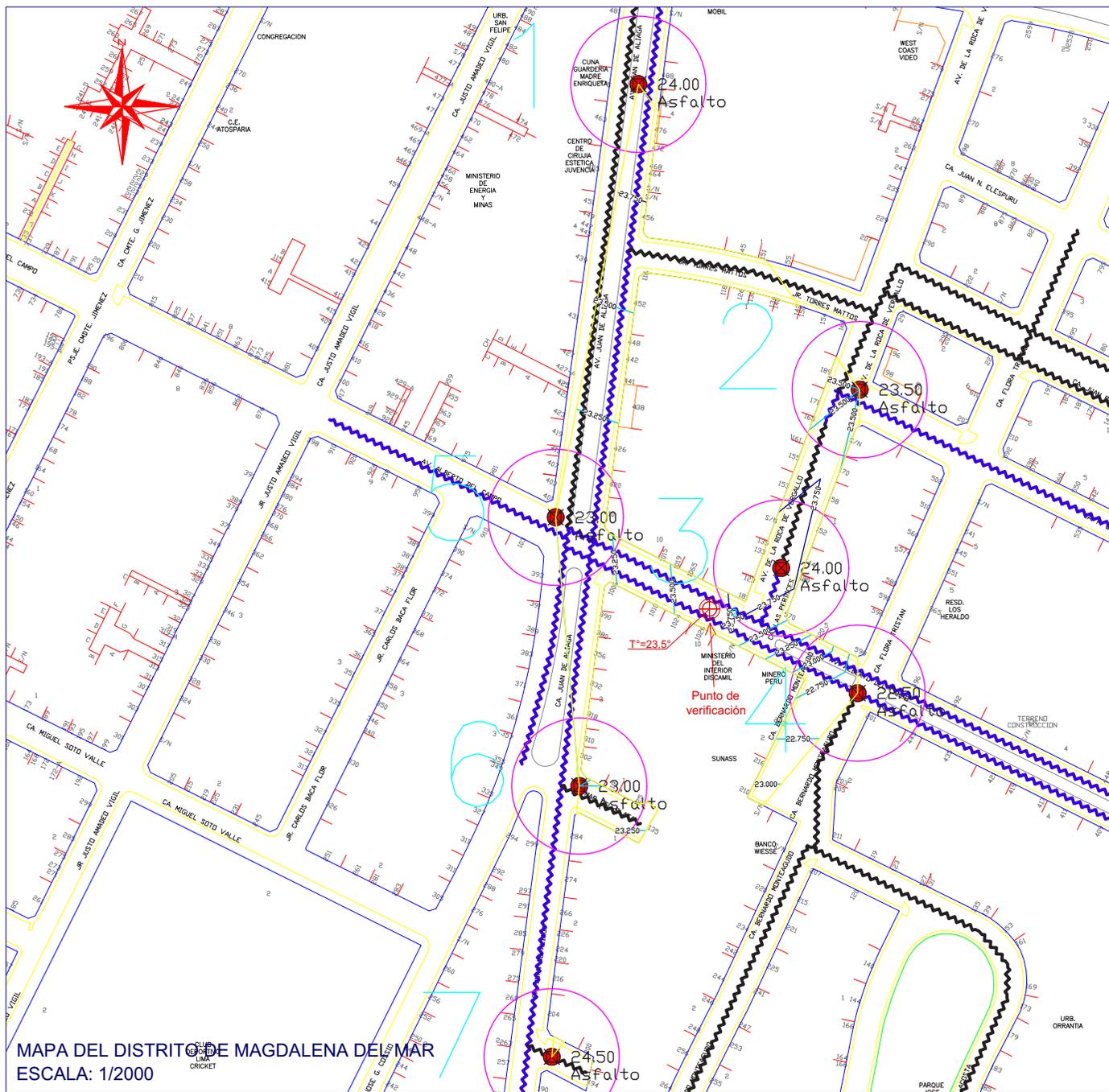
FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.AHS
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CÓDIGO: TN-2016-A-06



A-06

LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE ÁREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	1 NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

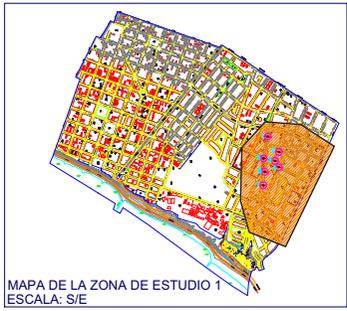
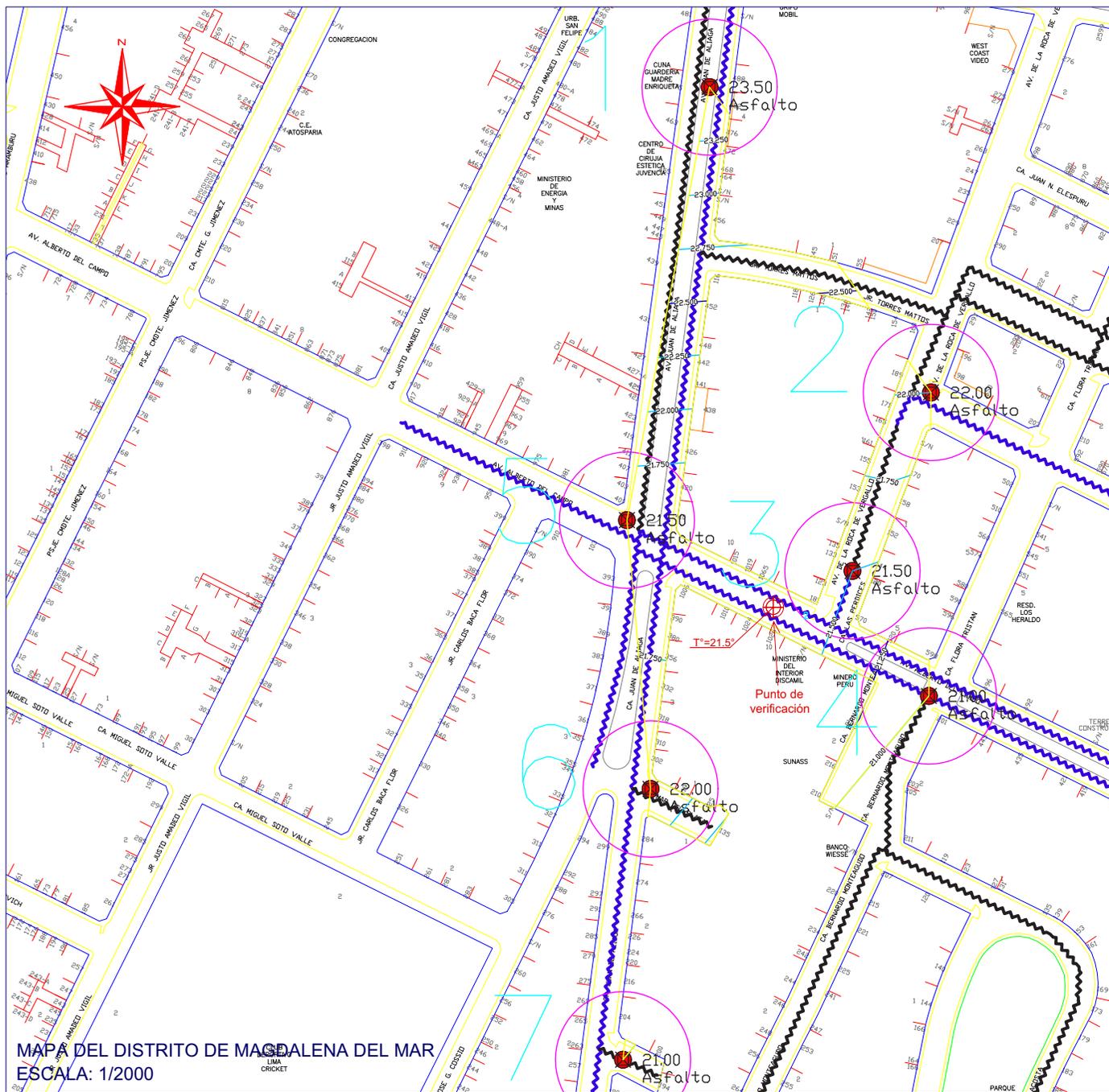
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 03:10 PM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	PAPEL: PF	CONTRATO: TN-2016-A-07

A-07



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LÍMITE DE ÁREAS VERDES
	LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 - INTERVALO MAYOR (CADA 1,25° C)
	22.750 - INTERVALO MENOR (CADA 0,25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

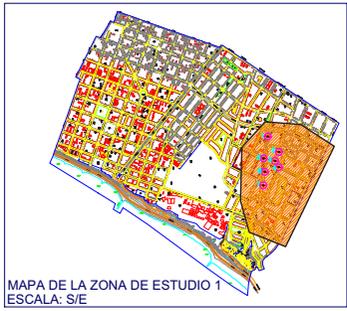
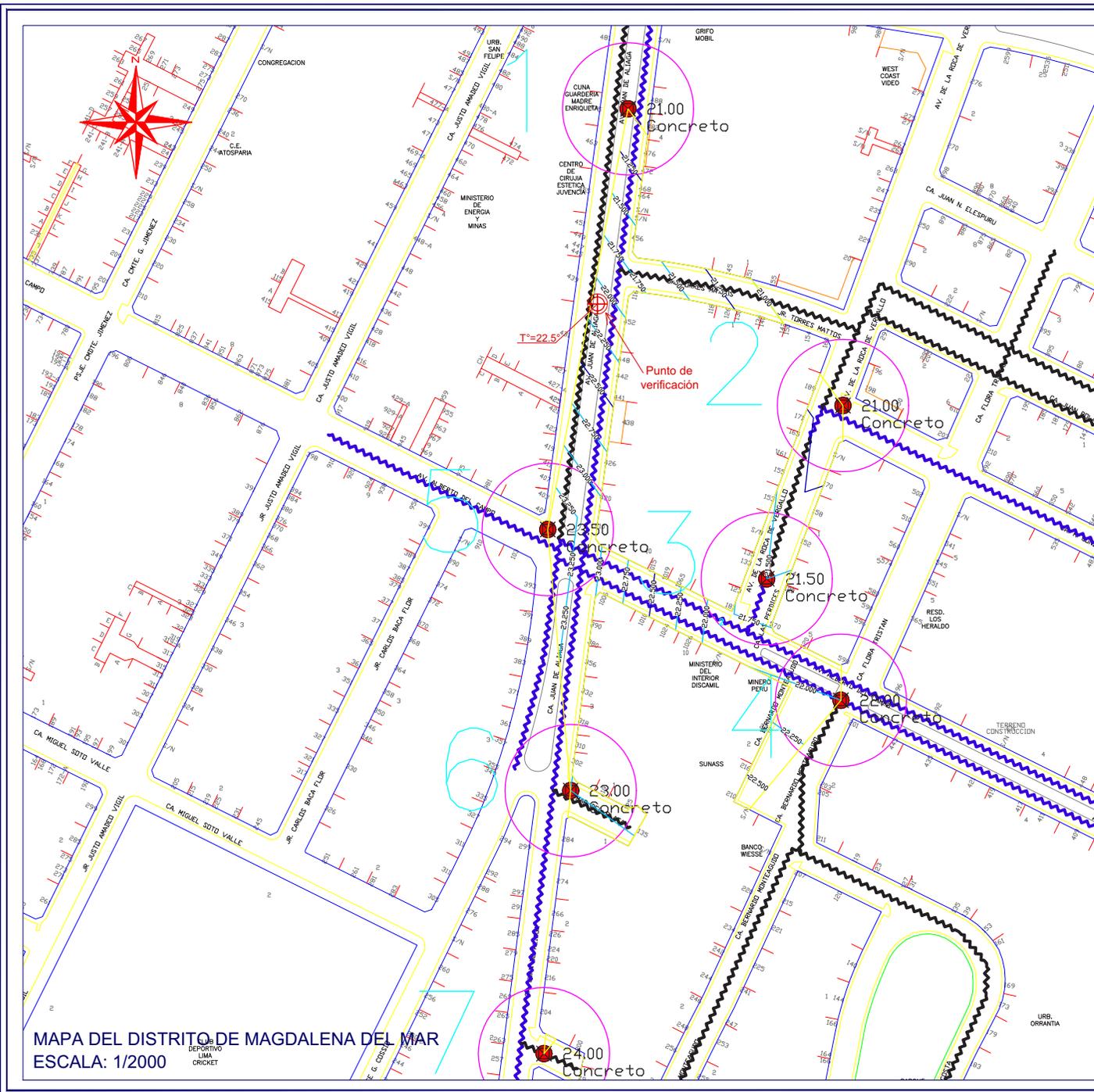
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLANO:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 4:15 PM

FECHA: JUNIO 16	V. REVISOR: 01	CD. PROYECTISTA: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TÍTULO: PF	PROYECTO: TN-2016-A-08



A-08



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE AREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACION TOMADA PARA LA INVESTIGACION
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACION
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACION

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

DEPARTAMENTO DE LIMA
CRICKET

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESIGNADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
---------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACION COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RIGIDOS, MEDIANTE EL ANALISIS DE LA VARIACION DE TEMPERATURA

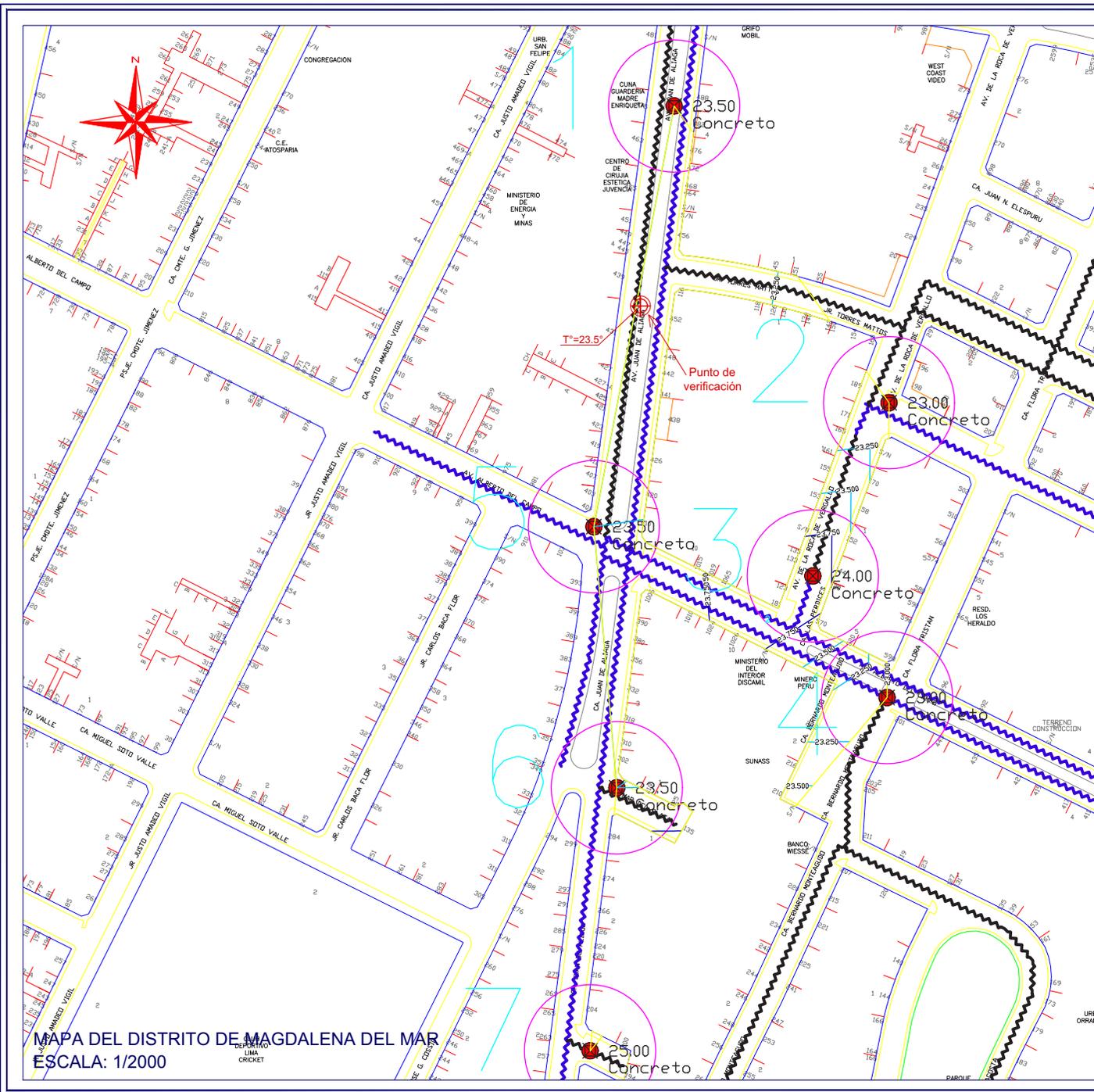
INSTITUCION:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLANO:
MEDICION DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGION: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CONTRATACION: TN-2016-A-09



A-09



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

Ing. Manuel Aristides Hernández Salazar

Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESIGNADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
---------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

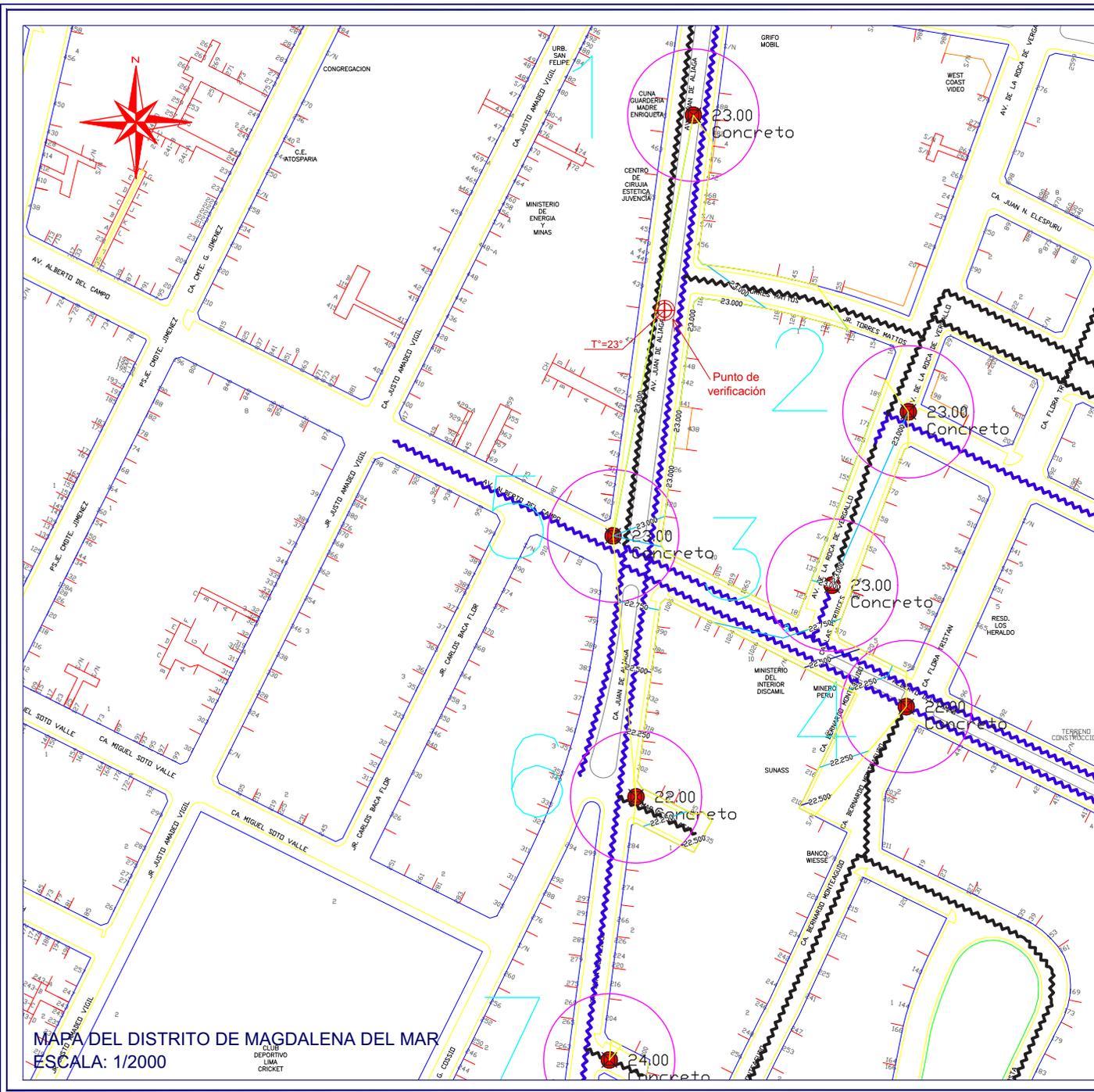
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 12:53 AM

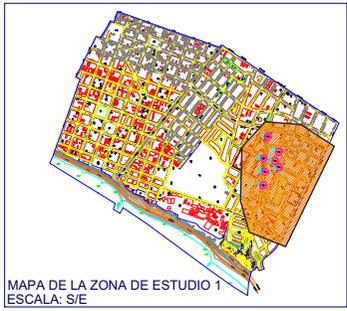
FECHA: JUNIO 16	Nº REPETICIÓN: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-10

A-10

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



LEYENDA	
	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LÍMITE DE ÁREAS VERDES
	LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

PAUTORIZADO:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PAUTORIZADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

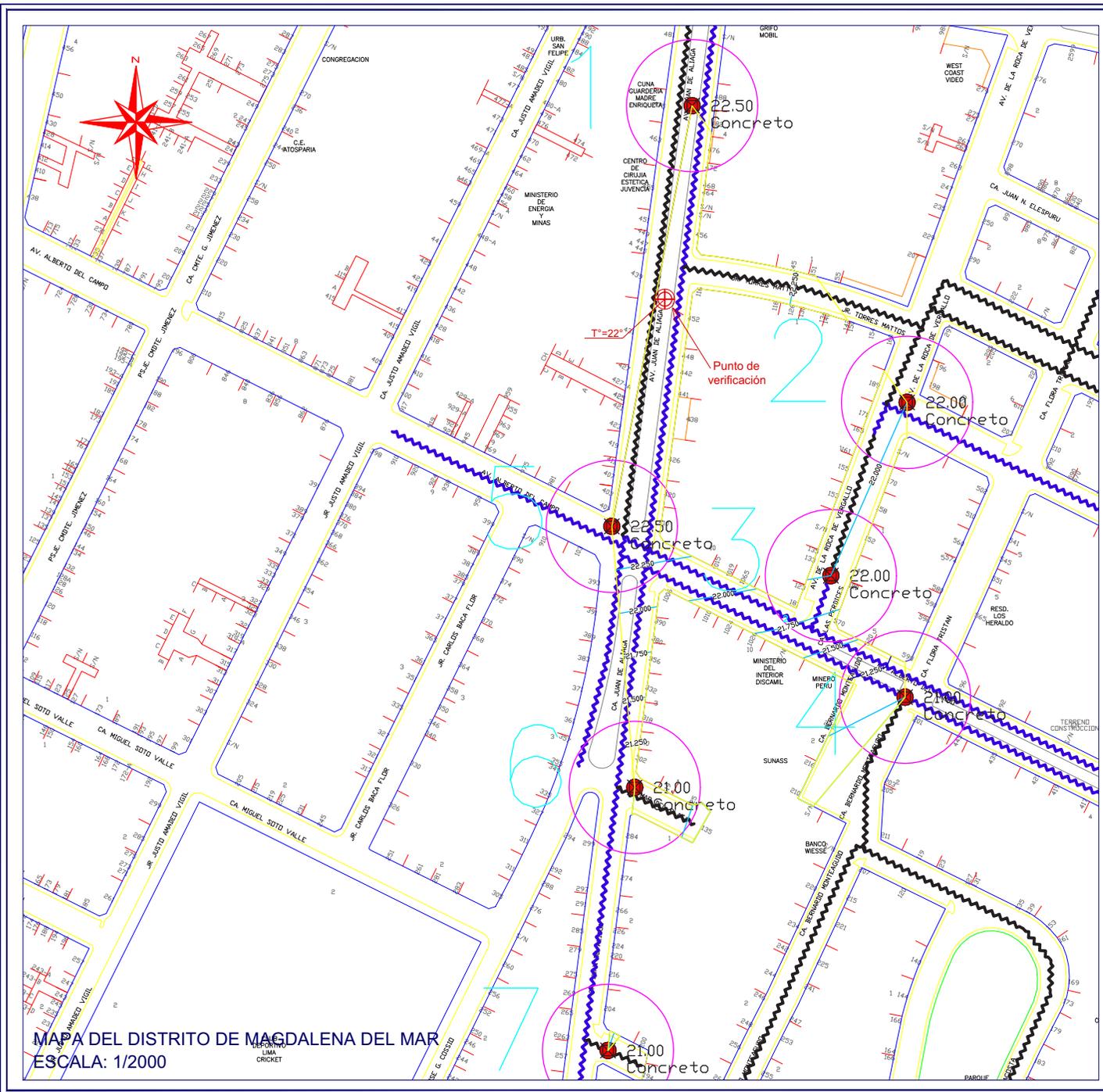
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 3:10 PM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	COD. PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TÍTULO: PF	CATEGORÍA: TN-2016-A-11

LOGO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

A-11



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LÍMITE DE ÁREAS VERDES
- LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 - INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 - INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

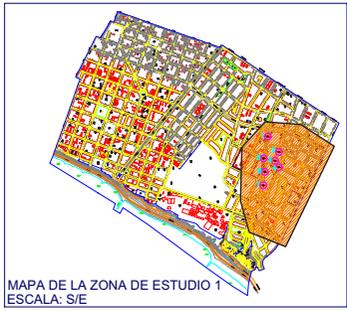
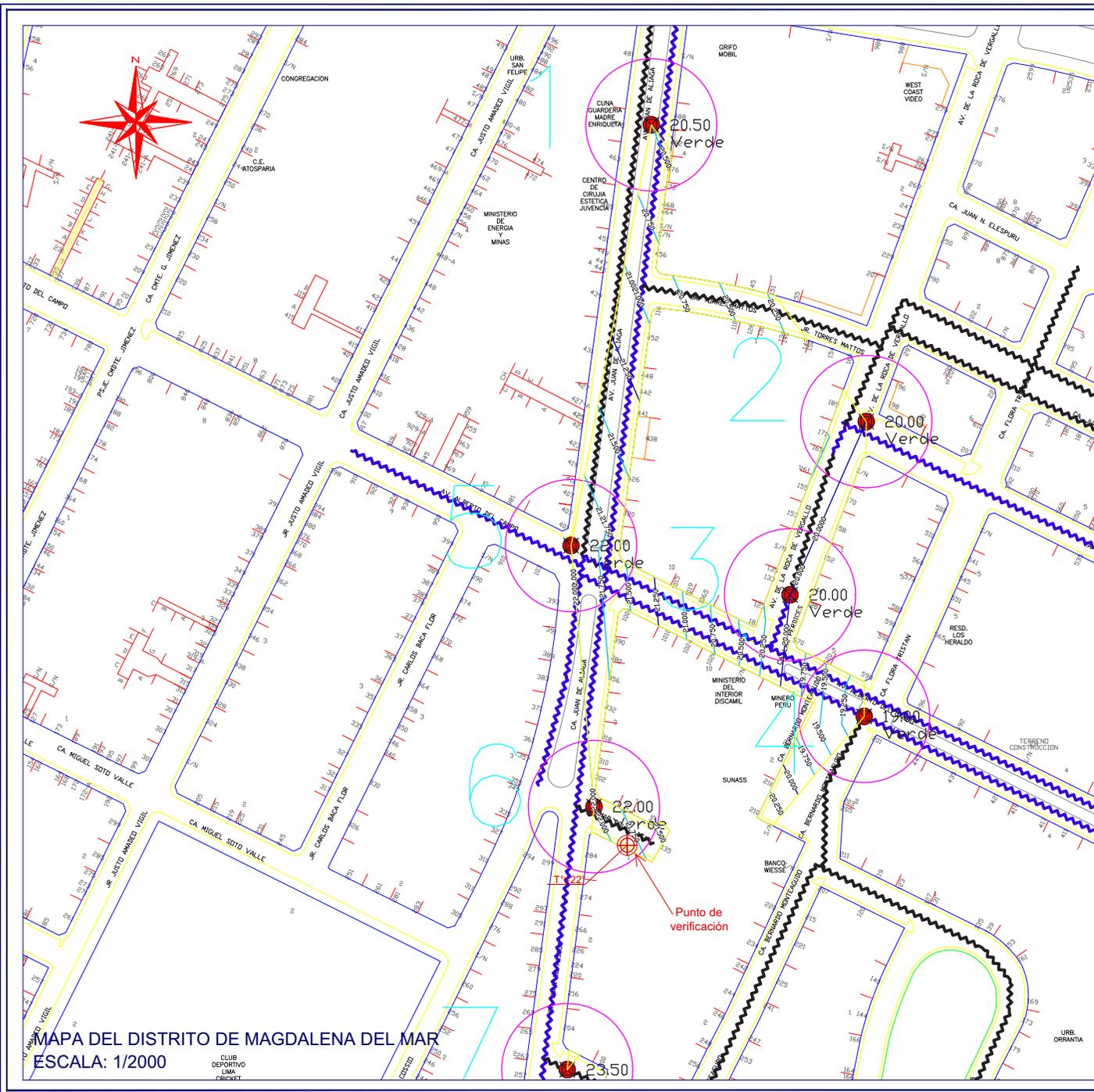
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 4:15 PM

FECHA: JUNIO 16	HORA: 01	CD PROYECTOS: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CÓDIGO: TN-2016-A-12

A-12



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LÍMITE DE ÁREAS VERDES
- LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 1
ESCALA: S/E

LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LÍMITE DE ÁREAS VERDES
- LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESIGNADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
---------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

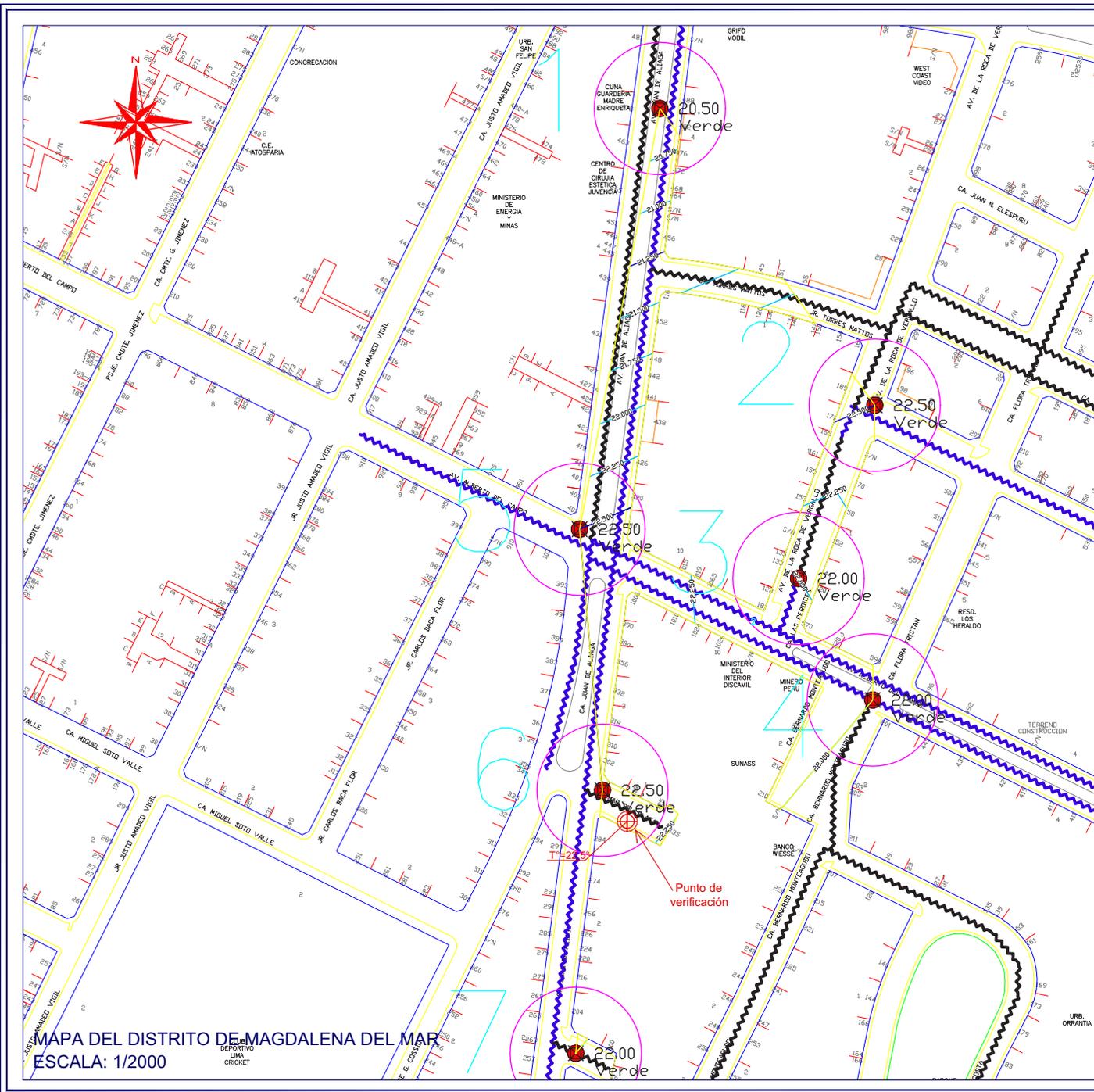
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

TÍTULO:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01 TRAMO VERDE - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.AHS
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CÓDIGO: TN-2016-A-13

A-13



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

URB. DEPORTIVO
LIMA
CRICKET



LEYENDA	
	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE ÁREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

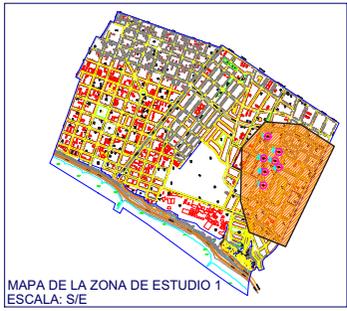
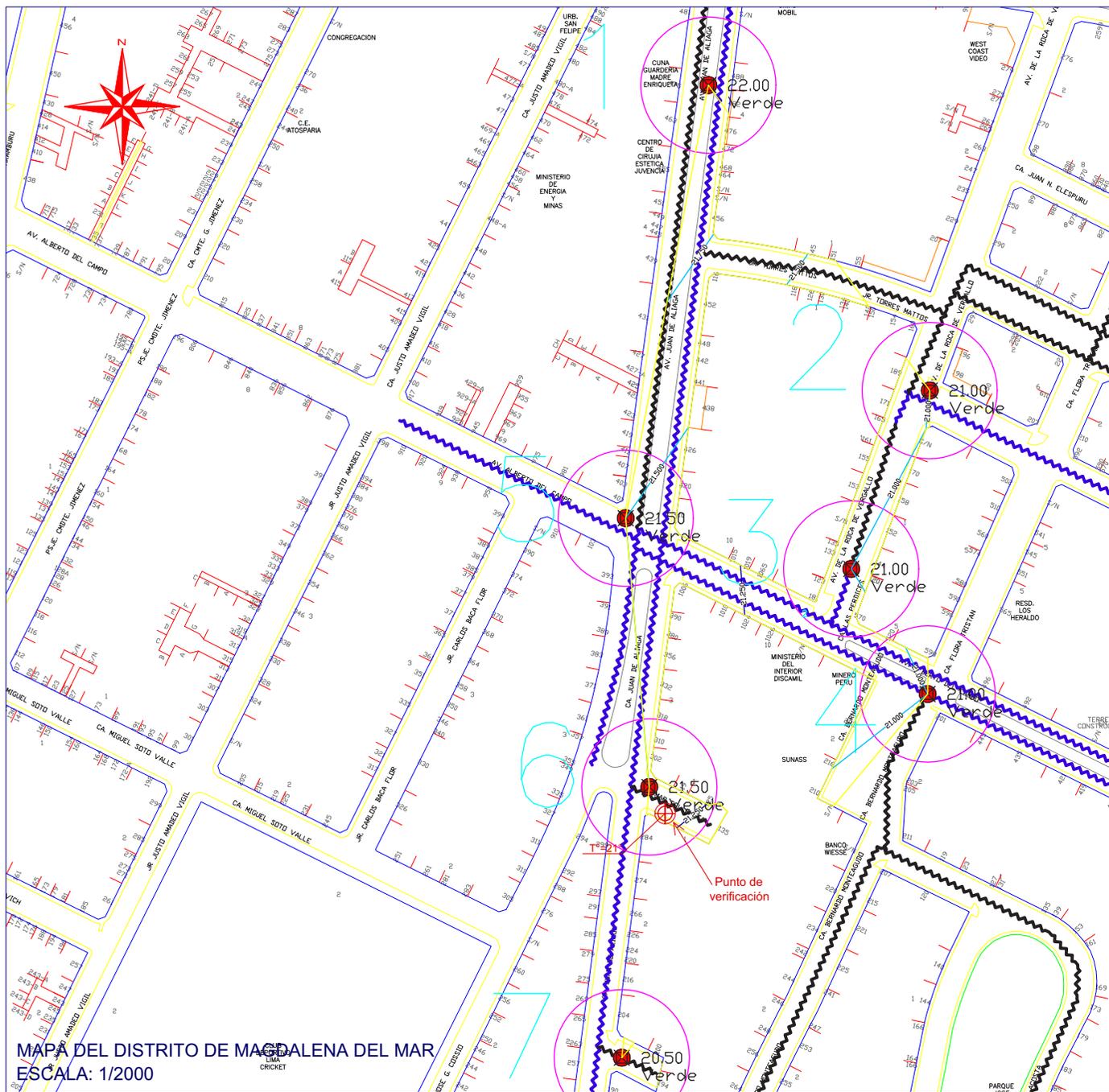
MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 1
ESCALA: S/E

LEYENDA

PAVIMENTO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
TITULO DE TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA		
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA		
DIRECCIÓN: DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR		
PLANO: MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01 TRAMO VERDE - HORA 12:53 AM		
FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	PAPEL: PF	CATEGORÍA: TN-2016-A-14



A-14



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE ÁREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.25° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DISEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

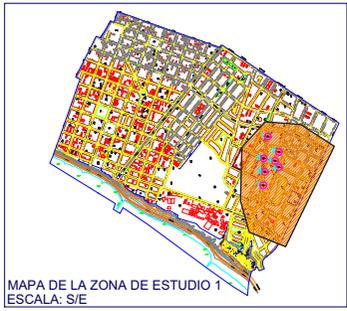
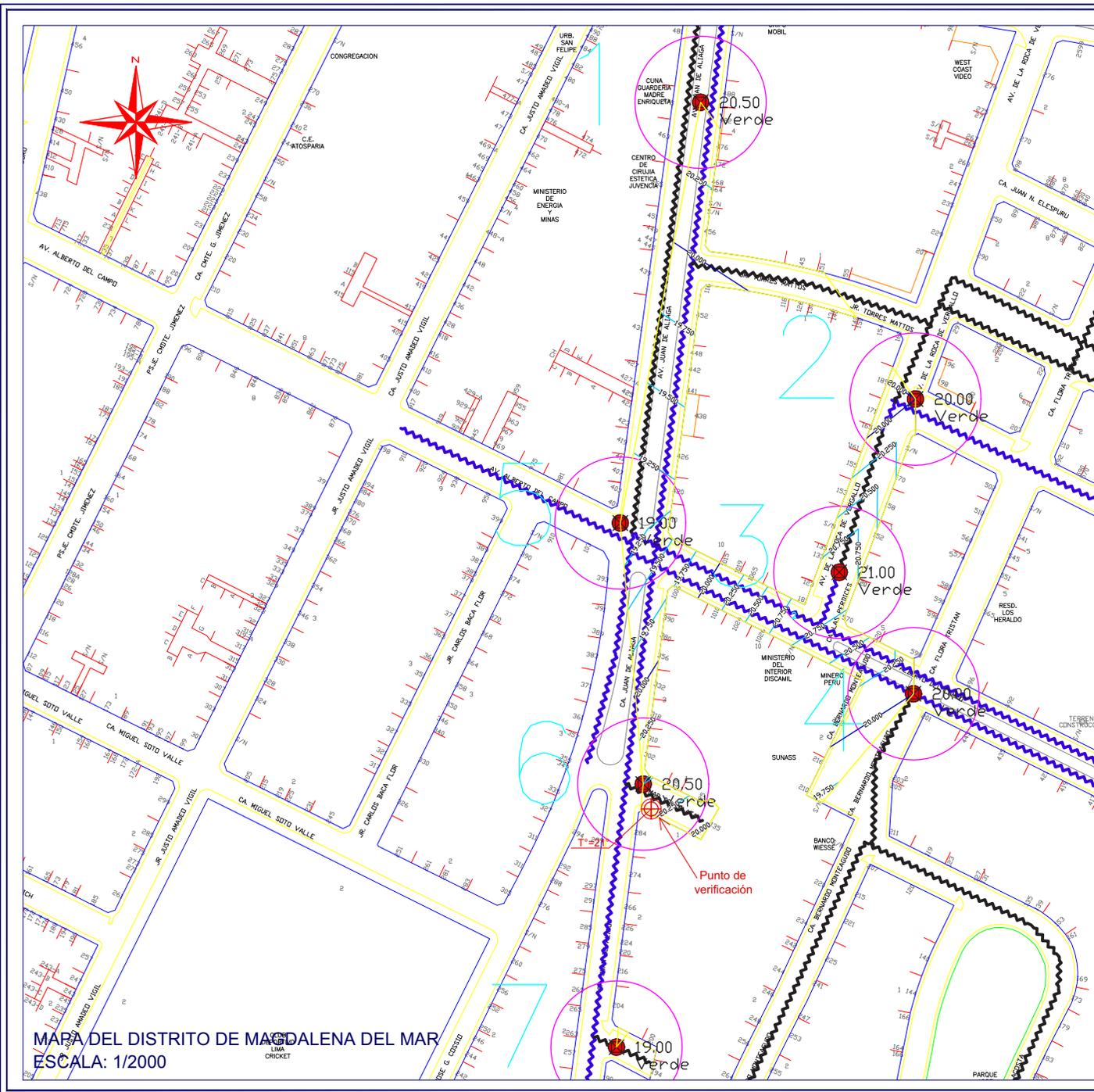
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMO VERDE - HORA 3:10 PM

FECHA: JUNIO 16	HORA: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-15



A-15



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LÍMITE DE ÁREAS VERDES
	LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1,25° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0,25° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TÍTULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

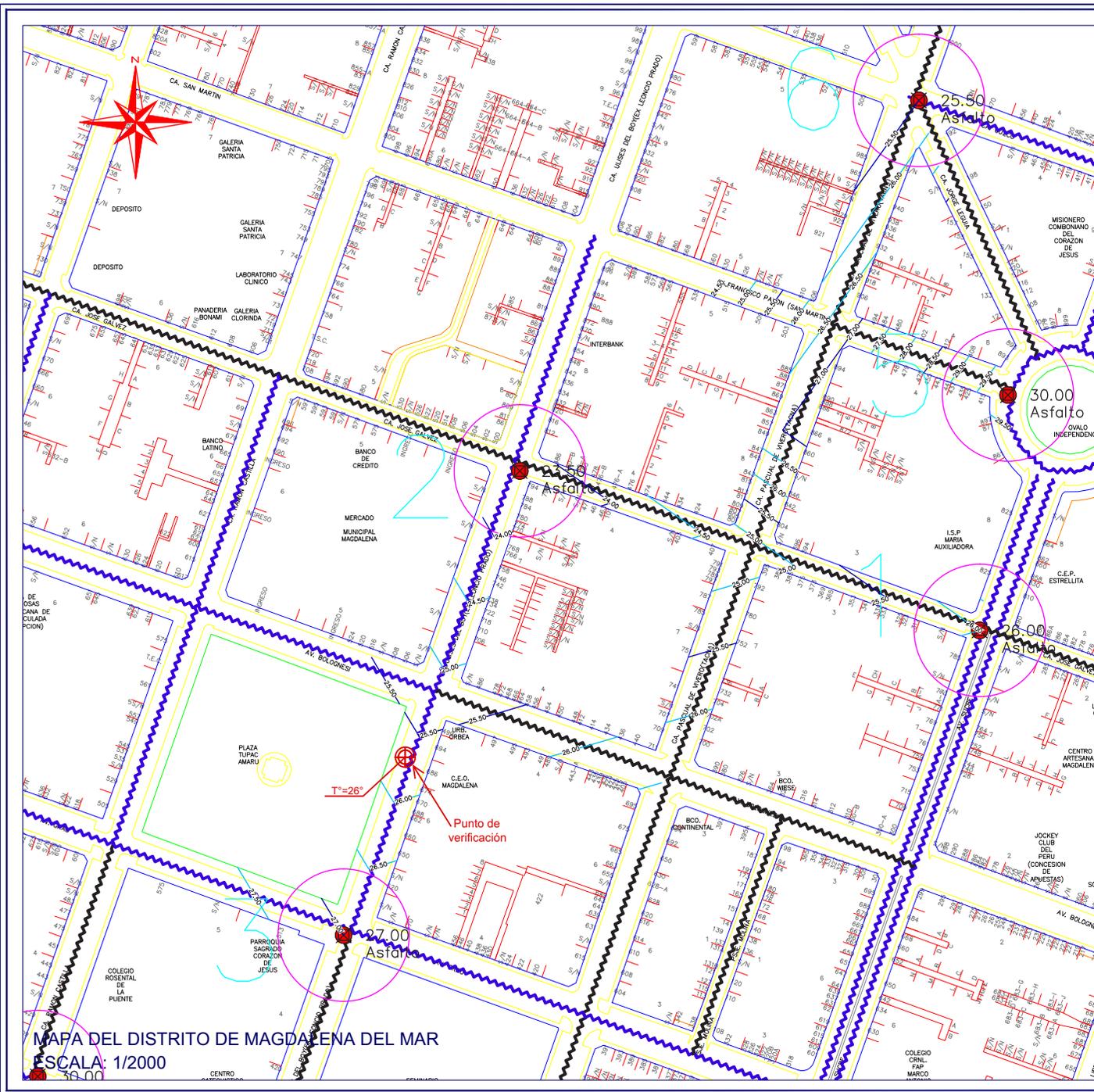
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 01
TRAMO VERDE - HORAS 4:15 PM

FECHA: JUNIO 16	HORA: 01	CD PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	PROYECTO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-16

A-16



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE AREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
	INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACION TOMADA PARA LA INVESTIGACION
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACION
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACION

TESIS - UNALM

NOTA:

INGENIERO
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS

EVALUACION COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RIGIDOS, MEDIANTE EL ANALISIS DE LA VARIACION DE TEMPERATURA

INSTITUCION
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCION
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

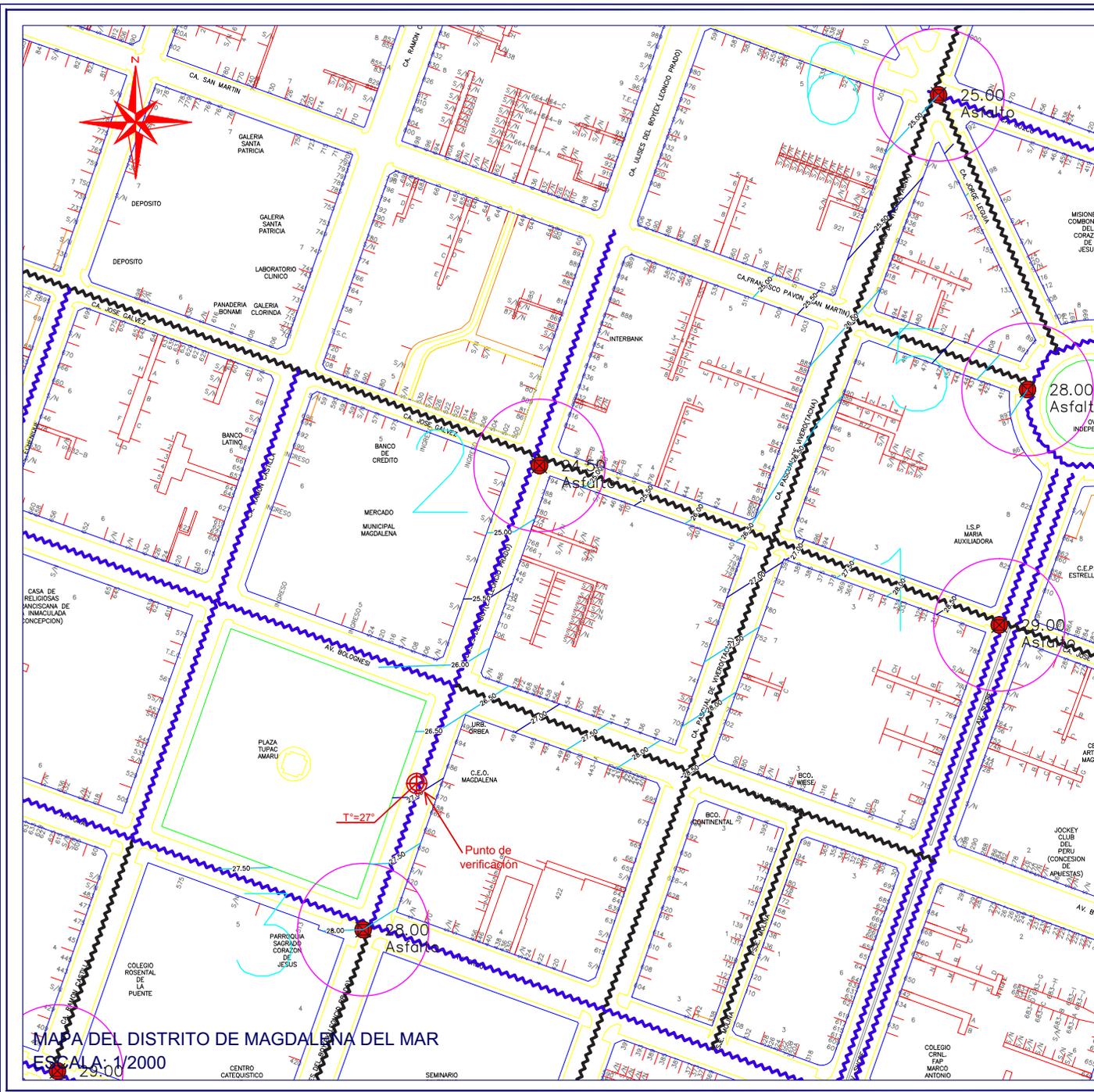
PLAZA
MEDICION DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	N° REGISTRO: 01	USO PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	PAIS: PF	CONTRATO: TN-2016-A-17

LOGO

A-17

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE ÁREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

PROFESORADO:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESORADO:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TÍTULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

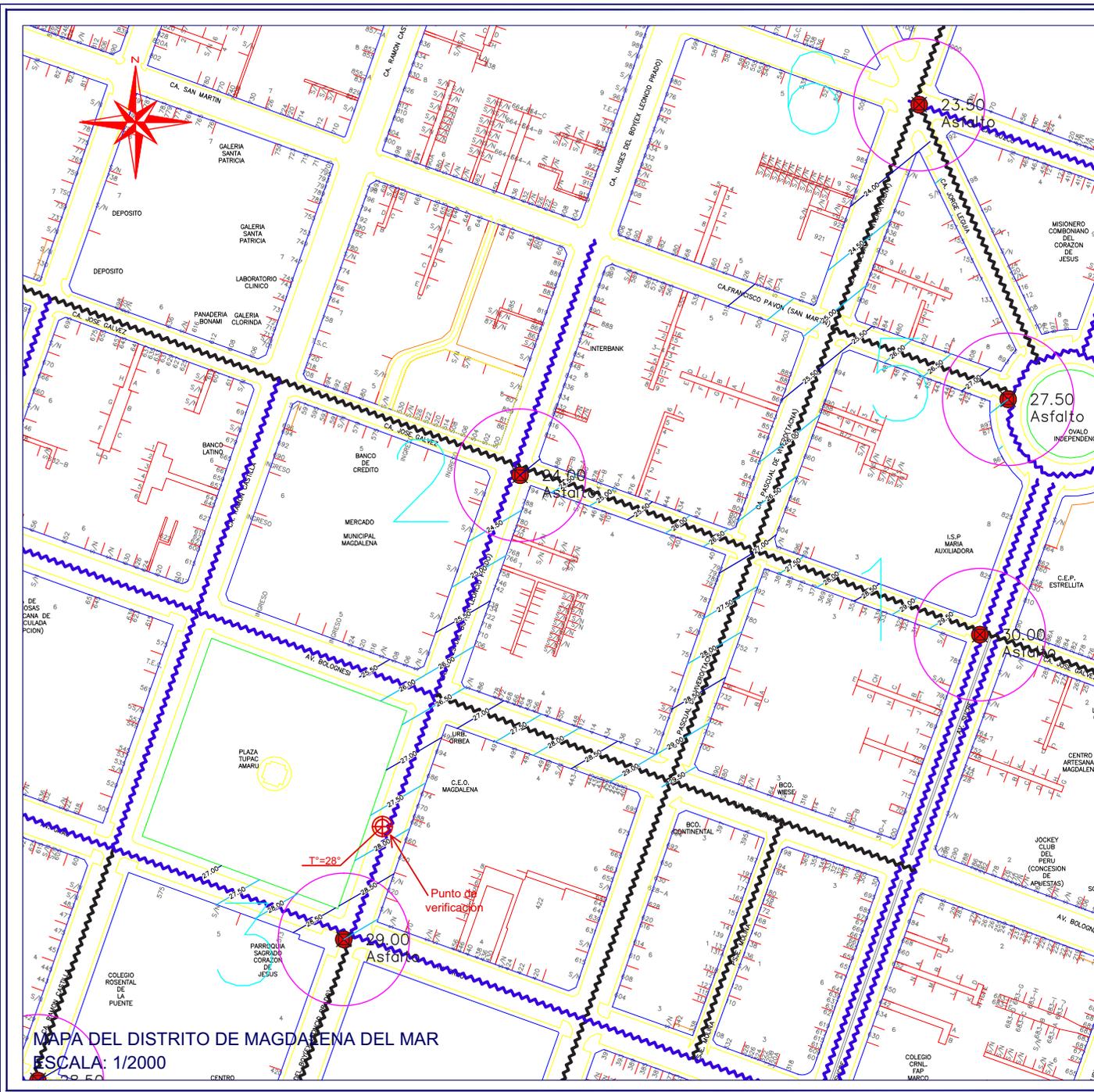
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 12:53 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	USO PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CONTRATO: TN-2016-A-18

LOGO:

A-18



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

Ing. Manuel Aristides Hernández Salazar

Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

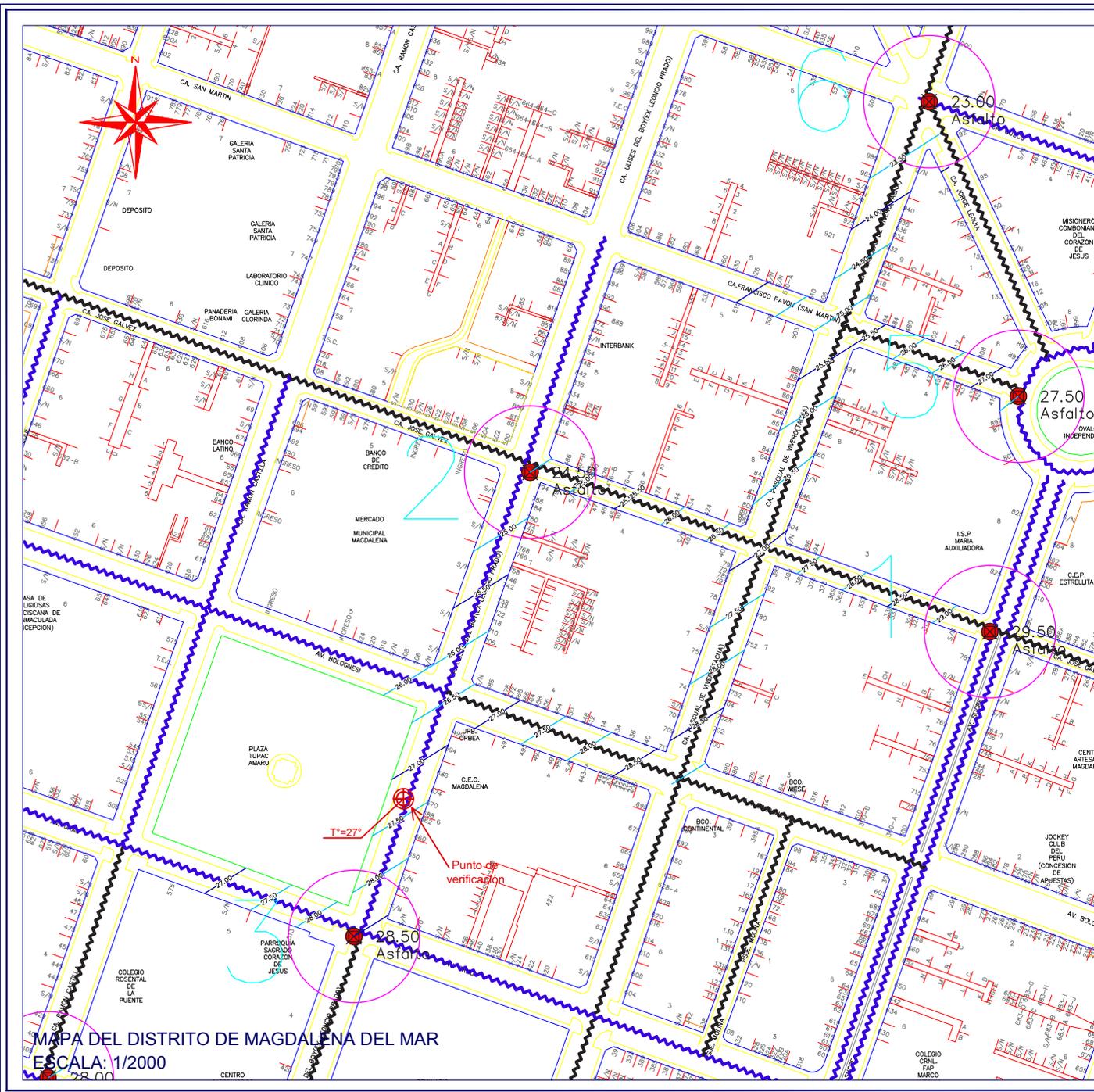
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 3:10 PM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	USO PREVILO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-19

A-19



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



LEYENDA	
	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LÍMITE DE ÁREAS VERDES
	LÍMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 2
ESCALA: S/E

LEYENDA

ELABORADO POR:	MAHS	ELABORADO POR:	MAHS	REVISADO POR:	MAHS
----------------	------	----------------	------	---------------	------

TRABAJOS DE TESIS:

EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:

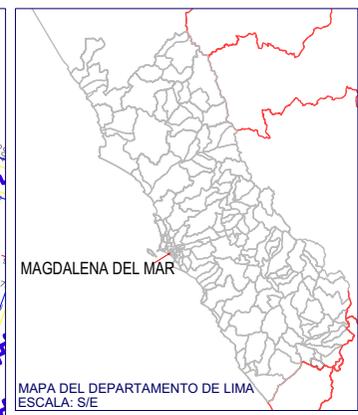
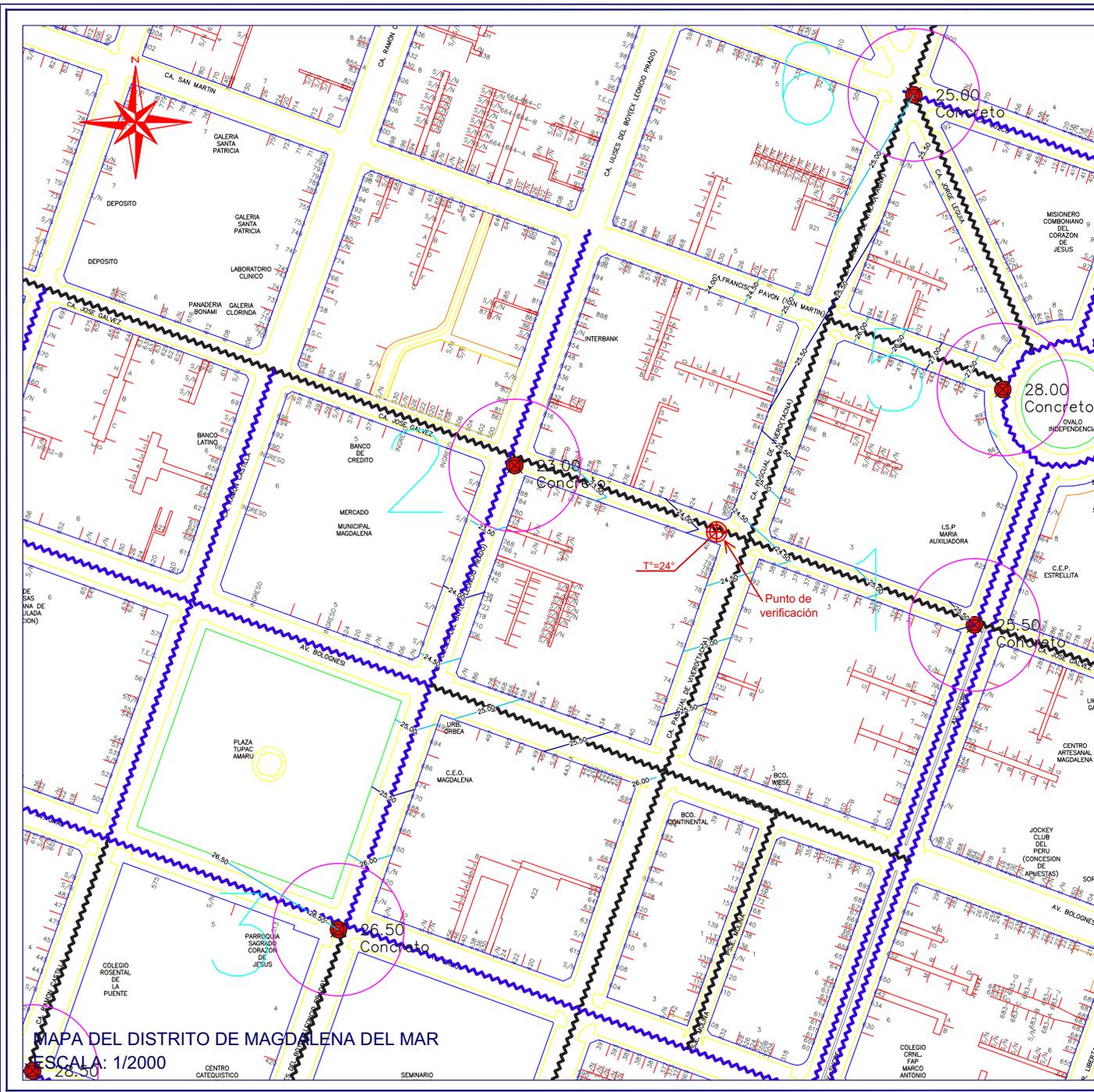
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:

MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE ASFALTO - HORA 4:15 PM

FECHA:	JUNIO 16	Nº REGISTRO:	01	CDI PROYECTO:	TESIS_2016_MAH
ESCALA:	1/2000	PAIS:	PF	CONTRATO:	TN-2016-A-20

A-20



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
 Manuel Aristides Hernández Salazar
 PATROCINADOR:
 Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TRABAJO DE TESIS:
 EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

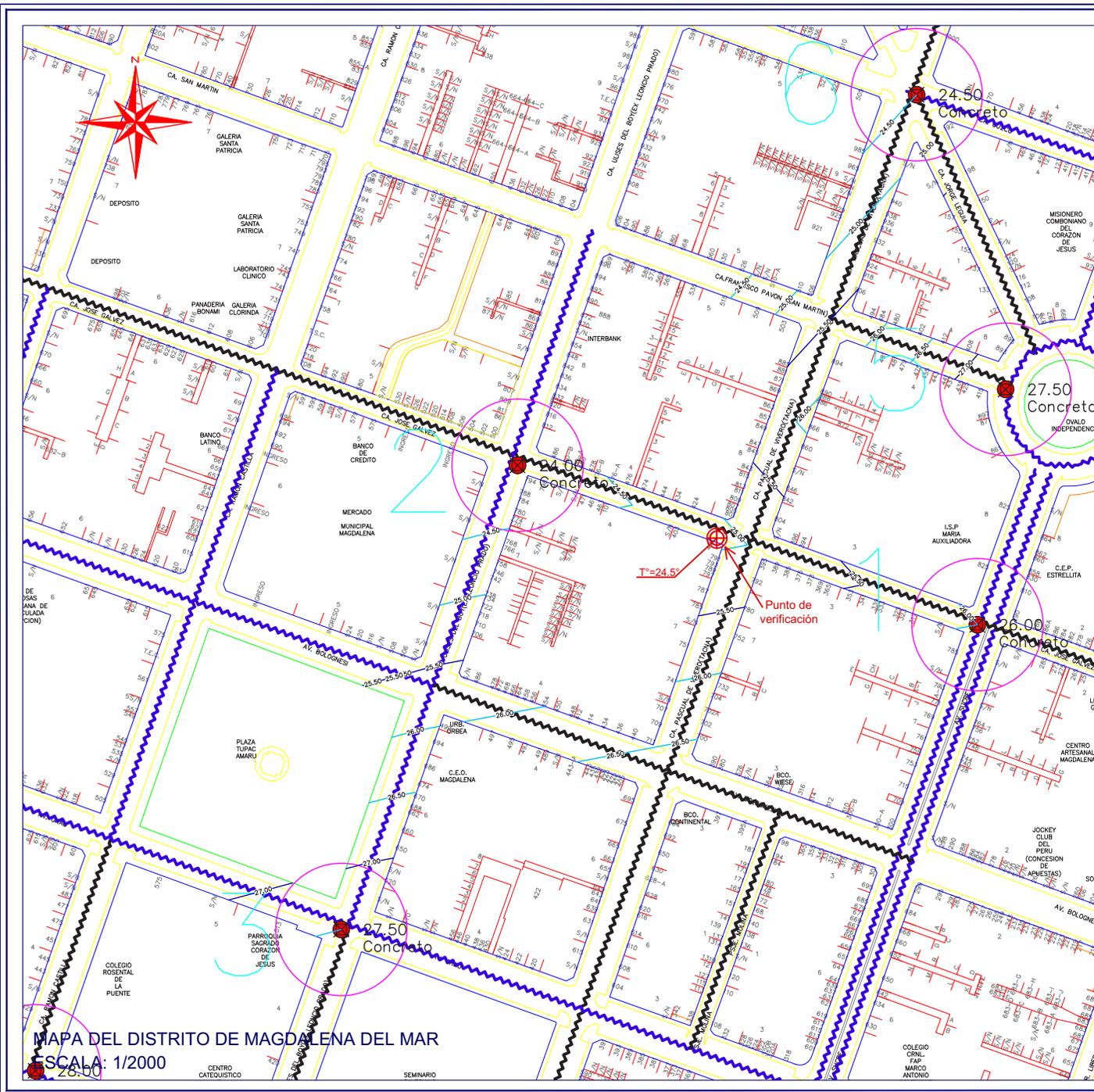
DIRECCIÓN:
 DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
 MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
 TRAMOS DE CONCRETO - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº DE REGISTRO: 01	SEMESTRE: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO DE PLAN: PF	CÓDIGO DE PLAN: TN-2016-A-21

A-21

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
 ESCALA: 1/2000



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PROFESOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

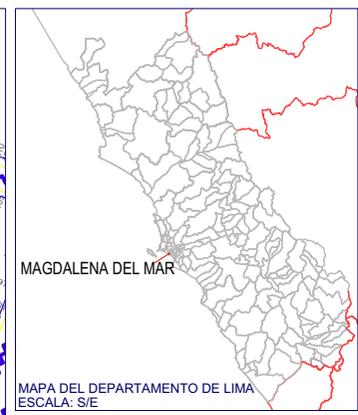
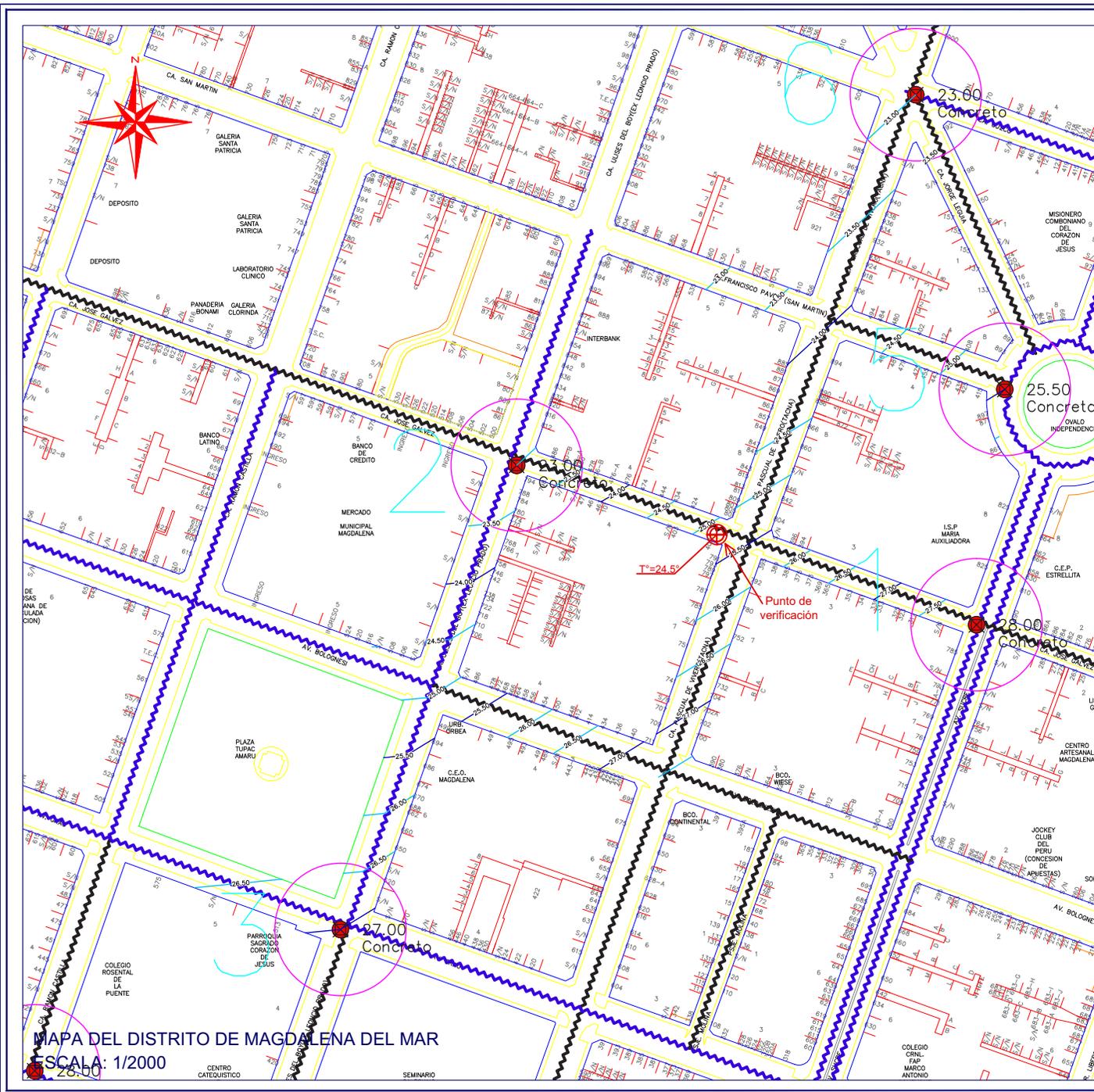
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 12:53 AM

FECHA: JUNIO 16	FECHA: 01	SEMESTRE: TESIS_2016_MAHS
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-22

A-22



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 2
ESCALA: S/E

LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

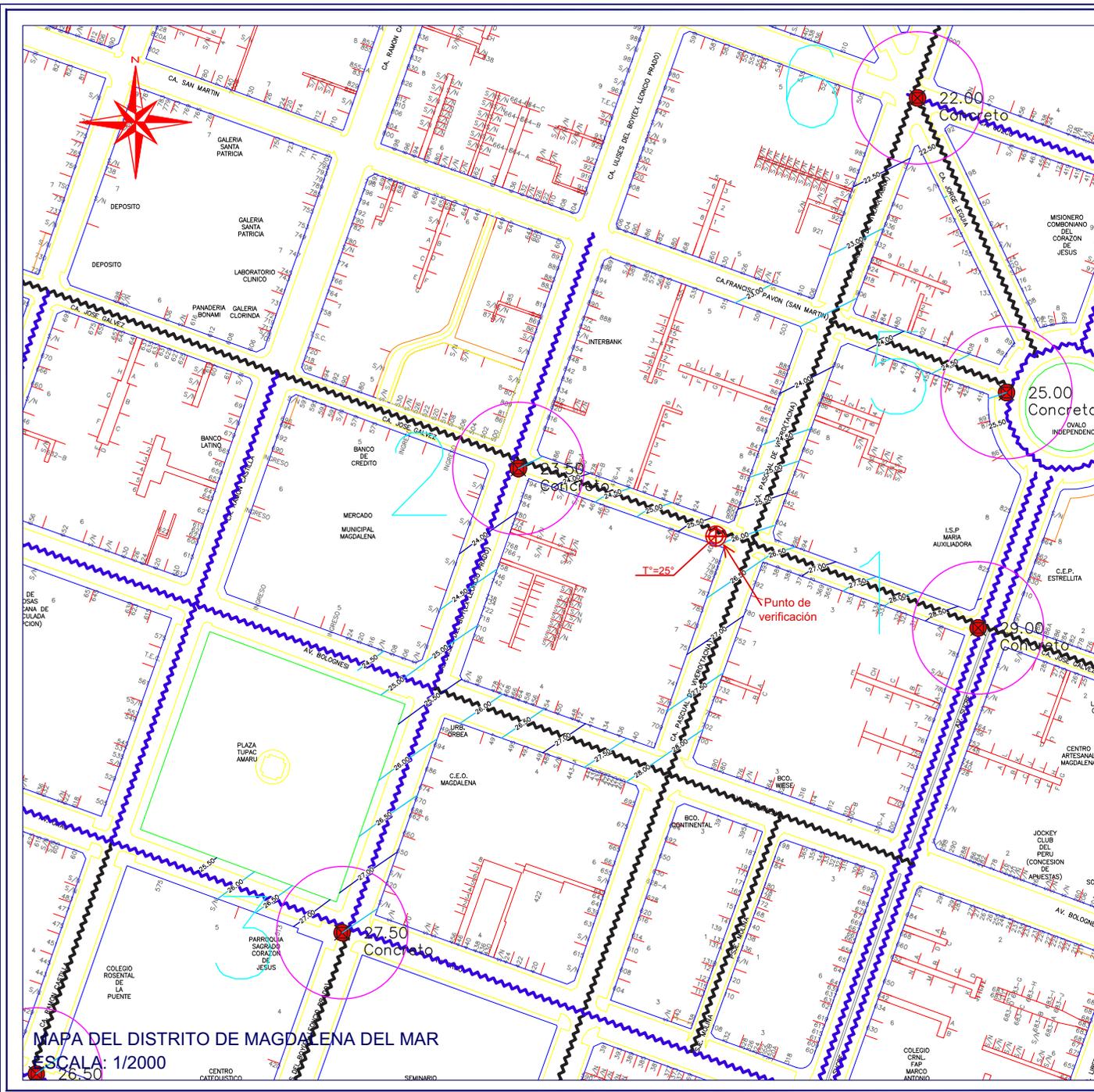
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 3:10 PM

FECHA: JUNIO 16	FECHA: 01	SEMESTRE: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-23

A-23



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE AREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22.800 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
	22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACION TOMADA PARA LA INVESTIGACION
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACION
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACION

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADO:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESARROLLADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	------------------------------	--------------------------

TITULO DE TESIS:
EVALUACION COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RIGIDOS, MEDIANTE EL ANALISIS DE LA VARIACION DE TEMPERATURA

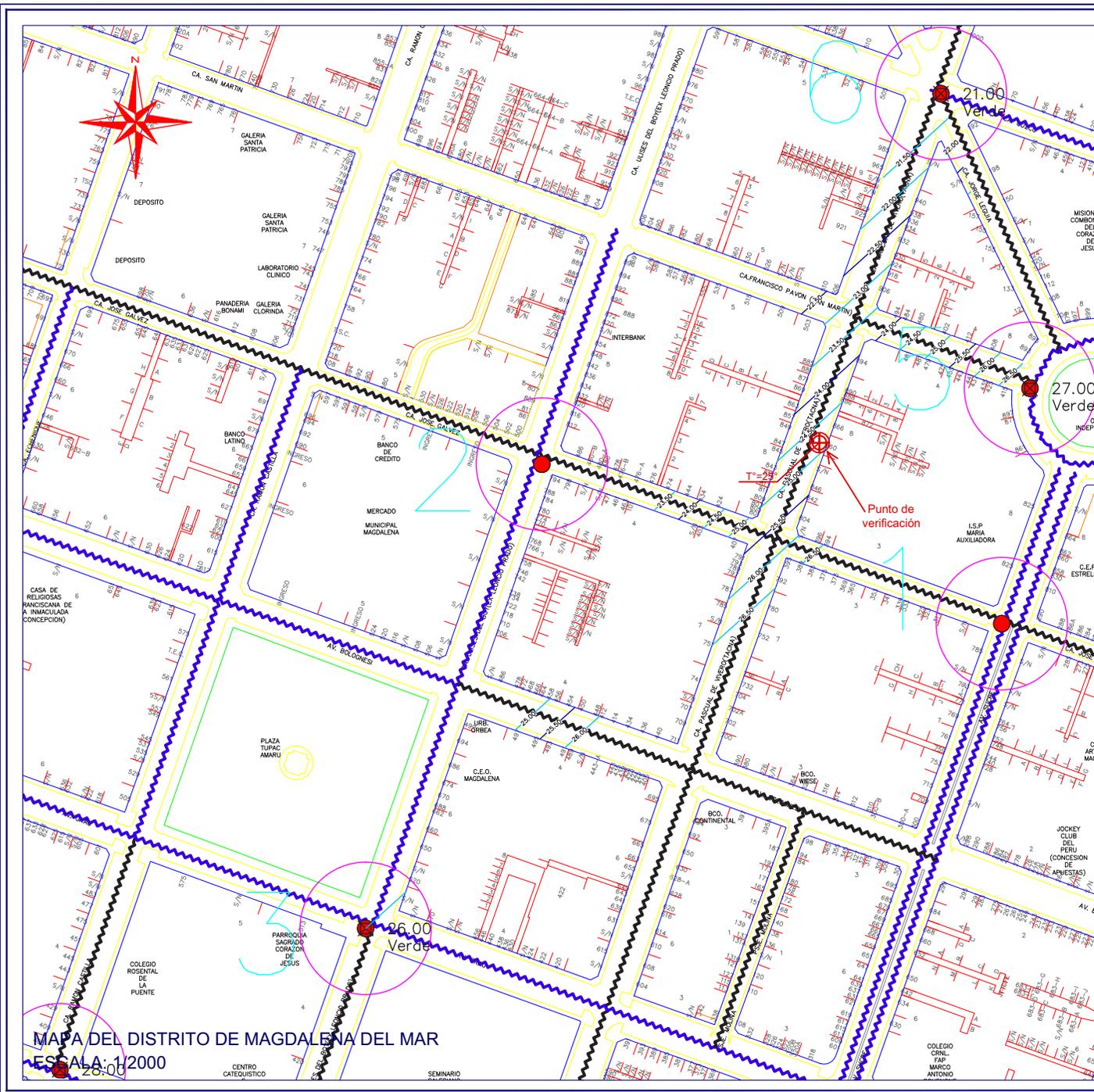
INSTITUCION:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCION:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICION DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMOS DE CONCRETO - HORA 4:15 PM

FECHA: JUNIO 16	Nº REPETICION: 01	USO PROYECTO: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO DE PLAN: PF	IDENTIFICACION: TN-2016-A-24

A-24



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

MAGDALENA DEL MAR

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE LIMA
ESCALA: S/E

MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO 2
ESCALA: S/E

LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

PROPONENTE:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

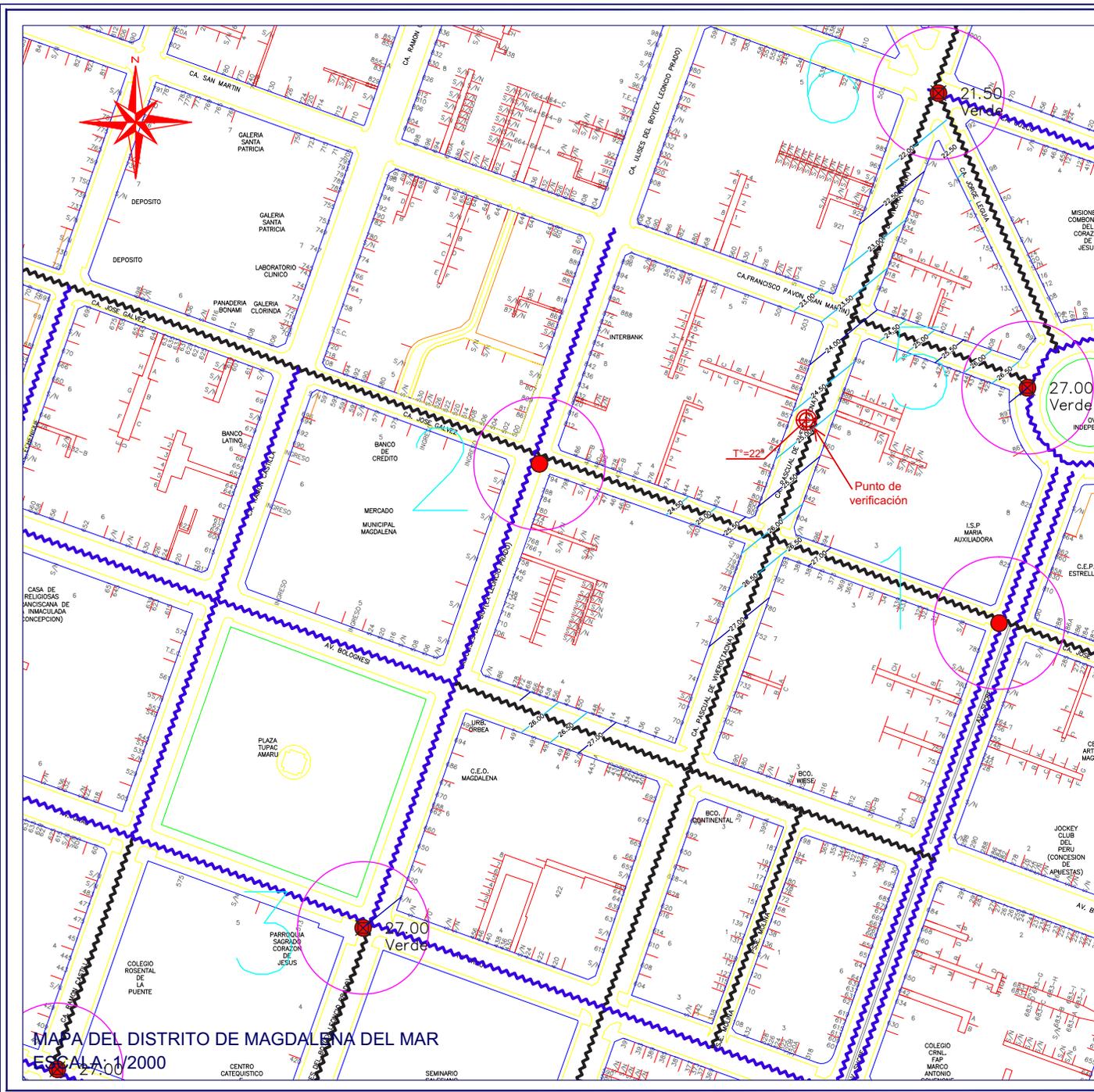
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMO VERDE - HORA 10:50 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CODIFICACIÓN: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TÍTULO: PF	CONTENIDO: TN-2016-A-25

A-25



MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000



LEYENDA

	PAVIMENTO DE ASFALTO
	PAVIMENTO DE CONCRETO
	LIMITE DE ÁREAS VERDES
	LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
	22,500 INTERVALO MAYOR (CADA 1,50° C)
	22,750 INTERVALO MENOR (CADA 0,50° C)
	SUB - ZONA COMPROMETIDA
	POSTE DE LUZ
	NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
	PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

TESIS - UNALM

NOTA:

PROFESORADO:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESORADO:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
------------------------------	--------------------------	--------------------------

TITULO DE LA TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

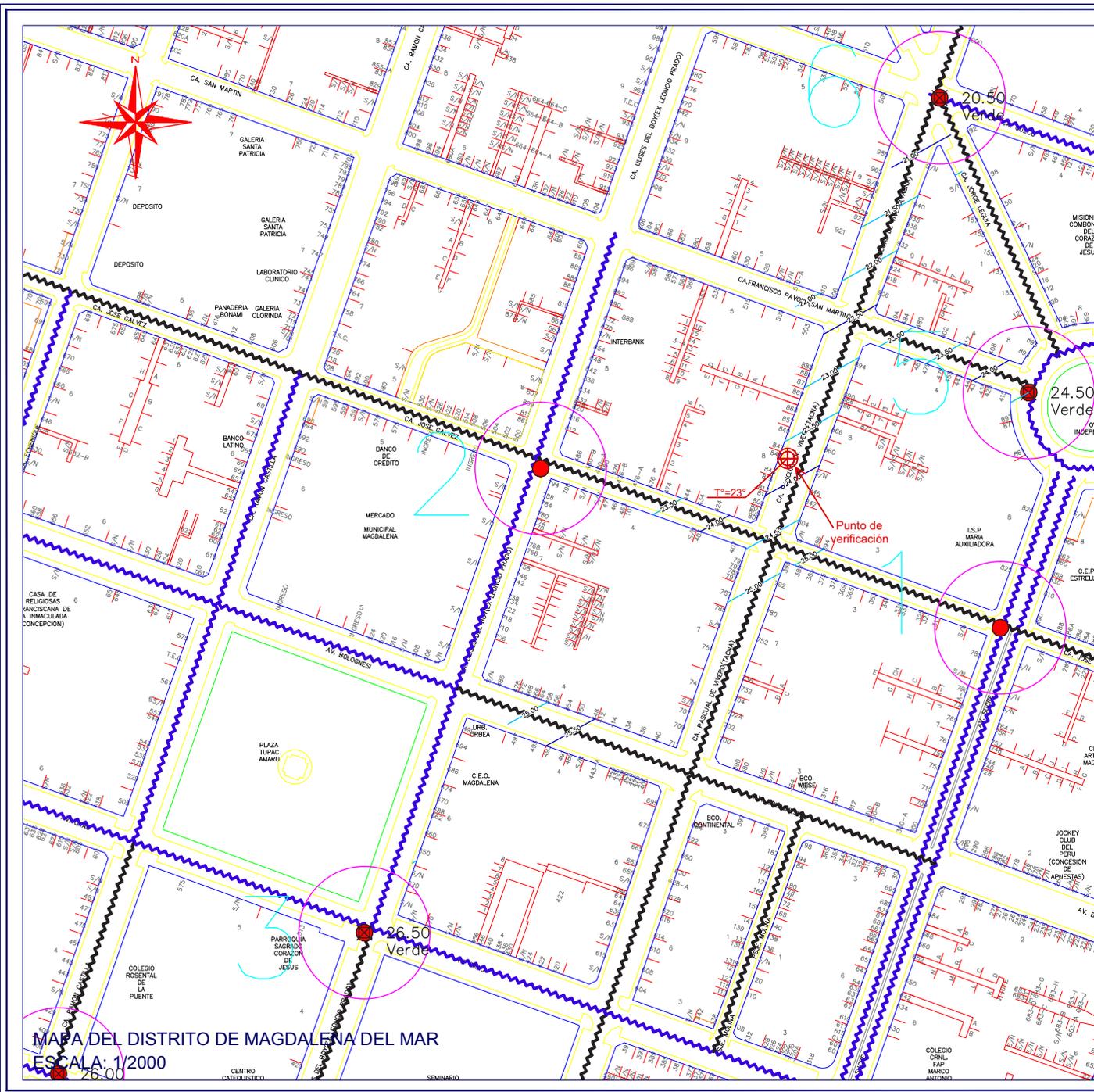
DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02 TRAMO VERDE - HORA 12:53 AM

FECHA: JUNIO 16	Nº REGISTRO: 01	CODIFICACIÓN: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CONTRATO: TN-2016-A-26

LOGO:

A-26



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE ÁREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22,500 INTERVALO MAYOR (CADA 1,50° C)
- 22,750 INTERVALO MENOR (CADA 0,50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACIÓN TOMADA PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACIÓN
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACIÓN

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
ESCALA: 1/2000

TESIS - UNALM

NOTA:

PATROCINADOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PATROCINADOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DISEÑADO POR: MAHS	DISEÑADO POR: MAHS	REVISADO POR: MAHS
-----------------------	-----------------------	-----------------------

TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

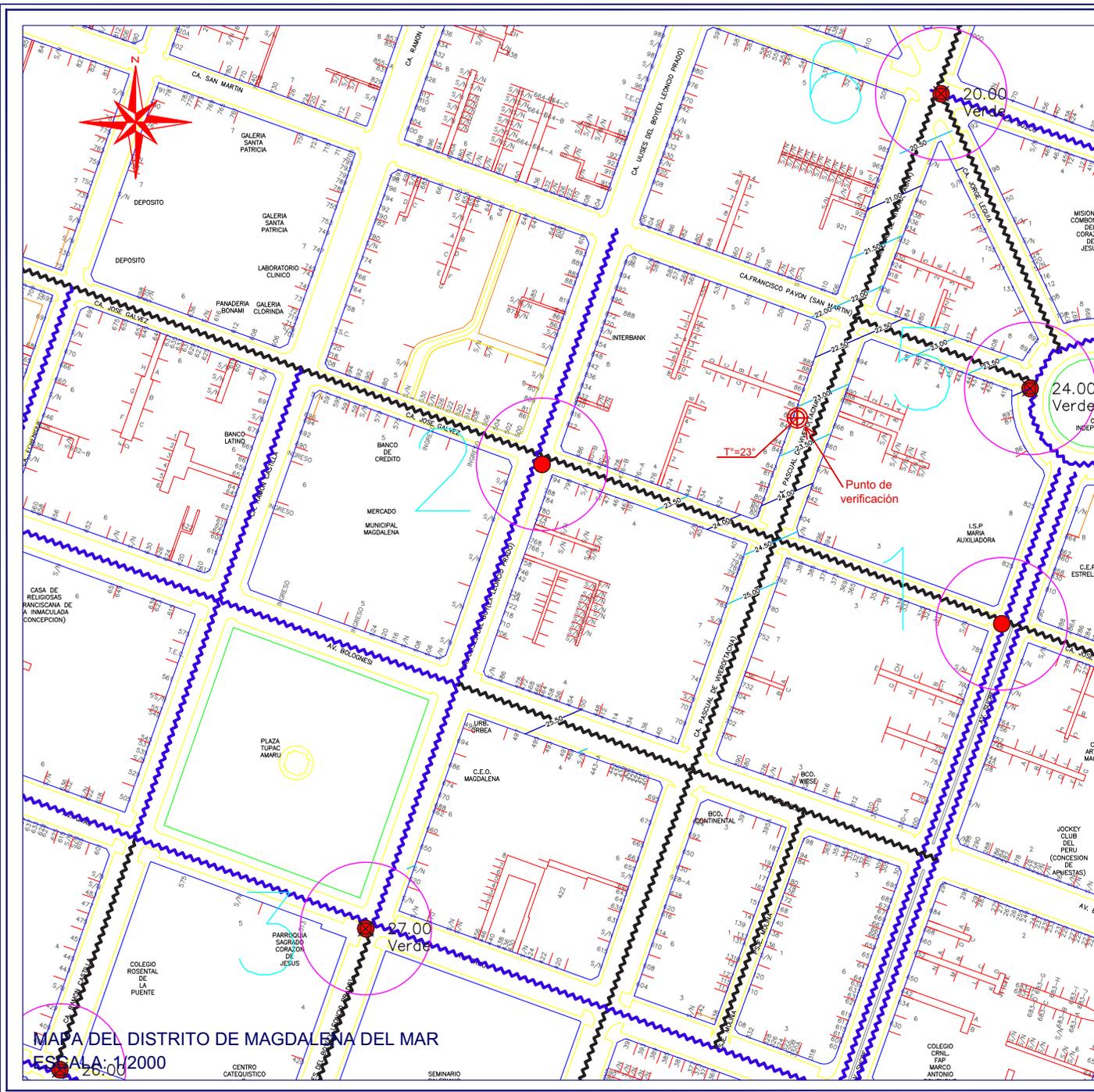
INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

PLAZA:
MEDICIÓN DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02
TRAMO VERDE - HORA 3:10 PM

FECHA: JUNIO 16	N° DE PLAN: 01	CÓDIGO PROYECTO: TESIS_2016_MAHS
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CÓDIGO PLAN: TN-2016-A-27

A-27



LEYENDA

- PAVIMENTO DE ASFALTO
- PAVIMENTO DE CONCRETO
- LIMITE DE AREAS VERDES
- LIMITE - ZONA DE ESTUDIO
- 22.500 INTERVALO MAYOR (CADA 1.50° C)
- 22.750 INTERVALO MENOR (CADA 0.50° C)
- SUB - ZONA COMPROMETIDA
- POSTE DE LUZ
- NUMERACION TOMADA PARA LA INVESTIGACION
- PUNTO TOMADO PARA LA INVESTIGACION
- PUNTO TOMADO PARA LA VERIFICACION

MAPA DEL DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR
 ESCALA: 1/2000
 CENTRO CATEGISTICO SEMINARIO

TESIS - UNALM

NOTA:

ELABORADO POR: Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESOR: Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S	DESEÑADO POR: M.A.H.S	REVISADO POR: M.A.H.S
----------------------------------	------------------------------	------------------------------

TITULO DE LA TESIS: EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCION: DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

FECHA: MEDICION DE TEMPERATURA - ZONA DE ESTUDIO 02 TRAMO VERDE - HORA 4:15 PM

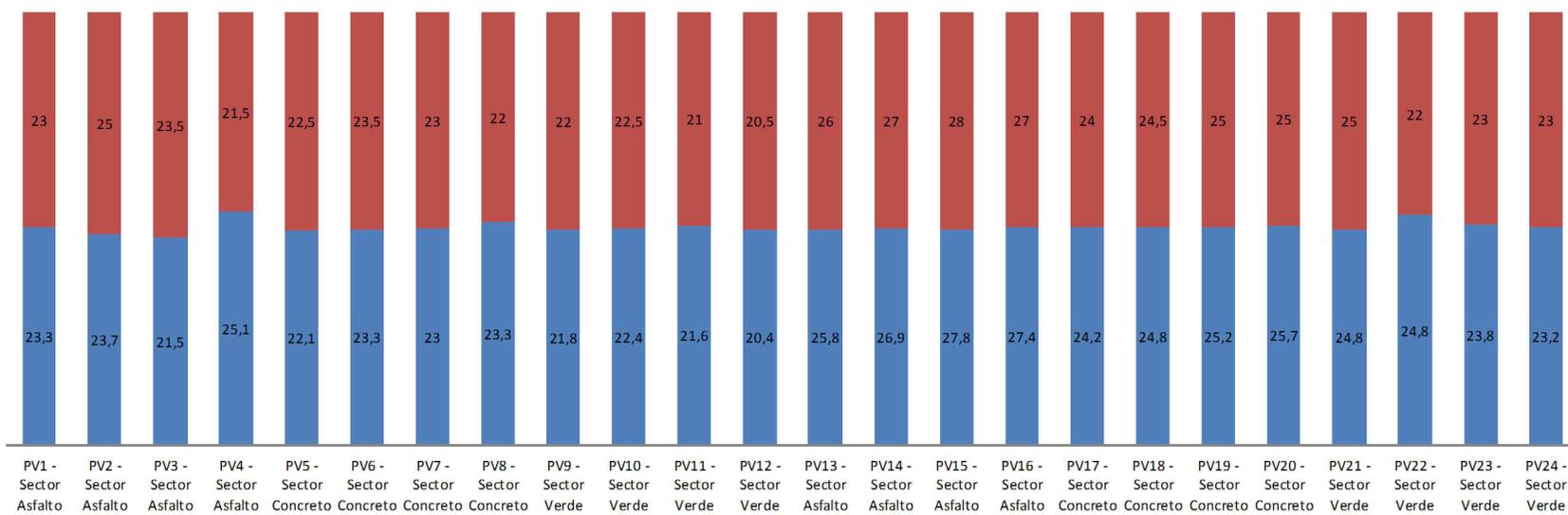
FECHA: JUNIO 16	N° DE PAGINA: 01	COPIA PROYECTADA: TESIS_2016_M.A.H.S
ESCALA: 1/2000	TIPO: PF	CONTROLES: TN-2016-A-28

LOGO:

A-28

Monitoreo de temperaturas a nivel macro-Sector 1 y 2

■ Temperatura Medida ■ Temperatura de Verificación (°C)



Ítem	Punto de Verificación (Plano)	Plano descriptivo	Rango de Temperaturas	Punto de Verificación (Registro)	Temperatura Medida (°C)	Temperatura de Verificación (°C)	Sector
1	PV1	TN-2016-A-05	[22,75° ; 23°]	PV1 - Sector Asfalto	23,3	23	Sector - Asfalto
2	PV2	TN-2016-A-06	[25,00° ; 25,25°]	PV2 - Sector Asfalto	23,7	25	Sector - Asfalto
3	PV3	TN-2016-A-07	[23,50° ; 23,75°]	PV3 - Sector Asfalto	21,5	23,5	Sector - Asfalto
4	PV4	TN-2016-A-08	[21,25° ; 21,5°]	PV4 - Sector Asfalto	25,1	21,5	Sector - Asfalto
5	PV5	TN-2016-A-09	[22,25° ; 22,50°]	PV5 - Sector Concreto	22,1	22,5	Sector - Concreto
6	PV6	TN-2016-A-10	[23,75° ; 24°]	PV6 - Sector Concreto	23,3	23,5	Sector - Concreto
7	PV7	TN-2016-A-11	[22,75° ; 23°]	PV7 - Sector Concreto	23	23	Sector - Concreto
8	PV8	TN-2016-A-12	[22,25° ; 22,5°]	PV8 - Sector Concreto	23,3	22	Sector - Concreto
9	PV9	TN-2016-A-13	[22,25° ; 22,5°]	PV9 - Sector Verde	21,8	22	Sector - Verde
10	PV10	TN-2016-A-14	[22,25° ; 22,5°]	PV10 - Sector Verde	22,4	22,5	Sector - Verde
11	PV11	TN-2016-A-15	[21,25° ; 21,5°]	PV11 - Sector Verde	21,6	21	Sector - Verde
12	PV12	TN-2016-A-16	[20° ; 20,5°]	PV12 - Sector Verde	20,4	20,5	Sector - Verde
13	PV13	TN-2016-A-17	[25,5° ; 26°]	PV13 - Sector Asfalto	25,8	26	Sector - Asfalto
14	PV14	TN-2016-A-18	[26,5° ; 27°]	PV14 - Sector Asfalto	26,9	27	Sector - Asfalto
15	PV15	TN-2016-A-19	[27,5° ; 28°]	PV15 - Sector Asfalto	27,8	28	Sector - Asfalto
16	PV16	TN-2016-A-20	[27° ; 27,5°]	PV16 - Sector Asfalto	27,4	27	Sector - Asfalto
17	PV17	TN-2016-A-21	[24° ; 24,5°]	PV17 - Sector Concreto	24,2	24	Sector - Concreto
18	PV18	TN-2016-A-22	[24,5° ; 25°]	PV18 - Sector Concreto	24,8	24,5	Sector - Concreto
19	PV19	TN-2016-A-23	[25° ; 25,5°]	PV19 - Sector Concreto	25,2	25	Sector - Concreto
20	PV20	TN-2016-A-24	[25,5° ; 26°]	PV20 - Sector Concreto	25,7	25	Sector - Concreto
21	PV21	TN-2016-A-25	[21° ; 21,5°]	PV21 - Sector Verde	24,8	25	Sector - Verde
22	PV22	TN-2016-A-26	[21,75° ; 22°]	PV22 - Sector Verde	24,8	22	Sector - Verde
23	PV23	TN-2016-A-27	[20,5° ; 21°]	PV23 - Sector Verde	23,8	23	Sector - Verde
24	PV24	TN-2016-A-28	[20° ; 20,5°]	PV24 - Sector Verde	23,2	23	Sector - Verde

TESIS - UNALM

NOTA:

PROFESOR:
Manuel Aristides Hernández Salazar

PROFESOR:
Ing. Carlos Alberto Bravo Aguilar

DESARROLLADO POR: M.A.H.S. **DESARROLLADO POR:** M.A.H.S. **REVISADO POR:** M.A.H.S.

TITULO DE TESIS:
EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL, DE PAVIMENTOS FLEXIBLES FRENTE A LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE TEMPERATURA

INSTITUCIÓN:
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DIRECCIÓN:
DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR

OBJETO:
MONITOREO DE TEMPERATURAS A NIVEL MACRO ZONA DE ESTUDIO 01 Y 02

FECHA: JUNIO 16 **Nº REGISTRO:** 01 **COD. PROYECTO:** TESIS_2016_M.A.H.S.
SECTOR: SIE **PLAZA:** PF **CATEGORÍA:** TN-2016-A-29



A-29